

20. ULUSLARARASI EKONOMETRİ, YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI VE İSTATİSTİK SEMPOZYUMU TAM METİN KİTAPÇIĞI



EDİTÖRLER

PROF. DR. MURAT ATAN

DOÇ. DR. FURKAN EMİRMAHMUTOĞLU

DR. KÜBRA COŞAR

ARŞ. GÖR. SAVAŞ GAYAKER

ARŞ. GÖR. İSA GÜRKAN MERAL



ISBN: 978-605-7893-08-6

MAYIS 2020



**20. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik
(EYİ 2020) Düzenleme Komitesi**

Prof. Dr.	Kemal GÖRMEZ	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Prof. Dr.	Aydın ÜNSAL	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Sempozyum Düzenleme Kurulu Başkanı
Prof. Dr.	Murat ATAN	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Ekonometri Bölüm Başkanı
Prof. Dr.	Seher Nur SÜLKÜ	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Sempozyum Düzenleme Kurulu Başkan Yardımcısı
Assoc. Prof. Dr.	Furkan EMİRMAHMUTOĞLU	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Ekonometri Bölüm Başkan Yardımcısı Sempozyum Düzenleme Kurulu Başkan Yardımcısı
Asst. Prof. Dr.	Hasan TÜRE	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Ekonometri Bölüm Başkan Yardımcısı Sempozyum Düzenleme Kurulu Başkan Yardımcısı
Prof. Dr.	Serdar KILIÇKAPLAN	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Şenol ALTAN	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Funda YURDAKUL	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Nükhet DOĞAN	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Yeliz YALÇIN	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Sibel ATAN	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Assoc. Prof. Dr.	Atilla GÖKÇE	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Asst. Prof. Dr.	Sezgin AKSOY	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Asst. Prof. Dr.	Ayşe EDİZ	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Dr.	Şahika GÖKMEN	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Dr.	Yağmur TOKATLIOĞLU	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Dr.	Kübra COŞAR	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Arş. Gör.	Savaş GAYAKER	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Arş. Gör.	Fulya GEZER	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Arş. Gör.	Deniz KOÇAK	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Arş. Gör.	İsa Gürkan MERAL	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Arş. Gör.	Rüya ÇİFTÇİ	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Arş. Gör.	Özgür ENGELÖĞLU	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi

**20. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik
(EYİ 2020) Danışma Kurulu**

Prof. Dr.	Murat ATAN	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Dilek ALTAŞ	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr.	Erkan OKTAY	Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr.	Fevzi ERDOĞAN	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Prof. Dr.	Hasan Altan ÇABUK	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr.	Hilal YILDIZ	Sakarya Üniversitesi
Prof. Dr.	Hilmi ZENGİN	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr.	İpek Deveci KOKAKOÇ	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr.	Mustafa SEVÜKTEKİN	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr.	Mahmut ZORTUK	Dumlupınar Üniversitesi
Prof. Dr.	Mehmet GÜNGÖR	İnönü Üniversitesi
Prof. Dr.	Mustafa MIYNAT	Celal Bayar Üniversitesi
Prof. Dr.	Latif ÖZTÜRK	Kırıkkale Üniversitesi
Prof. Dr.	Nilgün ÇİL	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr.	Nurcan METİN	Trakya Üniversitesi
Prof. Dr.	Ziya Gökalp GÖKTOLGA	Cumhuriyet Üniversitesi
Doç. Dr.	Emre İPEKÇİ ÇETİN	Akdeniz Üniversitesi
Doç. Dr.	Hakan DEMİRGİL	Süleyman Demirel Üniversitesi
Doç. Dr.	Metehan YILGÖR	Bandırma On Yedi Eylül Üniversitesi
Doç. Dr.	Oznur ÖZDAMAR GIOVANIS	Adnan Menderes University
Doç. Dr.	Serdar KURT	Çanakkale On Sekiz Mart University
Doç. Dr.	Ufuk YOLCU	Giresun Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Aslı ÇZMEN	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Atalay ÇAĞLAR	Pamukkale Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Esin Cumhuri YALCIN	Kırklareli Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Levent KAYA	Harran Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Nazan ŞAK	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Yusuf GÜREFE	Uşak Üniversitesi

**20. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik
(EYİ 2020) Bilim ve Hakem Kurulu**

Prof. Dr.	Alpaslan Akcoraoğlu	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Aydın Ünsal	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Funda Yurdakul	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Murat Atan	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Nükhet Dogan	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Seher Nur Sülkü	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Sibel Atan	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Şenol Altan	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Yeliz Yalçın	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Zeynel Abidin Özdemir	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr.	Yılmaz Akdi	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr.	Erkan Oktay	Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr.	Hüseyin Özer	Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr.	Mehmet Sinan Temurlenk	Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr.	Mehmet Suphi Özçomak	Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr.	Ömer Yılmaz	Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr.	Tolga Omay	Atılım Üniversitesi
Prof. Dr.	Galip Altınay	Bandırma On Yedi Eylül Üniversitesi
Prof. Dr.	Mehmet Tektaş	Bandırma On Yedi Eylül Üniversitesi
Prof. Dr.	Fikri Akdeniz	Çağ Üniversitesi
Prof. Dr.	Sibel Selim	Celal Bayar Üniversitesi
Prof. Dr.	Ahmet Şengönül	Cumhuriyet Üniversitesi
Prof. Dr.	Ziya Gökalg Göktoğa	Cumhuriyet Üniversitesi
Prof. Dr.	Hasan Altan Çabuk	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr.	Mehmet Özmen	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr.	Seda Şengül	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr.	Süleyman Bilgin Kılıç	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr.	Ali Kemal Şehirlioğlu	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr.	Cenk Özler	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr.	İpek Deveci Kocakoç	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr.	Levent Şenyay	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr.	Mehmet Aksaraylı	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr.	Şenay Üçdoğruk Birecikli	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr.	Mahmut Zortuk	Dumlupınar Üniversitesi
Prof. Dr.	Sema Behdioğlu	Dumlupınar Üniversitesi
Prof. Dr.	Bülent Çelik	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr.	Fikri Gökpınar	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr.	Hamza Gamgam	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr.	Hasan Bal	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr.	Hasan Örkü	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr.	Hülya Bayrak	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr.	İhsan Alp	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr.	Mehmet Akif Bakır	Gazi Üniversitesi

Prof. Dr.	Semra Erbaş	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr.	Yaprak Arzu Özdemir	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr.	Bülent Altunkaynak	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr.	Münevver Turanlı	İstanbul Ticaret Üniversitesi
Prof. Dr.	Bülent Güloğlu	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr.	Mehmet Güngör	İnönü Üniversitesi
Prof. Dr.	Nezir Köse	İstanbul Gelişim Üniversitesi
Prof. Dr.	Ali Karun Nemlioğlu	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr.	Burak Güriş	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr.	Ercan Sarıdoğan	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr.	Ferda Yerdelen Tatoğlu	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr.	Handan Yolsal	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr.	Kutluk Kağan Sümer	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr.	Mehmet Hakan Satman	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr.	Melda Akın	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr.	Mustafa Tekin	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr.	Nilgün Çil	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr.	Süleyman Dündar	Karabük Üniversitesi
Prof. Dr.	Hilmi Zengin	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr.	Mustafa Köseoğlu	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr.	Necati Türedi	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr.	Rahmi Yamak	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr.	Tuba Yakıcı Ayan	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr.	Harun Öztürkler	Kırıkkale Üniversitesi
Prof. Dr.	Latif Öztürk	Kırıkkale Üniversitesi
Prof. Dr.	Nihat Işık	Kırıkkale Üniversitesi
Prof. Dr.	Ahmet Mete Çilingirtürk	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr.	Dilek Altaş	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr.	Ebru Çağlayan Akay	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr.	Işıl Akgül	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr.	İlknur Esen Yıldırım	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr.	Selahattin Güriş	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr.	Tuncay Can	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr.	Mübariz Hasanov	Okan Üniversitesi
Prof. Dr.	Şaban Nazlıoğlu	Pamukkale Üniversitesi
Prof. Dr.	Hilal Yıldız	Sakarya Üniversitesi
Prof. Dr.	Şakir Görmüş	Sakarya Üniversitesi
Prof. Dr.	Sadık Çökelez	Süleyman Demirel Üniversitesi
Prof. Dr.	Adil Oğuzhan	Trakya Üniversitesi
Prof. Dr.	Nurcan Metin	Trakya Üniversitesi
Prof. Dr.	Ayşe Oğuzlar	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr.	Erkan Işığçok	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr.	Kadir Yasin Eryiğit	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr.	Kemal Sezen	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr.	Mustafa Sevüktekin	Uludağ Üniversitesi

Prof. Dr.	Nuran Bayram Arlı	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr.	Fevzi Erdoğan	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Prof. Dr.	H. Eray Çelik	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Doç. Dr.	Öznur Özdamar Giovanis	Adnan Menderes Üniversitesi
Doç. Dr.	Fatih Ecer	Afyon Kocatepe Üniversitesi
Doç. Dr.	Adil Korkmaz	Akdeniz Üniversitesi
Doç. Dr.	Emre İpekçi Çetin	Akdeniz Üniversitesi
Doç. Dr.	Mehmet Mert	Akdeniz Üniversitesi
Doç. Dr.	Atilla Gökçe	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Doç. Dr.	Furkan Emirmahmutoğlu	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Doç. Dr.	Abdulkerim Karaaslan	Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr.	Cavit Yeşilyurt	Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr.	Ömer Alkan	Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr.	Metehan Yılğör	Bandırma On Yedi Eylül Üniversitesi
Doç. Dr.	Necla Tektaş	Bandırma On Yedi Eylül Üniversitesi
Doç. Dr.	Kadir Karagöz	Celal Bayar Üniversitesi
Doç. Dr.	Rıdvan Keskin	Celal Bayar Üniversitesi
Doç. Dr.	Hakan Türkay	Cumhuriyet Üniversitesi
Doç. Dr.	Necati Alp Erilli	Cumhuriyet Üniversitesi
Doç. Dr.	Serdar Kurt	Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi
Doç. Dr.	Ebru Özgür Güler	Çukurova Üniversitesi
Doç. Dr.	Gülşen Kırıl	Çukurova Üniversitesi
Doç. Dr.	Hüseyin Güler	Çukurova Üniversitesi
Doç. Dr.	Kenan Lopcu	Çukurova Üniversitesi
Doç. Dr.	Hamdi Emeç	Dokuz Eylül Üniversitesi
Doç. Dr.	Kadir Ertaş	Dokuz Eylül Üniversitesi
Doç. Dr.	Eylem Acar	Dumlupınar Üniversitesi
Doç. Dr.	Bahadır Yüzbaşı	İnönü Üniversitesi
Doç. Dr.	Fatma Zeren	İnönü Üniversitesi
Doç. Dr.	Yunus Bulut	İnönü Üniversitesi
Doç. Dr.	Erginbay Uğurlu	İstanbul Aydın Üniversitesi
Doç. Dr.	Özlem Deniz Başar	İstanbul Ticaret Üniversitesi
Doç. Dr.	Seda Bağdatlı Kalkan	İstanbul Ticaret Üniversitesi
Doç. Dr.	Aycan Hepsağ	İstanbul Üniversitesi
Doç. Dr.	Burcu Kıran Baygın	İstanbul Üniversitesi
Doç. Dr.	Leyla Aylin Aktükün	İstanbul Üniversitesi
Doç. Dr.	Özlem Yorulmaz	İstanbul Üniversitesi
Doç. Dr.	Sema Ulutürk Akman	İstanbul Üniversitesi
Doç. Dr.	Zehra Abdioğlu	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Doç. Dr.	Erdal Dinçer	Marmara Üniversitesi
Doç. Dr.	Habip Koçak	Marmara Üniversitesi
Doç. Dr.	Selay Giray Yakut	Marmara Üniversitesi
Doç. Dr.	Selin Devrim Özdemir Yazgan	Marmara Üniversitesi
Doç. Dr.	Veli Yılandı	Sakarya Üniversitesi
Doç. Dr.	Hakan Demirgil	Süleyman Demirel Üniversitesi

Doç. Dr.	Kenan Oğuzhan Oruç	Süleyman Demirel Üniversitesi
Doç. Dr.	Mehmet Kenan Terzioğlu	Trakya Üniversitesi
Doç. Dr.	Arzu Eren Şenaras	Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr.	Mehmet Çınar	Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr.	Özer Arabacı	Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr.	Sevda Gürsakal	Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr.	Z. Berna Aydın	Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr.	Mahmut Kara	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Elvan Aktürk Hayat	Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Hatice Küçükkaya	Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Mesut Çakır	Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Tuğba Akın	Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Ayça Büyükyılmaz	Akdeniz Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Çiğdem Demir	Akdeniz Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Ayşe Ediz	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Hasan Türe	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Sezgin Aksoy	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Erhan Çankal	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Gökhan Erkal	Atatürk Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Hakan Eygü	Atatürk Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Hayri Abar	Atatürk Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Ayça Aysun Özekin	Bandırma On Yedi Eylül Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Hale Kırer Silva Lecuna	Bandırma On Yedi Eylül Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Özlem Kızılgöl	Bandırma On Yedi Eylül Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Anıl Eralp	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Ashlı Özmen	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Oya Kalaycıoğlu	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Cevat Bilgin	Bursa Teknik Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Aynur İncekırık	Celal Bayar Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Rana Şen Doğan	Celal Bayar Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Adem Babacan	Cumhuriyet Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Engin Karakış	Cumhuriyet Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	İlkay Noyan Yalman	Cumhuriyet Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Şebnem Zorlutuna	Cumhuriyet Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Canan Güneş	Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Merve Ertok Onurlu	Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Mesut Savrul	Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Nazmi Yükselen Yağanoğlu	Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Verda Davaslıgil Atmaca	Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Yavuz Yıldırım	Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Nuri Uçar	Çankaya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Ersin Kırıl	Çukurova Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Fela Özbey	Çukurova Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Semin Paksoy	Çukurova Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Emrah Gülay	Dokuz Eylül Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi	Gökçe Baysal Türkölmez	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	İstem Köymen Keser	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Murat Tanık	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Özlem Kiren Gürler	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Serkan Aras	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Erkan Arı	Dumlupınar Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Metin Baş	Dumlupınar Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi	Noyan Aydın	Dumlupınar Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

A Performance Evaluation on Forecasting Methods for Turkish Real GDP Growth'	1
Türkiye’de Döviz Kurunun Cari İşlemler Üzerindeki Asimetrik Etkisi: NARDL Modeli Bulguları.....	12
2020 ABD Başkanlık Seçimleri Üzerine Sosyal Medya Duygu Analizi.....	19
Dinamik Programlama ile Optimizasyon Modellerinin Çözümü: Doğrusal Programlama, Tamsayılı Programlama ve Doğrusal Olmayan Yöntemler	28
Döviz Kuru Geçiş Etkisi: Türkiye Örneği.....	41
N11 Ülkelerinde Kişi Başına Düşen Ekolojik Ayak İzi Yakınsıyor Mu? Panel Veri Analizi .	52
MIST Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Ekolojik Ayak İzi İlişkisi: Panel Nedensellik Testi Bulguları.....	60
E7 Ülkelerinde İşsizlik Histerisi Geçerli mi? Fourier Panel Birim Kök Testi ile Yeni Ampirik Bulgular	68
Girdi Çıktı Analizi ile Enerji ve Elektrik Kullanımında Kilit Sektörlerin Belirlenmesi: Türkiye Ekonomisi Üzerine Bir Uygulama	77
Koyck Modeli ile Yumurta Üretimi-Fiyat İlişkisinin Analizi.....	88
Ülke Grupları İtibariyle Döviz Kuru ve Dış Ticaret İlişkisi: Türkiye Örneği (2003-2018)	94
Enflasyon ve Faiz Oranı Arasındaki İlişki: Türkiye Uygulaması	109
The Adaptive Method For Econometric Modeling Time Series Forecasting	119
Çevrimiçi Oyun Kriterlerinin DEMATEL Tabanlı Analitik Ağ Süreci (DANP) İle Değerlendirilmesi.....	130
Ekonomik Özgürlük ve Mutluluk Endeksleri Temelinde Ülkeler İçin Kümeleme Analizi...	142
Comparison of Hsieh Test and ANOVA for Log-Transformed on Income Data	152
Sıralı Lojistik Regresyon Modeli ile Futbolda Galibiyeti Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: 2018 Dünya Kupası Örneği.....	166
Türkiye’ye Göç Eden Suriyelilere Yönelik Tutumların Yapısal Eşitlik Modeliyle Araştırılması.....	172
Neden Düzeltilmiş Box-Plot?.....	181
Pay Piyasası Sektörleri Arasındaki Oynaklık Yayılımı	194
Yapay Sinir Ağı Kullanımı ile Foreks Tahmini (Destek Vektör Makinesi)	205
Yapay Sinir Ağları İle Talep Tahmini Ve Ayakkabı Sektörüne Uygulaması.....	213

Kurumsal Entegrasyon Farkındalık Ölçeğinin Maliyet Ve Bilgi Teknolojileri Farkındalıkları Alt Boyutlarının Kurumun Entegrasyon Düzeyine Etkilerinin İncelenmesi: Yükseköğretim Kurumlarında Bir Uygulama.....	221
Tedarik Zinciri Yönetiminde Müşteri Hizmetleri: Ankara'daki Otomobil Servislerine Yönelik Alan Çalışması	232
Web of Science'da Veri Metin Madenciliği.....	250
Bütünleşik Critic - Copras Modeli ile Enerji Sektöründe Finansal Performans Ölçümü	257
CRITIC Temelli EVAMIX Yöntemi ile Mobilya Fabrikası İçin Kenar Bantlama Makinesi Seçimi.....	269
Bilgi Sistemi Kullanımının Karar Verme Üzerindeki Etkisi: Bir Enerji Firması Örneği	282
Information System Usage Effect on Decision Making: Example of an Energy Company ..	282
Türkiye'de Ekonomiye Güven Analizi Üzerine Bir Uygulama	294
G20 Üyesi Ülkelerin Bilim ve Teknoloji Düzeyleri Açısından Gri İlişkisel Analiz Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi	307
Markov Chain Analysis of a Power Plant Availability	319
Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri İle Bazı Makroekonomik Değişkenler Üzerine Uygulamalar	330
Evaluation of the Score Test Results with the Prediction of Conversion to Alzheimer's Disease	337
Türkiye'de Kamu ve Özel Hastanelerin Veri Zarflama Analizi Modelleri ile Değerlendirilmesi	346
Büyük Veri İndirgeme Tekniklerinin Ağ Analizi	353
Zaman Serilerinde Yargısal Ekstrapolasyona Yönelik Bir Uygulama.....	366
Borsa İstanbul'da Endekslenen Gayrimenkul Yatırım Ortaklıklarının Toplam Faktör Verimliliğinin Analizi	372
Türkiye Res Enerji Üretiminin Ekonometrik Olarak Modellenmesi Ve Rüzgâr Türbini Güç Eğrisine (RTGE - WTPC) Uygunluğunun Araştırılması	383
Kapasite Rezervasyon Optimizasyonu	394

A Performance Evaluation on Forecasting Methods for Turkish Real GDP Growth^{1,2}

Sera ŞANLI

Res. Assist., Cukurova University, F.E.A.S., Department of Econometrics, Adana, Turkey, sanlis@cu.edu.tr
orcid.org/0000-0002-4827-1032

Mehmet ÖZMEN

Prof. Dr., Cukurova University, F.E.A.S., Department of Econometrics, Adana, Turkey, mozmen@cu.edu.tr
orcid.org/0000-0002-5668-9092

ABSTRACT

In this paper, it has been aimed to forecast the gross domestic product (GDP) growth rate in Turkey on a quarterly basis utilizing from ‘Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average’ (SARIMA), ‘Holt-Winters Exponential Smoothing’ and ‘Seasonal Naive’ methods. Real GDP data used in the study cover the period 1998Q1-2019Q2 where the last 8 observations have been used as out-sample for testing model performance. DHF and OCSB tests have revealed that the data generating process has been described by seasonally integrated of order 1 process implying the presence of nonstationary stochastic seasonality. Consequently, all forecast accuracy measures have confirmed that the fitted ARIMA (1,0,0)(0,1,1)[4] with drift model determined by SARIMA approach has outperformed various models detected by other two methods apart from ARIMA (1,0,1)(1,1,1)[4] with drift model determined using Liu (1989)’s method and predicted Turkish GDP growth well compared to the observed empirical data for out-sample as the best model for forecasting.

Keywords: GDP, Economic Growth, Forecasting, DHF, SARIMA, Holt-Winters, Seasonal Naive

JEL Codes: C22, C52, C53, O40

¹ This study has been supported by Cukurova University - Scientific Research Projects (BAP) Coordination Unit (Project Number: SBA-2019-11667).

² This study has been supported by TUBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) – BİDEB (Scientist Support Department) within the scope of 2211-E Direct National Scholarship Programme for PhD Students.

1. INTRODUCTION

Gross Domestic Product (GDP) is a vital indicator among many macroeconomic variables which monitors the economic health of a country and assesses how well it is performing as a whole. It represents the total market value of all final goods and services produced within a country's geographic borders in a certain time period irrespective of whether it comes out as the result of activities of citizens or non-citizens. The growth rate of real GDP which is adjusted for inflation is of great significance with respect to revealing a clear picture regarding expansions and contractions of a country's economy -thus identifying and managing business cycle fluctuations more accurate- and being a good measure for economic growth. A rise in real GDP is stemmed from the increases in the amount and efficiency of production factors, therefore driven by capital accumulation and associated with employment conditions. In this context, besides affecting all economic units, an accurate forecast of future GDP growth is extremely important in terms of assisting investors to make their investment decisions efficiently or guiding policy makers to set up economic policies and development strategies, so that sustainable economic growth serves as one of the core instruments for achieving the Millennium Development Goals and may play a critical role in contributing to improved living standards and alleviating poverty. Experiencing deviations of the growth rate of Turkish economy from the long-run average leads to instabilities in key macroeconomic factors and at this point, it is vital for decision makers to establish targets in a way to adopt a balanced growth approach. In literature, various techniques in broad-scope have been attempted to forecast gdp growth accurately. However, the literature studies on forecasting GDP in Turkey are available within a limited scale. Akkoyun and Gunay (2012) have computed nowcasts for Turkish GDP growth quarter on quarter for the period 2008Q1-2012Q2 based on soft indicator PMI (Purchasing Managers' Index) -which is a composite index- & PMI new orders and hard indicators composed of industrial production, import and export quantity indices using a dynamic one factor model with a small-scale data set as an extension of the single-index model proposed by Stock and Watson (1991). The result of their study has revealed that the inclusion of PMIs improves the nowcasting performance of the model with hard data markedly when compared to a simple AR model. Sacakli-Sacildi (2015) has evaluated the forecasting performance of Bayesian vector autoregression (BVAR) models for Turkish GDP growth rate by covering the period 2005Q4-2013Q3 and making a comparison with unrestricted VAR (UVAR) models and according to the out-of-sample forecasting performances, BVAR models have been detected to be more accurate in order to forecast GDP. Günay (2018) has aimed to model and nowcast Turkish annual GDP growth for 2003-2017 examining the performance of Mixed Data Sampling (MIDAS) approach and using also industrial production and exchange rate in order to model GDP growth. As a conclusion, nowcast errors have reduced towards the end of the year. In their study, Dogan and Midilic (2019) have tried to obtain nowcasts and forecasts of the quarter-on-quarter Turkish GDP growth utilizing from daily financial data composed of commodity price, equity, foreign exchange and corporate risk for the research period of 2000Q2-2015Q1 by taking the forecasting method proposed by Andreou et al. (2013) into consideration. The last 20 observations (2010Q2-2015Q1 period) have been chosen for investigating out-of-sample performance of two types of MIDAS models -which are models with financial data and models with financial data and macro factors- in terms of benchmark AR(1) model. According to the findings, the financial data and flexible data-driven weighting scheme of MIDAS models have been reported to be useful to a great extent in forecasting Turkish real GDP growth. Oral (2019) has studied on forecasting Turkish economic growth rates for the third and fourth quarters of 2018 taking the economic growth rate in the second quarter of 2018 as basis. He has determined the additive Holt-Winters' seasonality exponential smoothing as the most suitable technique for specified forecasts among exponential smoothing methods and concluded that forecasted values for increases in economic growth are 11,995% and 6,415% in third and fourth quarters respectively.

In this study, it has been aimed to forecast the quarterly GDP growth rate in Turkey using 'Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average' (SARIMA), 'Holt-Winters Exponential Smoothing' and 'Seasonal Naive' methods and then benchmark the forecasting performances of these methods against each other. The rest of the paper has been structured as follows: Section 2 introduces a concise summary of these three forecasting methodologies and a clear-cut identification method for SARIMA proposed

by Liu (1989); Section 3 reports data set and empirical results and the final section presents the conclusion part providing some recommendations for future research.

2. FORECASTING METHODOLOGIES

2.1. Seasonal ARIMA Models (SARIMA)

As well known, seasonality is one of the components in the classical time series decomposition. Box and Jenkins (1970) introduces an extension of the ARIMA model for taking seasonal effects into account. Trying to adjust a cyclical effect underlies the core of the idea for including the seasonality component. However, one can also define AR or MA relationships at the specified seasonal interval. In accordance with this situation, Box and Jenkins (1970) present a general multiplicative SARIMA model expressed as $ARIMA(p, d, q) \times (P, D, Q)_s$ where the lower-case letters p, d, q denote the nonseasonal orders and the upper-case letters P, D, Q denote the seasonal orders of the process with period s (i.e. s shows the number of observations per year) (Hamaker & Dolan, 2009, pp. 198-199, Pankratz, 1983, p. 281). Assume that X_t ($t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) is an $ARMA(p, q)$ process if $\{X_t\}$ is stationary and if for every t ,

$$X_t - \phi_1 X_{t-1} - \dots - \phi_p X_{t-p} = Z_t + \theta_1 Z_{t-1} + \dots + \theta_q Z_{t-q} \quad (1)$$

where $\{Z_t\} \sim WN(0, \sigma^2)$ (WN denotes White Noise). The equation (1) can also be expressed as

$$\phi(L)X_t = \theta(L)Z_t \quad (2)$$

for $t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, where ϕ and θ are the p^{th} and q^{th} degree polynomials expressed as $\phi(z) = 1 - \phi_1 z - \dots - \phi_p z^p$ and $\theta(z) = 1 + \theta_1 z + \dots + \theta_q z^q$ where L denotes the backward shift operator defined by $L^j X_t = X_{t-j}$, $j = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$. ϕ and θ polynomials represent the autoregressive (AR) and moving average (MA) polynomials of the difference equations (2) (Brockwell & Davis, 2006, p. 78). In case an $ARMA(p, q)$ model $\phi(L)Y_t = \theta(L)Z_t$ is fitted to the differenced series $Y_t = (1 - L^s)X_t$, the model for the original series takes the form of $\phi(L)(1 - L^s)X_t = \theta(L)Z_t$ which is a special case of the general SARIMA model which will be defined as: If d and D are nonnegative integers, then $\{X_t\}$ is a seasonal $ARIMA(p, d, q) \times (P, D, Q)_s$ process with period s if the differenced series $Y_t = (1 - L)^d(1 - L^s)^D X_t$ is a causal ARMA process defined by

$$\phi(L)\Phi(L^s)Y_t = \theta(L)\Theta(L^s)Z_t, \{Z_t\} \sim WN(0, \sigma^2) \quad (3)$$

where $\Phi(z) = 1 - \Phi_1 z - \dots - \Phi_P z^P$ (seasonal $AR(P)$ characteristic polynomial), $\Theta(z) = 1 + \Theta_1 z + \dots + \Theta_Q z^Q$ (seasonal $MA(Q)$ characteristic polynomial) (Brockwell & Davis, 2002, p. 203). By including a constant term δ in order to take a deterministic trend into account, a more general multiplicative SARIMA model can be written as follows:

$$\phi(L)\Phi(L^s)Y_t = \delta + \theta(L)\Theta(L^s)Z_t \quad (4)$$

(Shumway & Stoffer, 2011, p. 157) (all AR and MA polynomial definitions have been taken from Brockwell & Davis [2006, p. 78]) (Sanli, 2015, pp. 40-42).

Liu (1989) has proposed an identification method to determine a clear-cut seasonal ARIMA model utilizing from an intermediary model which is the multiplicative $ARMA(1,1)$ model and a filtering method which depends on deriving two time series R_t and S_t from the original series Y_t representing the non-seasonal (regular) and seasonal behaviour of that series and then obtaining a model for Y_t by combining the models for R_t and S_t . For a detailed description about the method, see Liu (1989).

2.2. Holt-Winters Seasonal Method

Holt-Winters seasonal method arises as a variant of Holt's method by Holt (1957) and Winters (1960) in order to pay regard to seasonal effect directly and depends on three equations which can be considered as triple exponential smoothing for level, trend and seasonal components and one forecast equation. However, a distinction emerges depending on the nature of seasonality in the seasonal equation. The usage of the additive method is more appropriate in the case of roughly constant variations, while the usage of an multiplicative model is more suitable if one refers to the changing seasonal variations. When seasonality component is incorporated into the forecast, the model is called an additive model. Since the graph of Turkish GDP presents a visual inspection about the presence of a constant seasonal variation in a rough manner for our application, only the additive model has been mentioned in order to save space. The components for Holt-Winters additive method are expressed as follows:

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + B_{t-1}) \quad (5)$$

$$B_t = \beta^*(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta^*)B_{t-1} \quad (6)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_{t-1} - B_{t-1}) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (7)$$

$$\hat{Y}_{t+h|t} = L_t + hB_t + S_{t-s+h_s^+} \quad (8)$$

where s denotes the length of the seasonal (for instance, $s = 4$ for quarterly data; L_t , B_t and S_t represent the level, trend and seasonality components respectively; α , β^* and γ are smoothing parameters; Y_t denotes the known observation values; $\hat{Y}_{t+h}$ denotes the $\hat{Y}$ forecast value at period h and $h_s^+ = \left\lfloor \frac{h-1}{m} \right\rfloor + 1$ where the notation $\lfloor z \rfloor$ implies the largest integer being not greater than z under the parameter restrictions $0 \leq \alpha \leq 1$, $0 \leq \beta^* \leq 1$ and $0 \leq \gamma \leq 1$. The level equation consists of the seasonally adjusted term $(Y_t - S_{t-s})$ by subtracting the seasonal component and the non-seasonal forecast for time t which is $(L_{t-1} + B_{t-1})$. The seasonal equation is identified as a weighted average considering both the current seasonal index $(Y_t - L_{t-1} - B_{t-1})$ and the seasonal index of s time periods ago. The general form of the seasonal equation is mostly expressed as $S_t = \gamma^*(Y_t - L_t) + (1 - \gamma^*)S_{t-s}$. Primarily, since this method is an exponential smoothing method, component values must be calculated in order to be able to perform an algorithm calculation. For computing L_t and B_t , seasonal indexes are required to be identified as in the following formula (Makridakis *et al.* 1998, pp. 165-169):

$$S_1 = Y_1 - L_s, S_2 = Y_2 - L_s, S_s = Y_s - L_s \quad (9)$$

(Hyndman & Athanasopoulos, 2014, pp. 188-189; Tüzemen & Yildiz, 2018, pp. 8-9).

2.3. Seasonal Naive Method

This method is feasible in order to account for seasonal data by setting each prediction to the observed value of the same period in the previous year. In other saying, the seasonal naive forecast at time t is equal to $F_t = Y_{t-s}$ (Shmueli & Lichtendahl, 2018, p. 50).

3. DATA SET AND EMPIRICAL RESULTS

In this research, historical quarterly real GDP data (seasonally unadjusted) in chain linked volume by expenditure approach have been used covering the period 1998Q1-2019Q2 and obtained from the website of Central Bank of the Republic of Turkey. This data set has been seperated into two samples: Firstly, the sample covering the period 1998Q1-2017Q2 has been employed for model identification and secondly, the last 8 observations have been used as out-sample (2017Q3-2019Q2) in order to test model performance using three forecasting approaches. Since Turkish quarterly GDP follows an upward trend and seasonal patterns, the logarithm of the GDP series has been taken in order to stabilize variance. The last two years or 8 observations have been removed from the data set. After taking natural

logarithms of the time series, SARIMA model is fitted to the economic growth series. GDP growth rates associated with the original data set have been calculated through the formula $GR = ((Y_t - Y_{t-4})/Y_{t-4})100$ (relative to the value of the same period in the previous year) where GR denotes growth rates and Y_t denotes the GDP in the level form.

In the study, primarily, DHF test proposed by Dickey, Hasza and Fuller (1984) and OCSB test proposed by Osborn, Chui, Smith and Birchenhall (1988) as a modification of DHF test have been carried out for identifying the presence of seasonal unit roots. DHF test has been preferred with respect to providing the information of whether the series is seasonally integrated of order one ($SI(1)$) or not without having to test for unit roots at zero (long run) frequency and seasonal frequencies separately. DHF test regression has been enlarged with seasonal dummy regressors and five lags of the dependent variable in a way to obtain white noise residuals.

Table 1. DHF Test Results for Quarterly GDP Series

Dependent Variable: D4GDP				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-statistic	Prob.
D1	0.088655	0.307323	0.288474	0.7740
D2	0.085571	0.308756	0.277147	0.7826
D3	0.082972	0.310006	0.267644	0.7899
D4	0.094266	0.309890	0.304190	0.7621
LNGDP(-4)	-0.003836	0.016045	-0.239062	0.8119
D4GDP(-1)	0.915869	0.123011	7.445408	0.0000
D4GDP(-2)	-0.010009	0.163963	-0.061042	0.9515
D4GDP(-3)	-0.140453	0.163163	-0.860817	0.3928
D4GDP(-4)	-0.359194	0.166787	-2.153609	0.0354
D4GDP(-5)	0.321674	0.122641	2.622887	0.0111
R-squared: 0.671250 Adjusted R-squared: 0.621101 DW stat: 2.031478				

Table 1 shows the DHF test results and according to the findings, the null hypothesis could not be rejected at the 5% significance level and the data generating process has been described by $SI(1)$ process which implies the presence of nonstationary stochastic seasonality which has to be removed via the seasonal differencing filter $\Delta_4 = (1 - L)^4$. On the other hand, OCSB test statistic has been found as -1.5753 (5% critical value is -1.8927) which also confirm the DHF findings so that the null hypothesis saying about the existence of seasonal unit root cannot be rejected.

Table 2. Suggested ARIMA Models of lnGDP Series by Using Stepwise Selection

Suggested ARIMA models	AICc	AIC
ARIMA(2,0,2)(1,1,1)[4] with drift	-291.1407	-293.3561
ARIMA(0,0,0)(0,1,0)[4] with drift	-217.6826	-217.8517
ARIMA(1,0,0)(1,1,0)[4] with drift	-293.1867	-293.7664
ARIMA(0,0,1)(0,1,1)[4] with drift	-262.1596	-262.7393
ARIMA(0,0,0)(0,1,0)[4]	-181.4789	-181.5344
ARIMA(1,0,0)(0,1,0)[4] with drift	-281.3775	-281.7204
ARIMA(1,0,0)(2,1,0)[4] with drift	-294.4578	-295.3401
ARIMA(1,0,0)(2,1,1)[4] with drift	-296.1012	-297.3549
ARIMA(1,0,0)(1,1,1)[4] with drift	-297.6378	-298.5201
ARIMA(1,0,0)(0,1,1)[4] with drift	-299.187	-299.7667
ARIMA(1,0,0)(0,1,2)[4] with drift	-297.4269	-298.3092
ARIMA(1,0,0)(1,1,2)[4] with drift	-295.7344	-296.9881
ARIMA(0,0,0)(0,1,1)[4] with drift	-215.9585	-216.3013
ARIMA(2,0,0)(0,1,1)[4] with drift	-297.1109	-297.9932
ARIMA(1,0,1)(0,1,1)[4] with drift	-297.0925	-297.9749
ARIMA(2,0,1)(0,1,1)[4] with drift	Inf	Inf
ARIMA(1,0,0)(0,1,1)[4]	-297.4104	-297.7533

Table 3. Estimate Results for Automatic Selection Procedure and Liu (1989)'s Approach

<i>Estimates of Parameters for ARIMA (1,0,0)(0,1,1)[4] Model with Drift: Automatic Selection</i>					
	AR(1)	SMA(1)	DRIFT		
Estimate	0.8923	-0.7564	0.0113		
Standard Error	0.0605	0.1502	0.0021		
Sigma^2: 0.0009274 log-likelihood: 153.88					
AIC: -299.77 AICc: -299.19 BIC: -290.55					
<i>Estimates of Parameters for ARIMA (1,0,1)(1,1,1)[4] Model with Drift: Liu (1989)'s Approach</i>					
	AR(1)	MA(1)	SAR(1)	SMA(1)	DRIFT
Estimate	0.8484	0.0899	0.1841	-0.8540	0.0116
Standard Error	0.0889	0.1340	0.1804	0.1364	0.0015
Sigma^2: 0.0009297 log-likelihood: 154.48					
AIC: -296.97 AICc: -295.71 BIC: -283.14					

Table 2 shows suggested ARIMA Models of logarithmic GDP under stepwise selection. Among various postulated models, the best-fitted SARIMA model for modelling stochastic seasonal fluctuations by using automatic selection procedure has been determined as the multiplicative ARIMA (1,0,0)(0,1,1)[4] with drift in conformity with the principle of parsimony with the smallest AIC value of -299.77, AICc value of -299.19 and BIC value of -290.55. Apart from the automatic model selection procedure, another SARIMA model selection has been based upon filtering identification method proposed by Liu (1989) which depends on operating an intermediary ARMA (1,1) model for generating series with regular and seasonal patterns separately and then deciding about the appropriate model by visual inspection through the sample autocorrelation function (ACF), partial ACF and extended ACF of these generated series. Table 3 combines estimate results for automatic selection procedure and Liu (1989)'s approach. Since Turkish quarterly GDP series for the given period is nonstationary; in order to implement Liu (1989)'s approach, the sample autocorrelation functions of $\ln GDP_t$, $(1-L)\ln GDP_t$, $(1-L^4)\ln GDP_t$ and $(1-L)(1-L^4)\ln GDP_t$ have been examined and it has been decided to consider only $(1-L^4)\ln GDP_t$ series as it is in the study by Liu (1989). As clearly seen in Table 3, the coefficients of ARIMA (1,0,0)(0,1,1)[4] model with drift are significantly different from zero. Besides; using Liu (1989)'s method, the most suitable model has been chosen as ARIMA (1,0,1) (1,1,1) [4] with drift model and ARIMA (1,0,0)(0,1,1)[4] with drift model detected by automatic selection procedure has outperformed ARIMA (1,0,1)(1,1,1)[4] with drift model for forecasting the GDP growth in Turkey when AIC, AICc and BIC information criteria are considered.

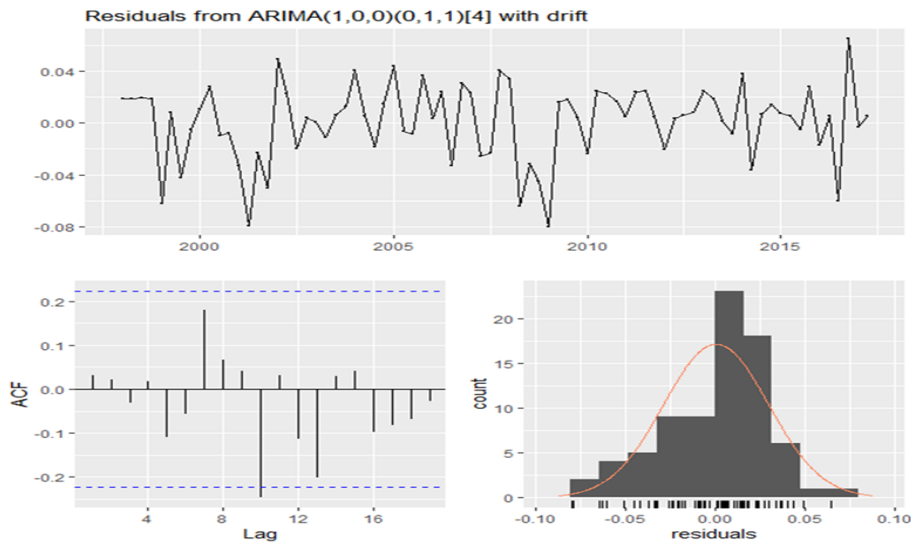
**Figure 1. Residuals of ARIMA(1,0,0)(0,1,1)[4] with drift model**

Table 4 shows suggested ARIMA models of lnGDP series under the nonstepwise-selection method. As in the stepwise selection, the best model has been determined to be ARIMA(1,0,0)(0,1,1)[4] with drift model.

Table 4. Suggested ARIMA Models of lnGDP Series by Using Non-Stepwise Selection

Suggested ARIMA models	AICc	AIC	Suggested ARIMA models	AICc	AIC
ARIMA(0,0,0)(0,1,0)[4]	-181.4789	-181.5344	ARIMA(0,0,2)(0,1,2)[4]	-255.6752	-256.5576
ARIMA(0,0,0)(0,1,0)[4] with drift	-217.6826	-217.8517	ARIMA(0,0,2)(0,1,2)[4] with drift	Inf	Inf
ARIMA(0,0,0)(0,1,1)[4]	-186.1868	-186.3558	ARIMA(0,0,2)(1,1,0)[4]	-254.5324	-255.1121
ARIMA(0,0,0)(0,1,1)[4] with drift	-215.9585	-216.3013	ARIMA(0,0,2)(1,1,0)[4] with drift	-275.1762	-276.0585
ARIMA(0,0,0)(0,1,2)[4]	-191.5165	-191.8593	ARIMA(0,0,2)(1,1,1)[4]	-252.2123	-253.0946
ARIMA(0,0,0)(0,1,2)[4] with drift	-213.8933	-214.473	ARIMA(0,0,2)(1,1,1)[4] with drift	Inf	Inf
ARIMA(0,0,0)(1,1,0)[4]	-190.7822	-190.9512	ARIMA(0,0,2)(1,1,2)[4]	Inf	Inf
ARIMA(0,0,0)(1,1,0)[4] with drift	-216.001	-216.3439	ARIMA(0,0,2)(1,1,2)[4] with drift	Inf	Inf
ARIMA(0,0,0)(1,1,1)[4]	Inf	Inf	ARIMA(0,0,2)(2,1,0)[4]	-255.1908	-256.0732
ARIMA(0,0,0)(1,1,1)[4] with drift	-214.5985	-215.1782	ARIMA(0,0,2)(2,1,0)[4] with drift	-273.6135	-274.8672
ARIMA(0,0,0)(1,1,2)[4]	Inf	Inf	ARIMA(0,0,2)(2,1,1)[4]	Inf	Inf
ARIMA(0,0,0)(1,1,2)[4] with drift	Inf	Inf	ARIMA(0,0,2)(2,1,1)[4] with drift	Inf	Inf
ARIMA(0,0,0)(2,1,0)[4]	-197.2081	-197.551	ARIMA(0,0,3)(0,1,0)[4]	Inf	Inf
ARIMA(0,0,0)(2,1,0)[4] with drift	-214.007	-214.5867	ARIMA(0,0,3)(0,1,0)[4] with drift	-298.0453	-298.9277
ARIMA(0,0,0)(2,1,1)[4]	Inf	Inf	ARIMA(0,0,3)(0,1,1)[4]	Inf	Inf
ARIMA(0,0,0)(2,1,1)[4] with drift	-212.4075	-213.2898	ARIMA(0,0,3)(0,1,1)[4] with drift	-295.744	-296.9977
ARIMA(0,0,0)(2,1,2)[4]	Inf	Inf	ARIMA(0,0,3)(0,1,2)[4]	Inf	Inf
ARIMA(0,0,0)(2,1,2)[4] with drift	Inf	Inf	ARIMA(0,0,3)(0,1,2)[4] with drift	Inf	Inf
ARIMA(0,0,1)(0,1,0)[4]	-241.5733	-241.7423	ARIMA(0,0,3)(1,1,0)[4]	Inf	Inf
ARIMA(0,0,1)(0,1,0)[4] with drift	-263.7485	-264.0913	ARIMA(0,0,3)(1,1,0)[4] with drift	Inf	Inf
ARIMA(0,0,1)(0,1,1)[4]	-243.8594	-244.2022	ARIMA(0,0,3)(1,1,1)[4]	Inf	Inf
ARIMA(0,0,1)(0,1,1)[4] with drift	-262.1596	-262.7393	ARIMA(0,0,3)(1,1,1)[4] with drift	Inf	Inf
ARIMA(0,0,1)(0,1,2)[4]	-242.9396	-243.5193	ARIMA(1,0,0)(0,1,0)[4]	-280.4434	-280.6124
ARIMA(0,0,1)(0,1,2)[4] with drift	Inf	Inf	ARIMA(1,0,0)(0,1,0)[4] with drift	-281.3775	-281.7204
ARIMA(0,0,1)(1,1,0)[4]	-245.2943	-245.6371	ARIMA(1,0,0)(0,1,1)[4]	-297.4104	-297.7533
ARIMA(0,0,1)(1,1,0)[4] with drift	-262.0574	-232.6371	ARIMA(1,0,0)(0,1,1)[4] with drift	-299.187	-299.7667
ARIMA(0,0,1)(1,1,1)[4]	Inf	Inf	ARIMA(1,0,0)(0,1,2)[4]	-295.2801	-295.8598
ARIMA(0,0,1)(1,1,1)[4] with drift	Inf	Inf	ARIMA(1,0,0)(0,1,2)[4] with drift	-297.4269	-298.3092
ARIMA(0,0,1)(1,1,2)[4]	Inf	Inf	ARIMA(1,0,0)(1,1,0)[4]	-292.3828	-292.7257
ARIMA(0,0,1)(1,1,2)[4] with drift	Inf	Inf	ARIMA(1,0,0)(1,1,0)[4] with drift	-293.1867	-293.7664
ARIMA(0,0,1)(2,1,0)[4]	-245.0153	-245.595	ARIMA(1,0,0)(1,1,1)[4]	-295.3714	-295.8971
ARIMA(0,0,1)(2,1,0)[4] with drift	-260.0436	-260.9259	ARIMA(1,0,0)(1,1,1)[4] with	-297.6378	-298.5201
ARIMA(0,0,1)(2,1,1)[4]	Inf	Inf	ARIMA(1,0,0)(1,1,2)[4]	-293.2916	-294.174
ARIMA(0,0,1)(2,1,1)[4] with drift	-257.4264	-258.6801	ARIMA(1,0,0)(1,1,2)[4] with drift	-295.7344	-296.9881
ARIMA(0,0,1)(2,1,2)[4]	Inf	Inf	ARIMA(1,0,0)(2,1,0)[4]	-293.9483	-294.528
ARIMA(0,0,1)(2,1,2)[4] with drift	Inf	Inf	ARIMA(1,0,0)(2,1,0)[4] with drift	-294.4578	-295.3401
ARIMA(0,0,2)(0,1,0)[4]	-256.7518	-257.0946	ARIMA(1,0,0)(2,1,1)[4]	-293.5435	-294.4258
ARIMA(0,0,2)(0,1,0)[4] with drift	-272.7155	-273.2952	ARIMA(1,0,0)(2,1,1)[4] with drift	-296.1012	-297.3549
ARIMA(0,0,2)(0,1,1)[4]	-254.5263	-255.106	ARIMA(1,0,0)(2,1,2)[4]	Inf	Inf
ARIMA(0,0,2)(0,1,1)[4] with drift	-276.4225	-277.3049	ARIMA(1,0,0)(2,1,2)[4] with drift	Inf	Inf

Table 4 Continued

ARIMA(1,0,1)(0,1,0)[4]	-280.5214	-280.8643	ARIMA(2,0,0)(1,1,1)[4] with drift	-295.7731	-297.0268
ARIMA(1,0,1)(0,1,0)[4] with drift	-282.3718	-282.9515	ARIMA(2,0,0)(1,1,2)[4]	Inf	Inf
ARIMA(1,0,1)(0,1,1)[4]	-295.1904	-295.7702	ARIMA(2,0,0)(1,1,2)[4] with drift	-292.4835	-294.1805
ARIMA(1,0,1)(0,1,1)[4] with drift	-297.0925	-297.9749	ARIMA(2,0,0)(2,1,0)[4]	-291.7983	-292.6807
ARIMA(1,0,1)(0,1,2)[4]	-293.006	-293.8884	ARIMA(2,0,0)(2,1,0)[4] with drift	-292.6887	-293.9424
ARIMA(1,0,1)(0,1,2)[4] with drift	-295.4584	-296.7121	ARIMA(2,0,0)(2,1,1)[4]	-291.1823	-292.436
ARIMA(1,0,1)(1,1,0)[4]	-290.2139	-290.7936	ARIMA(2,0,0)(2,1,1)[4] with drift	-293.9029	-295.5998
ARIMA(1,0,1)(1,1,0)[4] with drift	-291.2152	-292.0975	ARIMA(2,0,1)(0,1,0)[4]	-280.2146	-280.7943
ARIMA(1,0,1)(1,1,1)[4]	-293.0457	-293.9281	ARIMA(2,0,1)(0,1,0)[4] with drift	-283.9579	-284.8403
ARIMA(1,0,1)(1,1,1)[4] with drift	-295.7127	-296.9664	ARIMA(2,0,1)(0,1,1)[4]	-292.8812	-293.7635
ARIMA(1,0,1)(1,1,2)[4]	-290.9414	-292.1952	ARIMA(2,0,1)(0,1,1)[4] with drift	Inf	Inf
ARIMA(1,0,1)(1,1,2)[4] with drift	-293.6499	-295.3469	ARIMA(2,0,1)(0,1,2)[4]	-290.6365	-291.8903
ARIMA(1,0,1)(2,1,0)[4]	-291.7766	-292.6589	ARIMA(2,0,1)(0,1,2)[4] with drift	-293.2281	-294.9251
ARIMA(1,0,1)(2,1,0)[4] with drift	-292.5415	-293.7952	ARIMA(2,0,1)(1,1,0)[4]	-288.1505	-289.0328
ARIMA(1,0,1)(2,1,1)[4]	-291.1721	-292.4258	ARIMA(2,0,1)(1,1,0)[4] with drift	Inf	Inf
ARIMA(1,0,1)(2,1,1)[4] with drift	-293.8635	-295.5604	ARIMA(2,0,1)(1,1,1)[4]	-290.6732	-291.927
ARIMA(1,0,2)(0,1,0)[4]	-281.198	-281.7777	ARIMA(2,0,1)(1,1,1)[4] with drift	-293.5332	-295.2302
ARIMA(1,0,2)(0,1,0)[4] with drift	-283.8265	-284.7089	ARIMA(2,0,1)(2,1,0)[4]	-289.2752	-290.5289
ARIMA(1,0,2)(0,1,1)[4]	-292.8882	-293.7706	ARIMA(2,0,1)(2,1,0)[4] with drift	Inf	Inf
ARIMA(1,0,2)(0,1,1)[4] with drift	-294.8265	-296.0802	ARIMA(2,0,2)(0,1,0)[4]	-282.2653	-283.1476
ARIMA(1,0,2)(0,1,2)[4]	-290.6434	-291.8971	ARIMA(2,0,2)(0,1,0)[4] with drift	-289.9164	-291.1702
ARIMA(1,0,2)(0,1,2)[4] with drift	-293.1511	-294.8481	ARIMA(2,0,2)(0,1,1)[4]	-290.536	-291.7897
ARIMA(1,0,2)(1,1,0)[4]	-289.0766	-289.959	ARIMA(2,0,2)(0,1,1)[4] with drift	-292.3995	-294.0965
ARIMA(1,0,2)(1,1,0)[4] with drift	-290.9038	-292.1575	ARIMA(2,0,2)(1,1,0)[4]	-286.7578	-288.0115
ARIMA(1,0,2)(1,1,1)[4]	-290.6842	-291.938	ARIMA(2,0,2)(1,1,0)[4] with drift	-289.3975	-291.0944
ARIMA(1,0,2)(1,1,1)[4] with drift	-293.4972	-295.1941	ARIMA(2,0,3)(0,1,0)[4]	-289.4331	-290.6868
ARIMA(1,0,2)(2,1,0)[4]	-289.8216	-291.0753	ARIMA(2,0,3)(0,1,0)[4] with drift	-293.9887	-295.6857
ARIMA(1,0,2)(2,1,0)[4] with drift	-291.1404	-292.8374	ARIMA(3,0,0)(0,1,0)[4]	-279.9482	-280.5279
ARIMA(1,0,3)(0,1,0)[4]	-289.7796	-290.662	ARIMA(3,0,0)(0,1,0)[4] with drift	-285.2574	-286.1398
ARIMA(1,0,3)(0,1,0)[4] with drift	-296.2529	-297.5066	ARIMA(3,0,0)(0,1,1)[4]	-292.8885	-293.7708
ARIMA(1,0,3)(0,1,1)[4]	Inf	Inf	ARIMA(3,0,0)(0,1,1)[4] with drift	-294.9005	-296.1543
ARIMA(1,0,3)(0,1,1)[4] with drift	-292.5646	-294.2616	ARIMA(3,0,0)(0,1,2)[4]	-290.6452	-291.8989
ARIMA(1,0,3)(1,1,0)[4]	Inf	Inf	ARIMA(3,0,0)(0,1,2)[4] with drift	-293.2152	-294.9122
ARIMA(1,0,3)(1,1,0)[4] with drift	-293.8508	-295.5478	ARIMA(3,0,0)(1,1,0)[4]	-288.8747	-289.757
ARIMA(2,0,0)(0,1,0)[4]	-281.1891	-281.5319	ARIMA(3,0,0)(1,1,0)[4] with drift	-291.1593	-292.413
ARIMA(2,0,0)(0,1,0)[4] with drift	-284.0833	-284.663	ARIMA(3,0,0)(1,1,1)[4]	-290.6862	-291.94
ARIMA(2,0,0)(0,1,1)[4]	-295.1903	-295.77	ARIMA(3,0,0)(1,1,1)[4] with drift	-293.5896	-295.2865
ARIMA(2,0,0)(0,1,1)[4] with drift	-297.1109	-297.9932	ARIMA(3,0,0)(2,1,0)[4]	-289.8048	-291.0585
ARIMA(2,0,0)(0,1,2)[4]	-293.0054	-293.8877	ARIMA(3,0,0)(2,1,0)[4] with drift	-291.412	-293.109
ARIMA(2,0,0)(0,1,2)[4] with drift	-295.5021	-296.7559	ARIMA(3,0,1)(0,1,0)[4]	-277.6632	-278.5455
ARIMA(2,0,0)(1,1,0)[4]	-290.2322	-290.8119	ARIMA(3,0,1)(0,1,0)[4] with drift	-283.0162	-284.2699
ARIMA(2,0,0)(1,1,0)[4] with drift	-291.3645	-292.2468	ARIMA(3,0,1)(0,1,1)[4]	-290.517	-291.7707
ARIMA(2,0,0)(1,1,1)[4]	-293.045	-293.9273	ARIMA(3,0,1)(0,1,1)[4] with drift	Inf	Inf

Figure 1 also shows that this model fits data well since the residuals seem to be white noise as randomly distributed around zero (Ljung-Box test statistic has been obtained as $Q^* = 4.7165$ with p-value = 0.4514; therefore the null saying that residuals are independently distributed cannot be rejected).

Table 5. Performance Comparison of Forecasting Methods

MODELS	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE
ARIMA (1,0,0)(0,1,1)[4] with drift	0.000774	0.029054	0.022626	0.003681	0.117257	0.3541056
Holt-Winters Seasonal Method	0.004380	0.031770	0.024184	0.022953	0.125272	0.378495
Seasonal Naive	0.044512	0.070016	0.063896	0.228806	0.330308	1

*Note*¹: According to the ARIMA (1,0,0)(0,1,1)[4] with drift model, the logarithmic GDP forecasts covering 2017Q3-2019Q2 are reported as 19.91411, 19.92825, 19.76966, 19.872, 19.95540, 19.96997, 19.81177 and 19.91445 respectively. Besides this, under the chosen predictive model using Holt-Winters exponential smoothing with trend and additive seasonal component; smoothing parameters have been found as alpha: 0.75415, beta: 0.09291 and gamma: 1.

*Note*²: ME: Mean Error; RMSE: Root Mean Squared Error; MAE: Mean Absolute Error; MPE: Mean Percentage Error; MAPE: Mean Absolute Percentage Error; MASE: Mean Absolute Scaled Error

Table 5 reports performance comparison results for three forecasting methods. Findings have revealed that the best forecasting model among three methods is ARIMA (1,0,0)(0,1,1)[4] drift model with forecast accuracy measures all taking the smallest values when compared to others.

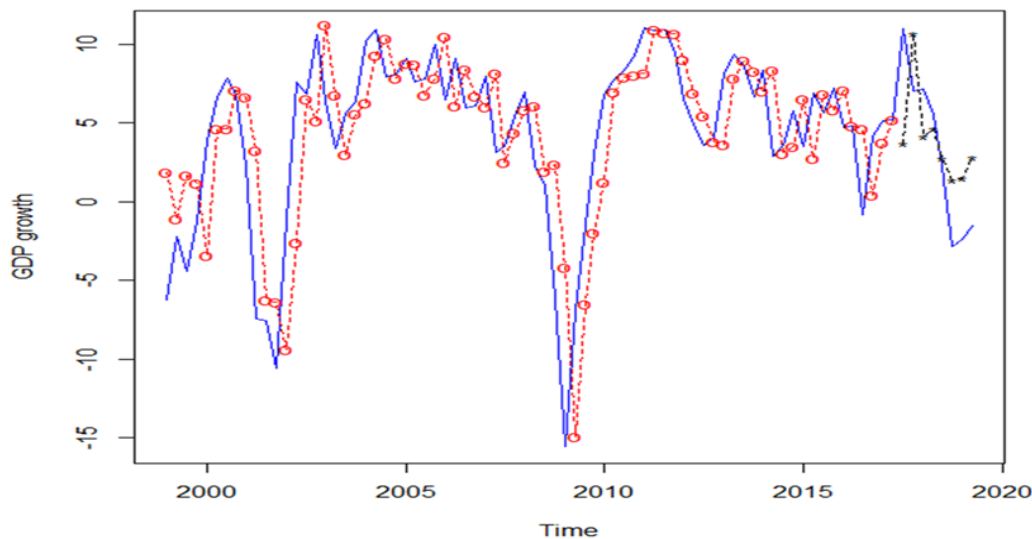


Figure 2. Graph of Fitted (SARIMA) and Original Growth Rates

Figure 2 shows the graph of GDP growth rates against time where the blue line shows the original growth rates, red dashed line shows the fitted GDP growth rates based on the SARIMA approach and observations in black color represent forecast values for the period 2017Q3-2019Q2. In the light of all these findings, SARIMA model can be expressed to predict Turkish GDP growth well as consistent with observed data.

4. CONCLUSION

An accurate forecast of future GDP growth is of great importance with respect to affecting all economic units and enabling to monitor the economic health of a country as a whole. For this reason, in this research it has been aimed to forecast the quarterly Turkish GDP growth rate utilizing from SARIMA, Holt-Winters seasonal method and seasonal naive methods covering the period 1998Q1-2019Q2 where the last 8 observations have been separated as out-sample for testing model performance. When the predictive performances of three forecasting methods are evaluated, all forecast accuracy measures have confirmed that SARIMA approach is the best forecasting method relative to others. Consequently, the fitted ARIMA (1,0,0) (0,1,1)[4] with drift model has predicted quarterly Turkish GDP growth well when compared to the observed empirical data for out-sample as the best model for forecasting.

REFERENCES

- Andreou, E., Ghysels, E., & Kourtellis, A. (2013). Should macroeconomic forecasters use daily financial data and how?. *Journal of Business & Economic Statistics*, 31(2), 240-251.
- Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1970). *Time series analysis: Forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day.
- Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2002). *Introduction to time series and forecasting* (2nd ed.). New York: Springer-Verlag.
- Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2006). *Time series: Theory and methods* (2nd ed.). New York: Springer.
- Dickey, D., Hasza, D., & Fuller, W. (1984). Testing for unit roots in seasonal time series. *Journal of the American Statistical Association*, 79, 355-367.
- Dogan, B. S., & Midilic, M. (2019). Forecasting Turkish real GDP growth in a data-rich environment. *Empirical Economics*, 56(1), 367-395.
- Gunay, M. (2018). *Nowcasting Annual Turkish GDP Growth with MIDAS* (No. 1810). Research and Monetary Policy Department, Central Bank of the Republic of Turkey.
- Hamaker, E. L., & Dolan, C. V. (2009). Idiographic data analysis: Quantitative methods - from simple to advanced. In J. Valsiner, P. C. M. Molenaar, M. C. D. P. Lyra & N. Chaudhary (Eds.), *Dynamic process methodology in the social and developmental sciences* (pp. 191-216). New York: Springer-Verlag.
- Holt, C. E. (1957). *Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted averages* (O.N.R. Memorandum No. 52). Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh USA.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos G. (2014). *Forecasting: Principles and Practice*, Otexts.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting methods and applications*, 3rd ed., USA: John Wiley and Sons Inc.
- Liu, L. M. (1989). Identification of seasonal ARIMA models using a filtering method. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 18(6), 2279-2288.
- Oral, I. O. (2019). Comparison of The Winters' Seasonality Exponential Smoothing Method With The Pegels' Classification: Forecasting of Turkey's Economic Growth Rates. *Anadolu University – Journal of Social Sciences*, 19(3), 275-294.
- Osborn, D.R., Chui, A. P. L., Smith, J. P., & Birchenhall, C. R. (1988). Seasonality and the order of integration for consumption. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 50, 361-377.
- Pankratz, A. (1983). *Forecasting with univariate Box-Jenkins model: Concepts and cases*. New York: John Wiley & Sons.
- Sacakli-Sacildi, I. (2015). Do BVAR Models Forecast Turkish GDP Better Than UVAR Models?. *British Journal of Economics, Management and Trade*, 7(4), 259-268.
- Sanli, S. (2015). *The Econometric Analysis of Seasonal Time Series: Applications on Some Macroeconomic Variables*. Master's Thesis, Cukurova University, Adana.
- Shmueli, G., & Lichtendahl, K. C (2018). *Practical Time Series Forecasting with R*. 2nd ed., Axelrod Schnall Publishers.

- Shumway, R. H., & Stoffer, D. S. (2011). *Time series analysis and its applications - with R examples* (3rd ed.). New York: Springer.
- Stock, J., and Watson, M. (1991). A probability model of the coincident economic indicators. In K. Lahiri & G. Moore (Eds.), *Leading economic indicators, new approaches and forecasting records*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tüzemen, A., & Yıldız, Ç. (2018). Holt Winters Tahminleme Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi: Türkiye İşsizlik Oranları Uygulaması. *Ataturk University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 32(1), 1-18.
- Winters, P. R. (1960). Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. *Management Science*, 6, 324–342.

Türkiye’de Döviz Kurunun Cari İşlemler Üzerindeki Asimetrik Etkisi: NARDL Modeli Bulguları

Anıl AKÇAĞLAYAN

Doç. Dr., Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, gokkus@politics.ankara.edu.tr
orcid.org/0000-0002-4827-3636

ÖZ

Bu çalışmada 2002:01-2019:11 döneminde Türkiye’de reel efektif döviz kurundaki değişikliklerin cari işlemler dengesi üzerindeki etkisi doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif model (NARDL) ile incelenmektedir. Verilerin durağanlığı sınamak için hem ADF hem de yapısal kırılmalı birim kök testleri kullanılmıştır. NARDL modelinin tahmin sonuçları değişkenler arasında uzun dönemde asimetrik eşbütünleşme ilişkisinin varlığını desteklemektedir. Uzun dönemde yerli paranın değer kazanması da kaybetmesinin de cari işlemler üzerindeki etkisi negatiftir. Uzun dönemde reel efektif döviz kurundaki yüzde 1’lik değer artışı cari işlemlerde yüzde 0.46 ve reel efektif döviz kurundaki yüzde 1’lik değer kaybı cari işlemlerde 0.52 azalmaya neden olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: NARDL, Cari İşlemler Dengesi, Yapısal Kırılmalı Birim Kök
JEL Kodları: C32, F31, F32

The Asymmetric Effects of Exchange Rate on Current Account Balance in Turkey

ABSTRACT

This paper investigates the asymmetric effects of real exchange rate movements on the current account balance in Turkey, from 2002:01 to 2019:09, using by non linear autoregressive distributive lag (NARDL) model proposed by Shin et. al. (2014). This method enables us to examine an asymmetric relationship between real exchange rate and current account balance. The empirical findings point out that there is asymmetric cointegration between exchange rate and current account in Turkey. In the long run, positive and negative changes in real effective exchange rate exert a significant negative effect on current account.

Keywords: NARDL, Current Account, Turkey
JEL Codes: C32, F31, F32

1. GİRİŞ

Son yirmi yılda cari işlemler açıkları, Türkiye'nin temel yapısal sorunları arasında yer almaktadır. Politika yapımcıların bu soruna yönelik önlemler alabilmesi için öncelikle makroekonomik değişkenlerin bu açığı nasıl ve ne yönde etkilediğinin incelenmesi önemlidir.

Hem teorik hem de uygulamalı çalışmalar incelendiğinde cari işlemleri etkileyen temel değişkenler arasında döviz kuru, ülkenin ve dış ticaret yapılan ülkelerin gelirlerinin olduğu görülmektedir. Ülkenin gelirindeki artışın ithalatı artırarak cari işlemlerin en büyük bileşeni olan dış ticaret dengesini olumsuz etkilemesi beklenir. İhracata yapılan ülkenin gelirindeki artışın ve yerli paranın değer kaybetmesinin ise net dış ticareti artırıcı etkileri olacağı varsayılır.

Yerli paranın değerindeki değişikliğin dış ticaret üzerindeki etkisi esneklikler yaklaşımı ile açıklanmaktadır. Yerli paranın değer kaybı ihraç edilen malların yabancı para cinsinden ucuzlamasına ve ithal edilen malların yerli cinsinden fiyatlarının artmasına neden olacaktır. Marshall-Learner koşuluna göre yerli paranın değer kaybının dış ticaret üzerindeki etkisi ihracat ve ithalat talebinin fiyat esnekliklerine bağlıdır. Bu esnekliklerin toplamı birden büyükse yerli paranın değer kaybetmesinin dış ticaret üzerindeki etkisi olumlu olacaktır. Bununla birlikte bu olumlu etki kısa dönemde ortaya çıkmayabilir. İlk defa Magee (1973) tarafından ortaya konan J eğrisi yaklaşımına göre kısa dönemde dış ticarete bozulma ve uzun dönemde iyileşme görülür. Kısa dönemde önceden yapılan anlaşmalar ve fiyatlara uyumun zaman alması nedeni ile ithalat ve ihracat miktarlarındaki değişiklik çok sınırlı olduğundan dış ticaret açığı artacaktır. Uzun dönemde ise yerli paranın değer kaybı dış ticaret açıklarını azaltıcı etki yaratacaktır. Dış ticaretin zaman içindeki değişimi J şeklinde olacaktır.

Döviz kurundaki değişikliklerin dış ticaret üzerindeki etkisini ve J eğrisinin varlığını araştıran çok sayıda uygulamalı çalışma yapılmıştır. Türkiye için de döviz kurunun dış ticaret ve cari işlemler dengesi üzerindeki etkisini inceleyen çok sayıda uygulamalı çalışma yapılmıştır¹. Bu çalışmaların büyük çoğunluğunda değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu varsayan modeller kullanılmıştır. Türkiye gibi üretimin ithal enerjiye bağımlılık oranının ve ihracatın ithal bağımlılığının yüksek olduğu, katma değerli ürün ihracatının toplam ihracat içindekinin payının düşük olduğu bir ülkede kurun etkisi simetrik olmayabilir.

Bu çalışmanın amacı reel döviz kurundaki değişikliklerin cari işlemler üzerindeki potansiyel asimetric etkilerini incelemektir. Bu amaçla doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif model (NARDL) kullanılarak reel efektif döviz kurunun cari işlemler dengesi üzerindeki etkisi araştırılmaktadır. Çalışmanın bulguları uzun dönemde bu etkinin simetrik olmadığı tezini desteklemektedir.

Çalışmanın ilk bölümünde çalışmada kullanılan yöntem yer almaktadır. İkinci bölümde ise sırası ile tahminde kullanılan veriler, birim kök testi sonuçları ve NARDL modelinin tahmin sonuçlarına yer verilmektedir. Son bölümde ise genel bir değerlendirme yapılmaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada döviz kurunu cari işlemler üzerindeki kısa ve uzun dönemdeki potansiyel asimetric etkileri Shin ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif model (NARDL) ile incelenmektedir. NARDL modelinin eşbütünleşme ilişkisinin araştırılmasında kullanılan diğer yöntemlere göre bazı avantajları vardır. En önemli avantajlarından biri, ARDL modelinde de olduğu gibi tahminde kullanılan değişkenlerin aynı dereceden bütünsel olmasının gerekmemesidir. Birinci fark durağan ve düzey durağan verilerle tahmin yapılabilir. Veriler I(2) olmadığı sürece bu yöntem kullanılabilir. (Pesaran vd. 2001) NARDL modeli ile hem uzun hem de kısa dönemde

¹ Ersungur vd. (2017), Polat (2019), Akbostancı (2004), Halicioğlu (2008), Durmaz (2015) döviz kuru değişikliklerinin dış ticaret üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar arasındadır.

simetrik/asimetrik etkilerin varlığı araştırılabilir. Bunların yanı sıra asimetrik sınır testi küçük örneklemede etkin sonuçlar verir. (Katrikilidis ve Trachanas, 2012)

NARDL modelinde döviz kurunun pozitif ve negatif şoklarının kümülatif toplamaları kullanılmakta ve hem kısa hem uzun dönemde döviz kurunun cari işlemler üzerindeki etkisinin simetrik olup olmadığı test edilebilmektedir:

$$\Delta CA = \theta_0 + \theta_{CA} CA_{t-1} + \theta_{REER}^+ REER_{t-1}^+ + \theta_{REER}^- REER_{t-1}^- + \theta_Y Y_{t-1} + \theta_{Y^*} Y_{t-1}^* + \sum_{i=0}^{p-1} \alpha_i \Delta CA_i + \sum_{i=0}^{p-1} \omega_i^+ \Delta REER_i^+ + \sum_{i=0}^{p-1} \omega_i^- \Delta REER_i^- + \sum_{i=0}^{p-1} \mu_i \Delta Y_p + \sum_{i=0}^{p-1} \rho_i \Delta Y_i^* + \varepsilon \quad (1)$$

Denklemden CA, REER, Y ve Y* sırası ile cari işlemler dengesi, reel efektif döviz kuru, Türkiye'nin sanayi üretilim endeksi ve ABD sanayi üretim endeksinin ifade etmektedir. Cari işlemler dengesinin göstergesi olarak Bosnjak vd (2018)'de olduğu gibi ihracat/ithalat oranı alınmıştır. İhracat/ithalat oranının kullanılmasının iki avantajı vardır.² Birincisi değişkenin logaritmasının alınabilmesi ile ilgilidir. Dış ticaret ve cari işlemler dengesi negatif değerler alabildiği için logaritması alınamamaktadır. İkincisi ölçü biriminden arındırılmış olmaktadır. Denklemden p ve q, açıklanan ve açıklayıcı değişkenin dağıtılmış gecikmelerini ifade etmektedir. Eşitlikte açıklayıcı değişkenlerin üzerinde yer alan (+) ve (-) işaretler pozitif ve negatif ayrıştırılmalar toplamını göstermektedir:

$$\Delta REER^+ = \sum_{i=1}^t \Delta REER_i^+ = \sum_{i=1}^t \max(\Delta REER_i, 0) \quad (2)$$

$$\Delta REER^- = \sum_{i=1}^t \Delta REER_i^- = \sum_{i=1}^t \min(\Delta REER_i, 0) \quad (3)$$

Shin, Yu ve Greenwood-Nimmo (2013)'de önerilen yöntem 1 numaralı denklemin en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmesine dayanır. Eşbütünleşme ilişkisinin varlığı bir gecikmeli düzey değişkenlerin katsayılarının sıfıra eşit olduğu boş hipotezi ile test edilmektedir:

$$H_0: \theta_{CA} = \theta_{REER}^+ = \theta_{REER}^- = \theta_Y = \theta_{Y^*} = 0 \quad (4)$$

$$H_0: \theta_{CA} \neq \theta_{REER}^+ \neq \theta_{REER}^- \neq \theta_Y \neq \theta_{Y^*} \neq 0 \quad (5)$$

Wald testi sonuçlarına göre 4 numaralı hipotezin reddedilmesi değişkenler arasında uzun dönem asimetrik ilişkinin olduğu şeklinde yorumlanır. Uzun dönem katsayıları ise $U_{REER^+} = -\frac{\theta_{REER}^+}{\theta_{CA}}$ ve $U_{REER^-} = -\frac{\theta_{REER}^-}{\theta_{CA}}$ formülleri ile hesaplanmaktadır. Uzun dönemde döviz kurundaki değişikliklerin asimetrik etkisi $\theta^+ = \theta^-$ hipotezi ile test edilmektedir. Kısa dönemde asimetri etkilerin araştırılmasında yine Wald istatistiğinden yararlanılır. $\sum_{i=0}^{q-1} \omega_i^+ = \sum_{i=0}^{q-1} \omega_i^-$ hipotezi reddedilebiliyor ise döviz kurunun kısa dönemdeki etkisi asimetrik olduğu sonucuna varılır.

3. TAHMİN SONUÇLARI

3.1. Veri Seti ve Birim Kök Testi Sonuçları

Tahmin 2002:01-2019:11 dönemine ait aylık verilerle yapılmıştır. İhracat, ithalat, sanayi üretim endeksi, reel efektif döviz kuru endeksi verileri Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sisteminden alınmıştır. Reel efektif döviz kurundaki artış yerli paranın reel olarak değerlendirildiğini, azalış ise değer kaybettiğini gösterir. Amerika Birleşik Devletleri sanayi üretim endeksi verileri ise FED St.

² Boyd vd (2001)'e göre ihracat/ithalat olarak kullanım Marshal-Learner koşulunu ölçmek için en uygun kullanımdır.

Louis'in sayfasından temin edilmiştir. Verilerin tümü mevsimsel etkiden arındırılmış ve doğal logaritması alınmıştır.

Tablo 1. Birim Kök Testi Sonuçları

	ADF		Kırılmalı Birim Kök				Sonuç
					Kırılma Tarih		
Değişkenler	Düzey	Birinci Fark	Düzey	Birinci Fark	Düzey	Birinci Fark	
CA	-2.59 ^a	-15.77***	-4.13	-25.81***	2018:01	2002:06	I(1)
REER	-1.92 ^a	-11.43***	-3.29	-12.35***	2016:10	2018:08	I(1)
Y	-2.45 ^a	-17.64***	-3.29	-35.65***	2016:10	2002:12	I(1)
Y*	-3.01 ^a	-3.87***	-3.21	-11.79***	2012:09	2002:06	I(1)
a, b, c sırası ile birim kök testi yapılırken sabit ve trendin yer aldığı, sadece sabitin yer aldığı, sabit ve trendin yer almadığı denklemlerin kullanıldığını ifade etmektedir. ADF testi yapılırken gecikmeli terim sayısı hata terimin içsel bağıntı ve değişen varyans içermemesi kriterlerine göre belirlenmiştir. ***, **, * sırası ile yüzde 1, 5 ve 10 düzeyinde birim kök hipotezinin reddedildiğini gösterir.							

NARDL modelinin tahmininde ikinci dereceden bütünleşik olmayan veriler kullanılabildiğinden verilerin durağanlık derecesi iki farklı test ile araştırılmıştır. ADF ve yapısal kırılmalı birim kök testi sonuçlarına göre iki değişkenin de birinci dereceden bütünleşik olduğu I(1) hipotezi reddedilememektedir. Diğer bir deyişle değişkenler birinci fark durağandır ve NARDL yönteminin kullanılabilmesi için değişkenlerin I(2) olmaması koşulu sağlanmaktadır.

3.2. NARDL Modeli Tahmin Sonuçları

Tahmin sonuçları Tablo 2’de yer almaktadır. NARDL modelinin tahmininde genelden özele yaklaşımı izlenmiş, $p = 12$ ve $q = 12$ gecikmeli terim sayıları ile tahmine başlanmıştır. İstatistiki olarak anlamlı olmayan değişkenler çıkarılarak tahminler yenilenmiştir. LM ve Breusch-Pagan-Godfrey test sonuçlarına göre tahmin sonuçları içsel bağıntı ve değişen varyans sorunu içermemektedir. Reset testi sonuçları modelin doğru kurulduğunu ifade etmektedir. Grafik 1’de görülen Cusum ve CusumQ testi sonuçları tahmin edilen katsayıların istikrarlı olduğunu göstermektedir.

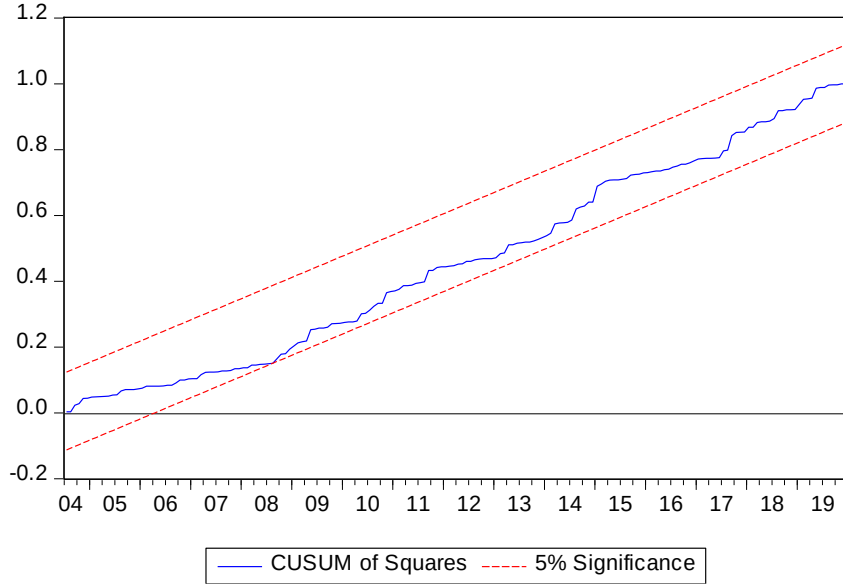
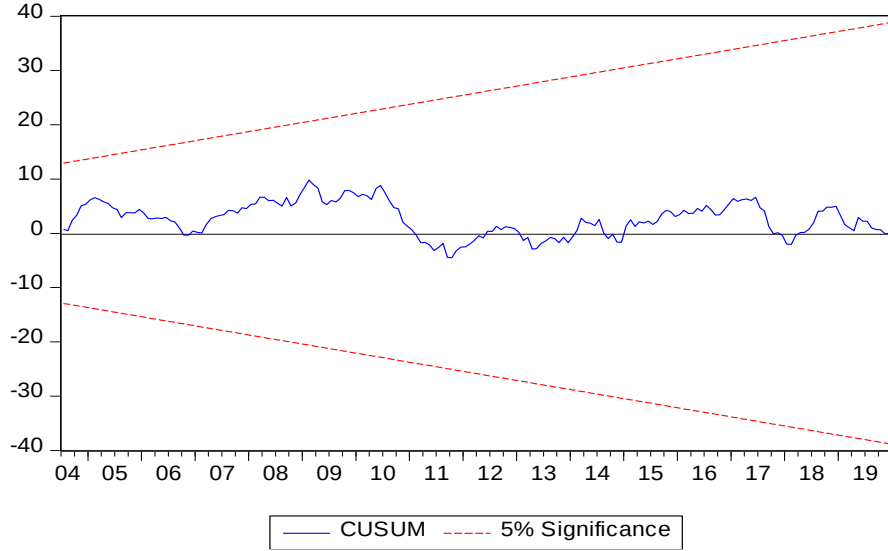
Hesaplanan F_{PSS} 6.4982 ve yüzde 1 anlamlılık düzeyinde bile değişkenler arasında asimetric eşbütünleşme ilişkisi olmadığı hipotezi reddedilebilmektedir. Pozitif döviz kuru şoku (yerli paranın değer kazanması), yurt içi gelir ve yabancı gelirin tahmin edilen katsayılarının işaretleri beklendiği gibidir. Bununla birlikte sanayi üretim endekslerinin cari işlemlerdeki değişiklikleri açıklamada istatistiki olarak anlamlı bir katkısı yoktur. Yerli paranın değer kaybetmesi, beklenenin aksine, cari işlemler dengesinde bozulmaya neden olmaktadır.³

Uzun dönemde reel kurdaki artış da azalış da uzun dönemde cari işlemlerde dengesinde azalmaya neden olmaktadır. Reel efektif döviz kurundaki yüzde 1’lik artış cari işlemleri yüzde 0,46 oranında azaltırken, yüzde 1’lik azalış cari işlemlerde yüzde 0,52’lik bir azalışa neden olmaktadır. TL’nin reel olarak değer kaybetmesinin cari işlemler üzerinde uzun dönemde olumsuz etkisi Türkiye’deki üretim yapısından kaynaklanıyor olabilir. Üretimin ithal enerjine bağımlılığı yerli paranın değer kaybettiği dönemde ithalatta azalışı engellemektedir.

³ Karamelikli (2016a) ‘de aylık verilerle yapılan analizde pozitif ve negatif şokun tahmin edilen katsayıları bu çalışmadaki ile aynı işarete sahiptir. Karamelikli (2016b)’de Türkiye’nin dış ticaretinde büyük paya sahip olan ülkeler için yapılan analizde de benzer sonuçlara ulaşılmıştır. İlk çalışmada reel kur bu çalışmada da olduğu gibi bir birim yerli paranın yabancı cinsinden değeri olarak tanımlanırken ikinci de reel kur Türkiye’de kullanılan tanıma göre hesaplanmıştır. Birinci tanımda kurdaki artış yerli paranın değer kazanmasını, ikinci tanımda ise değer kaybetmesi anlamına gelir.

Tablo 2. NARDL Tahmin Sonuçları

Bağımlı değişken: DCA				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İsta.	Olasılık
C	-0.584298	0.453892	-1.287304	0.1996
CA(-1)	-0.338974***	0.068604	-4.940999	0.0000
REER_P(-1)	-0.158641***	0.047726	-3.324007	0.0011
REER_N(-1)	-0.179082***	0.054574	-3.281428	0.0012
Y(-1)	-0.038144	0.089043	-0.428377	0.6689
YABD(-1)	0.131000	0.146488	0.894277	0.3723
DCA(-1)	-0.474503***	0.081089	-5.851609	0.0000
DYABD(-5)	-1.182483	0.609240	-1.940914	0.0538
DCA(-2)	-0.166642***	0.072010	-2.314131	0.0218
DREER_N(-1)	-0.383804*	0.195769	-1.960497	0.0514
DYABD(-6)	-0.991745*	0.598824	-1.656154	0.0994
DY(-3)	-0.204768**	0.097130	-2.108186	0.0364
DY(-2)	-0.367261***	0.130722	-2.809483	0.0055
DREER_N(-2)	0.163133	0.195003	0.836566	0.4039
DY(-1)	-0.196713*	0.117291	-1.677133	0.0952
F _{pss}	6.4982		Wald ($\theta^+ = \theta^-$)	0.3168
Düzeltilmiş R ²	0.4200		Reset	0.9270
LM	0.6155		Cusum	İstikrarlı
BPG	0.9220		Cusum Q	İstikrarlı



Grafik 1. Cusum ve CUSUM Q

4. SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye’de reel efektif döviz kurundaki değişikliklerin cari işlemler dengesi üzerindeki asimetrik etkileri araştırılmaktadır. Cari işlemler dengesi, sanayi üretim endeksi, yabancı ülkenin sanayi üretim endeksi ve reel efektif döviz kurunun yer aldığı NARDL modelinin bulguları değişkenler arasında asimetrik eşbütünleşme olduğu hipotezini desteklemektedir. Uzun dönemde pozitif ve negatif döviz kuru şokları cari işlemler açığını olumsuz yönde etkilemektedir.

Çalışmanın bulgularından cari işlemler açığı azaltma konusunda önemli dersler çıkarılabilir. Yerli paranın değer kaybetmesi cari işlemler açığını azaltmayacağından, bu açığı azaltmak için başka önlemler almak gerekmektedir. Üretimin ithal fosil yakıt bağımlılığını azaltmak, katma değeri yüksek ürünlerin ihracat içindeki oranını artırmak, ihracatın ithalata bağımlılığını azaltmak cari işlemler açığını azaltmak için alınabilecek önlemler arasındadır.

KAYNAKÇA

- Akbostancı, E. (2004). Dynamics of the trade balance: the Turkish J- curve. *Emerging Markets Finance and Trade*, 40(5), 57–73.
- Boyd, D., Caporale, G. M. ve Smith, R. (2001). Real exchange rate effects on the balance of trade: Cointegration and the Marshall-Lerner condition. *International Journal of Finance and Economics*, 6(3), 187–200.
- Bošnjak, M., Novak, I. ve Krišto, A. (2018). Monetary and absorption approach to explain the Croatian current account. *Zb. rad. Ekon. fak. Rij.* 36(2), 929-946.
- Ersungur, Ş. M., Doru, Ö. ve Aslan, M. B. (2017). Türkiye’de GSYH ve Döviz Kuru Hareketlerinin Cari Denge Üzerindeki Etkisi: Var Analizi Yaklaşımı. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 31(3), 451–461.
- Durmaz, N. (2015). Industry level J -curve in Turkey. *Journal of Economic Studies*, 42(4), 689–706.
- Halicioğlu, F. (2008). The J-curve dynamics of Turkey: an application of ARDL model. *Applied Economics*, 40(18), 2423–2429.
- Karamelikli, H. (2016a). Türkiye’nin Dış Ticaret Dengesinde J-Eğrisi Etkisi, *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 389 -402.
- Karamelikli, H. (2016b). Linear and Nonlinear Dynamics of the Turkish Trade Balance. *International Journal of Economics and Finance*, 8(2), 70-80.
- Katrikilidis, C. ve Trachanas, E. (2012). What Drives Housing Price Dynamics in Greece: New Evidence from Asymmetric ARDL Cointegration, *Economic Modelling*, 29(4), 1064-1069.
- Magee, S. P. (1973). Currency contracts, pass-through, and devaluation. *Brookings Papers on Economic Activity*, 4(1).
- Pesaran, M., H., Shin, Y ve Smith, R.J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16 (3), 289-326.
- Polat M.A. (2019). Petrol Fiyatlarının ve Reel Efektif Döviz Kurunun Türkiye’nin Dış Ticaret Dengesine Etkileri: Sınır Testi Yaklaşımı. *Maliye ve Finans Yazıları*, 112, 149-174.
- Shin, Y., Yu, B. ve Greenwood-Nimmo, M. (2013). Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in a Nonlinear ARDL Framework, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1807745 (15.07.2019)

2020 ABD Başkanlık Seçimleri Üzerine Sosyal Medya Duygu Analizi

Elçin Timur ÇAKMAK

Uludağ Üniversitesi, SBE, Ekonometri Bölümü, İstatistik ABD, Bursa, Türkiye, elcintimur@gmail.com
orcid.org/0000-0003-3247-6823

Ayşe OĞUZLAR

Uludağ Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, İstatistik ABD, Bursa, Türkiye, ayseog@uludag.edu.tr
orcid.org/0000-0003-3228-9366

ÖZ

İnternetin hızla gelişmesi ve insanların kişisel fikirlerini paylaşımları ile sosyal medya önemli bir bilgi kaynağı haline gelmiştir. Sosyal medya verileri mevcut halde çok kirli olduğundan dolayı işlenmemiş haliyle üzerinde çalışılması oldukça zordur. Bu çalışmanın amacı, 2020 ABD Başkanlık Seçimleri'ne ilişkin Twitter üzerinden yapılan yorumların Duygu Analizi ile incelenmesidir. Çalışmada; öncelikle Twitter API aracılığı ile Ekim - Aralık 2019 dönemini kapsayan 20.000 adet tweet çekilmiştir. Tweetler çalışmaya uygun hale gelecek şekilde temizlenerek elde edilen veriler üzerinden duygu skoru hesaplanmış ve makine öğrenmesi tekniklerinden Naïve Bayes tekniği kullanılarak Duygu Analizi yapılmıştır. Analiz aşamasında R yazılımı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, yapılan analiz sonuçları karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Duygu Analizi, Sosyal Medya, 2020 Amerika Başkanlık Seçimleri, Makine Öğrenmesi, Naïve Bayes

Social Media Sentiment Analysis on 2020 United States Presidential Election

ABSTRACT

Social media has become a very important data source within the improvement of internet and sharings of peoples' personal opinions. Since social media data is currently very dirty, it is very difficult to work on it in its raw form. The objective of this study is to examine the comments made on Twitter about the 2020 United States Presidential Elections. In this study, the data covers the period of October - December 2019. Initially, tweets are drawn via Twitter API. Then, the data is cleaned in order to compose the corpuses, and Sentiment Analysis is done by the calculation of the sentiment scores and using Naïve Bayes through machine learning techniques. In the analysis phase, R-software which is an advanced programming language is used. Analysis results are compared and interpreted.

Keywords: Sentiment Analysis, Social Media, 2020 United States Presidential Election, Machine Learning, Naïve Bayes

1. GİRİŞ

İnternetin hızla gelişmesi ve insanların kişisel fikirlerini paylaşmaları ile sosyal medya önemli bir bilgi kaynağı haline gelmiştir. Bu paylaşımlar araştırma ve analizler için önemli bir veri kaynağı oluşturmaktadır. Sosyal medyada, kullandıkları cep telefonları ve bilgisayarlar aracılığıyla bireyler de artık içerik üretici konumuna gelmişlerdir. Birçok platformda metin tabanlı içerik üretilmektedir. Günümüzde sosyal medya kullanımının hızlı bir şekilde artışı beraberinde anlamlı – anlamsız veri yığınlarını da meydana getirmektedir. İçerik üreticisinin duygu, fikir ve kişisel bilgilerini edinme ve bunların veri kaynaklarında sınıflandırılmasını amaçlayan birçok yeni çalışma bulunmaktadır. Sosyal medya verileri mevcut halde çok kirli olduğundan dolayı işlenmemiş haliyle üzerinde çalışılması oldukça zordur ve bu veriler incelendiğinde çoğunluğunun hatalı yazılmış kelimeler, kısaltmalar ve günlük konuşma dilinde kullanılmayan sosyal medyaya özgü jargon sözcüklerden oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle ham haliyle kullanılması mümkün olamamaktadır. Bu veri yığınlarının anlamlı bir şekilde yorumlanabilmesi ihtiyacı, yeni çalışma alanlarının oluşmasına olanak sağlamıştır. Bu çalışma alanlarından birisi Metin Madenciliği tekniklerinden olan Duygu Analizi’ dir. Duygu Analizi son yıllarda hızla popüleritesi artan bir araştırma alanı olmuştur. Duygu Analizi temel olarak bir metin işleme süreci olup verilen metnin duygusal olarak ifade etmek istediği sınıfı belirlemeyi amaçlamaktadır. Duygu Analizi çalışmalarında metinlerin olumlu, olumsuz ya da tarafsız içeriğe sahip olup olmadığı sorgulanmakta ve analiz edilmektedir. Bu analiz sonucuna göre bireylerin ya da belirli bir grubun çalışmayla ilgili konu hakkındaki tutumu belirlenmiş olmaktadır. Bu alandaki son derece popüler ve ilgi çekici konulardan biri, sosyal medya verilerini analiz ederek seçim süreçlerinin yorumlanmasıdır.

2. DUYGU ANALİZİ

Türk Dil Kurumu (TDK) duyguyu “belirli nesne, olay veya bireylerin insanın iç dünyasında uyandırdığı izlenim” şeklinde tanımlamaktadır. Tanımdan da anlaşılacağı gibi duygu kavramı içinde pozitif öğelerle beraber negatif öğeleri de barındırmaktadır. Yani duygular; aşk, sevgi, hoşgörü, sadakat gibi pozitif olabileceği gibi nefret, öfke, tiksinti gibi olumsuzluk da barındırabilir.[1]

Duygular insan ilişkilerinde önemli bir yere sahiptir. Aslında birçok durumda, başarılı bir etkileşim için 'duygusal zeka' IQ'dan daha önemlidir. Ayrıca insanlarda rasyonel öğrenmenin duygulara bağlı olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır. [2] Pozitif duygular insanların yaşam kalitesini yükseltip, olumlu davranışta bulunmaları için motive edici bir rol oynarken, negatif duygular bunun tam tersine, kişilerin yaşam kalitesini düşürür, entelektüel zekâlarını bloke eder ve sürekliliği durumunda pek çok soruna yol açar. Bu yüzden negatif duygu durumunun sürekli bir hal alması istenmeyen ve bir an önce mücadele edilmesi gereken bir haldir.

Duygu Analizi (Sentiment Analysis) olarak ifade edilen bilimsel çıkarım yöntemi, internet ortamının global çerçevede toplumun birçok kesiminin günlük hayatında çok önemli ölçüde yer alması ve bunun sonucunda bireylerin sosyal ve siyasi olaylar, ürün ve hizmet, marka vb. olgular hakkındaki düşüncelerini ifade ettikleri elektronik platformlardaki büyük hacimli verilerin yazılım sistemleri ile hızlı olarak raporlanması ve anlam çıkartılması işlemidir.[3] Duygu Analizi doğal dil işleme, veri madenciliği ve metin madenciliği gibi çeşitli araştırma alanlarını bir araya getirmektedir. Duygu Analizi’nde amaç, insanların yazılı olarak ifade ettikleri metinlerdeki duyguların keşfedilmesidir.[4]

Duygu Analizi çalışmaları temel olarak üç seviyede yapılmaktadır: “Doküman”, “cümle” ve “öznitelik” seviyesinde.[5]

Doküman Seviyesinde Duygu Analizi: Bu en basit sınıflandırma şeklidir. Doküman seviyesindeki duygu analizinde, tüm cümleler tek bir metin olarak ele alınır. Tüm metin tek bir konuya ya da nesneye aitmiş gibi değerlendirilir. Forum ve blog gibi farklı konular ya da nesneler içeren bir metin için bu yaklaşım uygun değildir. Bu metinden çıkacak olan sonuç; pozitif, nötr ya da negatiftir.

Cümle Seviyesinde Duygu Analizi: Doküman seviyesinde analize göre daha detaylıdır. Bu analiz tipinde, metnin içindeki her bir cümle ayrı olarak ele alınır ve her bir cümle için farklı bir duyguyu ortaya çıkarması beklenir ve olumlu, olumsuz ya da tarafsız bir fikir ifade edip etmediği belirlenir.[6]

Öznitelik Seviyesinde Duygu Analizi: Duygular varlıkların özel yönlerine göre sınıflandırılabilir. Bir kişi bir olay karşısında duygularını ifade ederken olayın kimi yönleri hakkında pozitif, kimi yönleri hakkında negatif duygulara sahip olabilir. Örneğin bir film hakkında yorum yapan kişi; “filmi beğendim ancak başrol oyuncusunun performansı yeterli değildi” diyebilir. Bu cümle içinde hem olumlu hem de olumsuz duyguları barındırmaktadır. Cümle düzeyli analizde bu cümleyi analiz etmek zorken öznitelik düzeyli analizde olumlu duygu ayrı, olumsuz duygu ayrı ele alınacağından dolayı çok daha sağlıklı sonuç verebilmektedir.

3. UYGULAMA

Bu çalışmada, 2020 ABD Başkanlık Seçimleri için Twitter’da konuya ilişkin olarak atılan tweetler üzerinden Duygu Analizi yapılmıştır. Analiz için Ekim – Aralık 2019 tarihleri arasındaki tweetler veri olarak alınmıştır. Kullanılacak tweetler Twitter API (Application Programming Interface) aracılığı ile çekilmiştir. Seçim için en kuvvetli adaylar olarak görülen Donald TRUMP ve Michael BLOOMBERG için atılan tweetler değerlendirilmiştir. Bu nedenden dolayı kullanılan arama etiketleri ve elde edilen veriler İngilizce’dir.

Uygulamada en gelişmiş yazılım programlarından biri olan R yazılımı kullanılmıştır. R dili ilk olarak Yeni Zelanda’daki Auckland Üniversitesi İstatistik Bölümü’nden Ross Ihaka ve Robert Gentleman tarafından yazılmıştır. Daha sonra çeşitli araştırmacılar R yazılımını geliştirmek için bir araya gelerek 1997’de “R Core Team” isimli bir grup kurmuşlardır. R programlama dili bu grupta yer alan araştırmacıların katkısı ile günümüzde kullanılan biçimini almıştır. R, GNU kamu lisansı altında yayınlanan ve istatistiki hesaplamalar ve grafikler için kullanılan, çok çeşitli Unix platformlarında, Windows ve MacOS gibi tüm ana platformlarda çalıştırılabilen açık kaynak kodlu yazılım ortamıdır. [7]

Veri Bilimi, 21. yüzyılın en popüler alanı olarak ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni, verilerden içgörünün analiz edilmesi ve oluşturulması için acil bir ihtiyaç olduğudur. Endüstri ham verileri mobil veri ürünlerine dönüştürür. Bunu yapabilmek için ham verileri yorumlamak için birkaç önemli araç gerekir. R; bilgileri analiz etme, işleme, dönüştürme ve görselleştirme için yoğun bir ortam sağlayan programlama dillerinden biridir.[8]

R yazılımında analiz yapabilmek için öncelikle, en büyük sosyal medya kaynaklarından biri olan Twitter’dan Twitter API aracılığı ile veri çekilmiştir. Analizi yapılacak adaylar olan Donald TRUMP ve Michael BLOOMBERG’e ilişkin atılan tweetlerden her biri için 10.000 adet olmak üzere toplam 20.000 adet veri analize dahil edilmiştir. Donald TRUMP’a ilişkin elde edilen ham verilerden ilk 6’sı Tablo 3.1’de görülmektedir:

Tablo 3.1. Trump’a ilişkin elde edilen ham veriler

[[1]]
[1] "al34418286: #hemosexual #marriage at highest level of muslim security system is normal specially between pathetic shia memb... https://t.co/2x6lpDJfgt "
[[2]]
[1] "CDNnow: President Donald Trump will travel to Zurich on Monday. Keep up with Trump on Our President’s Schedule Page. Presid... https://t.co/nkPSHF5FhM "
[[3]]
[1] "WesternCivil: @Alyssa_Milano Welcome to Rednecktavia, land of #DonaldTrump"
[[4]]
[1] "ReneeVoiceBrand: @Stop_UTK_Now: I’ve been awaiting a new video by @RandyRainbow \U0001f602\U0001f602\U0001f602 #MondayMorning #MondayMood #Impeachment #DonaldTrump"
[[5]]
[1] "77ehb: @chrismo37540912: When all is said and done by the Senate, you and I both know that #donaldtrump will still be your president.\nand there..."
[[6]]
[1] "cigarjim: @bayareahorndog: A new week begins at the White House! #DonaldTrump is getting his daily intel briefing from #foxandfriends and getting..."

Bloomberg’e ilişkin elde edilen ham verilerden ilk 6’sı ise Tablo 3.2’de görülmektedir:

Tablo 3.2. Bloomberg’e ilişkin elde edilen ham veriler

[[1]]
[1] "kdevasier: Doing a quick digital training with the @COforMike team! #Mike2020 #bloomberg2020 https://t.co/24EZFPtCUP "
[[2]]
[1] "MoviesCommons: Another Dem has decided to waste his time running against @realdonaldtrump.\n\nPlease, #bloomberg2020, spare us all the cr..."
[[3]]
[1] "ScottMcCarthyBK: Moderate Democrats, who is your top choice?\n\n#AmyKlobuchar #Klobucharmy #Biden2020 #PeteForAmerica #bloomberg2020 https://t.co/ygtHwnsOTp "
[[4]]
[1] "ChrisGianoli: @politico #bloomberg2020 realized this and decided to run."
[[5]]
[1] "jaroque3: It’s rare & refreshing to hear a presidential candidate support statehood for #PuertoRico in such morally-clear terms..."
[[6]]
[1] "ThomasD90396784: @ed2020bloomberg: We are getting ready to open up the Greensboro Mike Bloomberg office this afternoon.\n\n300 S Elm St\nGreensboro, NC 2740..."

Ham olarak elde edilen bu tweetlerin bu şekilde analizde kullanılması mümkün değildir. Bu nedenle elde edilen verilerin aşağıda verilen aşamalardan geçirilmesi gerekmektedir.

3.1. Ön işleme

Duygu analizi için elde edilen ham veri içerisindeki metinler çeşitli noktalama işaretleri ve sembollerle, büyüklü küçüklü harflerle, sayılarla ve linklerle doludur. İyi bir uygulama için bu metinlerin temizlenmesi ve analize hazır hale getirilmesi gerekir. Bu nedenle veriler öncelikle ön işleme aşamasına tabi tutulmuştur. Tüm bu temizleme işlemine karşın zamirler, edatlar, bağlaçlar gibi cümle içinde yer alan; ancak analiz için bir anlamı olmayan kelimelerin de tweetlerden çıkarılması gerekmektedir. Bu tip kelimeler *stopwords* (*durak kelimeler*) olarak adlandırılmaktadır. Bu kelimelerin analiz edilecek metinden çıkarılmasıyla kelime sayısında ciddi bir düşüş yaşanırken, yapılan analizin doğruluk oranı da belirgin bir şekilde artmış olacaktır.

Trump için elde edilen ham verilerin, ön işleme aşamasına tabi tutulduktan sonraki görünümü Tablo 3.3’te verilmiştir:

Tablo 3.3. Trump’a ilişkin temizlenmiş veriler

1	hemosexual marriage highest level muslim security system normal specially pathetic shia memb
2	president donald trump travel zurich monday keep trump president schedule page presid
3	welcome rednecktavia land donalddrump
4	awaiting new video mondaymorning mondaymood impeachment donalddrump
5	said done senate know donalddrump still president
6	new week begins white house donalddrump getting daily intel briefing foxandfriends getting

Bloomberg için elde edilen ham verilerin, ön işleme aşamasına tabi tutulduktan sonraki görünümü ise Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4. Bloomberg’e ilişkin temizlenmiş veriler

1	doing quick digital training team
2	another dem decided waste time running against
3	moderate democrats top choice
4	realized decided run
5	rare refreshing hear presidential candidate support statehood such morally clear terms
6	getting ready open greensboro mike bloomberg office afternoon

3.2. Veri Analizi

Veriler ön işleme aşamasından geçirilerek temizlendikten sonra analiz yapmak için uygun bir hale gelmişlerdir. Temizlenen veriler için öncelikle terim – doküman matrisleri ayrı ayrı oluşturulmuştur. Bu matrisler, belge topluluğunda oluşan terimlerin sıklığını tanımlayan matematiksel bir matristir. Bir terim - doküman matrisinde, satırlar koleksiyondaki terimlere ve sütunlar dokümanlara karşılık gelmektedir. Bu matrislerin oluşturulma amacı terimleri ve aralarındaki ilişkileri incelemektir. Oluşturulan bu matrisler sonucunda TRUMP’a ilişkin verilerde 14857 adet terim ve 10000 adet doküman, BLOOMBERG’e ilişkin verilerde ise 15554 adet terim ve 10000 adet doküman olduğu görülmüştür.

Veriler üzerinden elde edilen bir diğer bilgi ise, terimlere ilişkin frekanslardır. Bu frekansların hesaplanmasıyla sık kullanılan kelimeler elde edilmektedir. Tablo 3.5’te TRUMP verilerine ilişkin en sık kullanılan ilk 10 kelime görülmektedir.

Tablo 3.5. Trump verilerine ilişkin sık kullanılan kelimeler listesi

donalddrump	trump	president	bettemidler	bloomberg
4688	2113	1743	1165	977
imitat	admirer	forever	election	michael
927	852	852	849	848

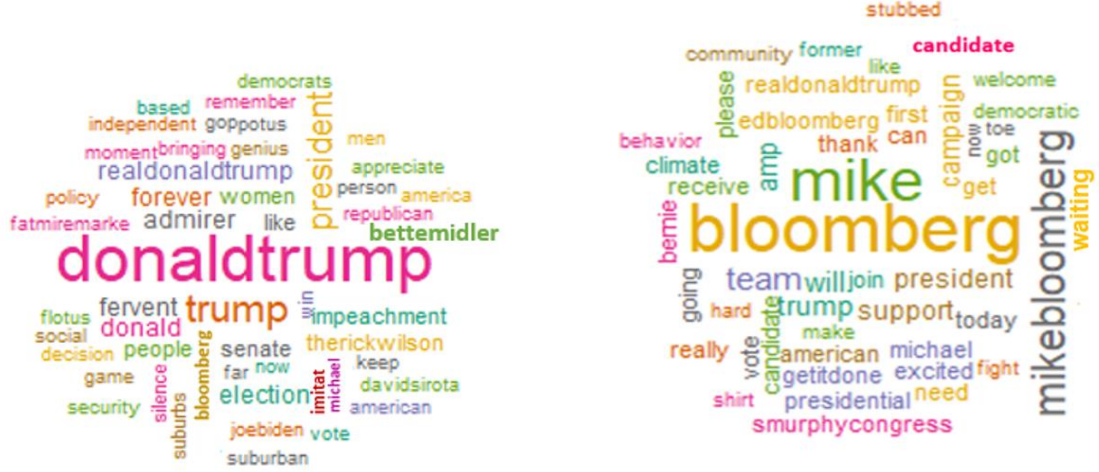
Tablo 3.5’e göre, TRUMP ile ilgili olarak kullanıcıların attıkları tweetlerde “donalddrump” kelimesinin 4688 kez geçtiği görülmektedir. Bunu sırasıyla 2113 adetle “trump” kelimesi ve 1743 adetle “president” kelimesi takip etmektedir. TRUMP’la ilgili tweetlerde kendisinin en güçlü rakibi olarak görülen BLOOMBERG’ten ise 977 kere bahsedilmiştir. Genel olarak bu kelimeler arasında yer alan “admirer” ve “forever” kelimelerinden 852 kere bahsedilmesi oldukça önemlidir.

Tablo 3.6. Bloomberg verilerine ilişkin sık kullanılan kelimeler listesi

bloomberg	mike	mikebloomberg	team	will
1151	978	565	339	258
trump	support	campaign	president	amp
241	217	190	176	164

Tablo 3.6’ya bakıldığında ise; “bloomberg” kelimesinin 1151 kere ile en sık kullanılan kelime olduğu görülmektedir. Sırasıyla “mike” ve “mikebloomberg” kelimelerinin en sık kullanılan kelimeler arasında 2. ve 3. sırada olduğu; “trump” kelimesinin ise 241 kere kullanılarak 6. sırada olduğu dikkat çekmektedir. Bu kelimelere genel olarak bakıldığında “will”, “support”, “campaign” ve “president” kelimelerinin frekansının verilerde geçen diğer kelimelere oranla yüksek olduğu gözlenmiştir.

Elde edilen bu frekanslar kelime bulutları (wordcloud) üzerinde gösterilebilir. Kelime bulutları, frekansı en fazla olan kelimeleri en büyük ve frekansı en küçük olan kelimeleri en küçük olacak şekilde farklı renklerde gösteren görsellerdir. Bu bulutlar, metni okumadan konu hakkında fikir sahibi olmaya yararmaktadırlar. TRUMP ve BLOOMBERG verilerine ilişkin frekanslardan elde edilen kelime bulutları Şekil 3.1’de görülmektedir:



Şekil 3.1. Trump ve Bloomberg verilerine ilişkin kelime bulutları

En sık kullanılan kelimelerin belirlenmesinden sonra bu kelimelerle olan ilişkilendirmeler, yani kelimelerin arasında bulunan korelasyonlar belirlenebilir. Öncelikle TRUMP terim – doküman matrisi içinde “election” (seçim) kelimesi ile korelasyon limiti en az %70 olan kelimeler listelenmiştir. Bu kelime listesi Tablo 3.7’de verilmiştir:

Tablo 3.7. Trump verilerine ait ilişkilendirmeler listesi

Selection							
genius	decision	nobodys	senate	social	policy	win	make
0.94	0.94	0.93	0.93	0.89	0.89	0.88	0.85
\$president							
appreciate	whatever	admirer	fervent	forever	imitat	want	bettemidler
0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.57

Tablo 3.7’de verilen ilişkilendirmeler listesine göre, Twitter kullanıcılarının TRUMP hakkında başkanlık seçimine ilişkin düşünceleri açıkça görülmektedir. Bu listeye göre; seçim ile ilişkilendirilen kelimelerin başında %94 korelasyon yüzdeleri ile “genius” (dahi) ve “decision” (karar) gelmektedir. Bu kelimeleri takip eden önemli kelimeler ise “senate”(senato), “social” (sosyal), “win” (kazan) vb. ifadelerdir. Bu tabloya göre, Amerikan halkından Twitter kullanıcısı olanların TRUMP’ın tekrar başkan seçilmesine yönelik olumlu düşüncelere sahip oldukları görülmektedir.

TRUMP verilerinden elde edilen bir diğer ilişkilendirme listesi ise, %50 korelasyon limiti ile “president” (başkan) kelimesinin araştırılması ile elde edilmiştir. Bu ilişkilendirme listesinde %63 korelasyon yüzdesi ile “appreciate” (takdir), “admirer” (hayran), “fervent” (hararetli), “forever” (daima) ve “want” (istemek) kelimeleri ile “başkan” kelimesi arasında ilişki dikkat çekmektedir. Yine burada da “seçim” kelimesinde olduğu gibi TRUMP’ın yeniden başkan seçilmesine sıcak bakan kullanıcıların varlığı açıkça görülmektedir.

Terim – doküman matrisinden elde edilen bir diğer değerlendirme ise, BLOOMBERG’e ait %70 korelasyon limiti ile “seçim” kelimesi arasındaki ilişkilendirme listesidir. Bu liste Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8. Bloomberg verilerine ait ilişkilendirmeler listesi

Selection							
democratic	excited	senate	team	campaign	welcome	thank	get
0.89	0.85	0.82	0.82	0.79	0.79	0.78	0.75

Tablo 3.8’de verilen listede, demokrat partiden aday olan BLOOMBERG için %70 korelasyon limitinde araştırılan “seçim” kelimesinin “democratic” (demokratik), “excited” (heyecanlı), “senate” (senato), “team” (takım) kelimeleri ile %80’in üzerindeki ilişkisi ortaya konulmuştur. Bu kelimeleri takiben elde edilen diğer kelimelerdeki BLOOMBERG’e karşı olan olumlu yaklaşım ise dikkat çekicidir.

3.3. Duygu Analizi

Duygu analizi yapabilmek için veriler içerisinde yer alan kelimelerin olumlu, nötr ya da olumsuz olarak gruplara ayrılması gerekmektedir. Bu gruplandırma için öncelikle corpusların hazırlanması gerekmektedir. Tweetler İngilizce olduğu için internet ortamında hazır olarak bulunan korpuslardan yararlanılmıştır.[9] Bu korpuslarda pozitif ve negatif kelimeler hazır olarak yer almaktadır. Elde edilen korpuslar sayesinde pozitif anlama sahip kelimelerden negatif anlama sahip kelimelerin çıkarılmasıyla duygu skorları elde edilmiş olacaktır. Tweetlerdeki kelimelerden korpustaki olumlu kelime listesi içinde yer alanlar için +1 puan ve olumsuz kelime listesi içinde yer alanlar için ise -1 puan verilmiştir. Bir tweetin 0 puana sahip olması ise tweetteki duygunun nötr olduğunu göstermektedir.

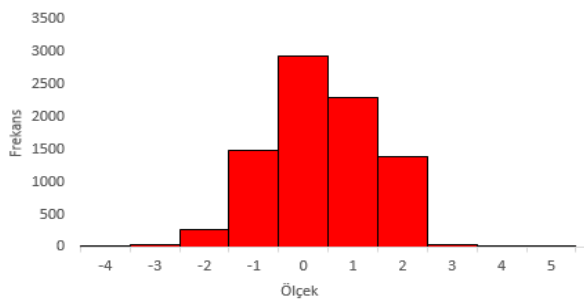
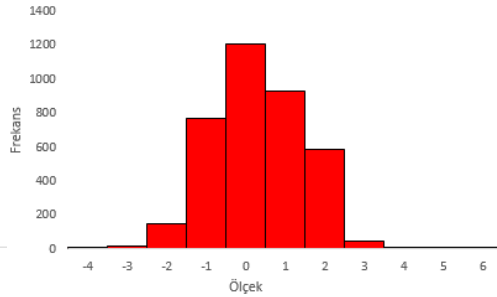
TRUMP ve BLOOMBERG için tweet puanları ve frekansları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Tablo 3.9’da TRUMP için hesaplanan skor değerleri görülmektedir:

Tablo 3.9. Trump verisine ait skorlar

-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
1	33	266	1495	2946	2298	1397	44	5	1

Tablo 3.9’da görülmekte olan tüm skorlamalara ilişkin farklar -4 ile 5 ölçeği arasında otomatik olarak oluşturulmuştur. Bu skorların dayanağı, tweetlerdeki pozitif kelimelerin toplamı ile negatif kelimelerin toplamı arasındaki farktır. Skor değerlerine bakıldığında, 0 değerli, yani nötr olan 2946 adet tweetin bulunduğu görülmektedir. Herhangi bir duygu içermeyen tweetlerin toplam tweetlere oranı %35’tir. Atılan tweetlerden 1’i -4 puan, 33’ü -3 puan, 266’sı -2 puan ve 1495’i -1 puan almıştır. Olumsuz duygu içeren tweetlerin, toplam tweetlere oranı %21’dir. Tweetlerin 2298’i 1 puan, 1397’si 2 puan, 44’ü 3 puan, 5’i 4 puan ve 1’i 5 puan almıştır. Pozitif tweetlerin toplam tweetlere oranı 0,44’tür. Pozitif tweetler, negatif tweetlerin yaklaşık 2 katını oluşturmaktadır.

TRUMP verisinden elde edilen skorlara ait olarak çizilen histogram Şekil 3.2’de görülmektedir. 0 değerli tweetlerin en fazla sayıda olduğu açıkça görülmektedir. Pozitif tweetlerin sayıca negatif tweetlerden fazla olduğu da burada da oldukça belirgindir.

**Şekil 3.2. Trump verisi duygu analiz histogramı****Şekil 3.3. Bloomberg verisi duygu analiz histogramı**

BLOOMBERG verisine ilişkin olarak hesaplanan frekans değerleri ise Tablo 3.10’da verilmiştir:

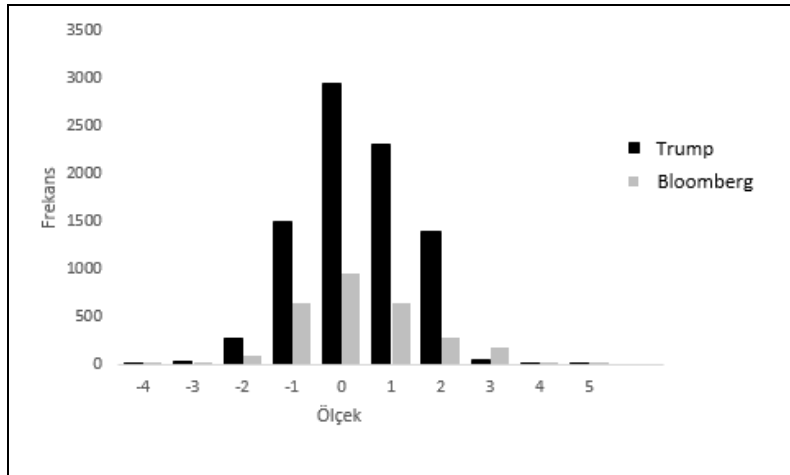
Tablo 3.10. Bloomberg verisine ait skorlar

-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
1	14	98	641	956	650	291	174	12	1

Tablo 3.10’da verilen skor değerlerine bakıldığında, 0 değerli, yani nötr olan 956 adet tweetin bulunduğu görülmektedir. Herhangi bir duygu içermeyen tweetlerin toplam tweetlere oranı %34’tür. Atılan tweetlerden 1’i -4 puan, 14’ü -3 puan, 98’i -2 puan ve 641’i -1 puan almıştır. Olumsuz duygu içeren tweetlerin, toplam tweetlere oranı %26’dır. Tweetlerin 650’si 1 puan, 291’i 2 puan, 174’ü 3 puan, 12’si 4 puan ve 1’i 5 puan almıştır. Pozitif tweetlerin toplam tweetlere oranı 0,40’tır.

TRUMP verisinden elde edilen skorlara ait olarak çizilen histogram Şekil 3.3’te görülmektedir. 0 değerli tweetlerin yine en fazla sayıda olduğu belirgin bir şekilde görülmektedir. Pozitif tweetlerin sayıca negatif tweetlerden fazla olduğu burada da açıkça görülmektedir.

Elde edilen skrolama sonuçlarının karşılaştırılabilmesi ve değerlendirme yapılabilmesi için sonuçlar Şekil 3.4’te görülen grafik üzerinde birleştirilmiştir.



Şekil 3.4. Trump ve Bloomberg verilerine ait skor grafiği

Grafikte siyah ile gösterilen alan TRUMP verilerine aitken, gri ile gösterilen alan ise BLOOMBERG verilerine aittir. Her 2 alanda da pozitif tweetlerin sayıca daha fazla olduğu açıkça görülmektedir. Buradaki en önemli fark; her iki adaya da atılan tweetlerin çoğunluğunun pozitif olmasına rağmen TRUMP’a atılan hem toplam tweet sayısının hem de pozitif tweet sayısının BLOOMBERG’e atılan pozitif ve toplam tweet sayısından epeyce fazla olduğudur.

3.4. Makine Öğrenmesi İle Duygu Analizi

Başkanlık seçimleri için duygu analizi, denetimli makine öğrenmesi yöntemlerinden Naïve Bayes (NB) sınıflandırma tekniği kullanılarak yapılmıştır. Bunun için veri seti %70 eğitim ve %30 test olarak ikiye ayrılmıştır.

Her iki aday için de hesaplanmış olan makine öğrenmesi analiz sonuçları Tablo 3.11’de gösterilmiştir:

Tablo 3.11. Makine öğrenmesi sonuçları

Adaylar	Algoritma	P	A	F
TRUMP	NB	0,81	0,68	0,57
BLOOMBERG	NB	0,72	0,66	0,52

Tablo 3.11’de adaylar için algoritma sonuçları; kesinlik (P), doğruluk (A) ve F-ölçütü (F) hesaplanarak gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde TRUMP için kesinlik ölçütü sonucu 0,81 olarak elde edilirken, doğruluk ölçütü 0,68 olarak elde edilmiştir. F-ölçütü değeri ise 0,57’dir.

BLOOMBERG için elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise; kesinlik ölçütü 0,72 ve doğruluk ölçütü 0,66 olarak elde edilmiştir. F-ölçütü ise 0,52 olarak bulunmuştur. İncelenen tüm ölçütler içinde NB’nin 0,81 ile kesinlik, 0,68 ile doğruluk değerlerine sahip olduğu ve F-ölçütünün de en iyi 0,57 olarak elde edildiği aday Donald TRUMP olarak belirlenmiştir.

4. SONUÇ

Son yıllarda internetin ve özellikle de mobil telefonların, tabletlerin ve bilgisayarların hayatımıza girmesiyle popüler hale gelen sosyal medya, iletişim dünyasının daha da gelişmesine neden olmuştur. Sosyal medya kullanıcılarının farklı platformlarda özgür bir şekilde görüşlerini bildirebildiği bu ortam her an yığınla veriye maruz kaldığından karmaşık bir dünya haline gelmiştir. Bir yandan da oldukça merak uyandıran bir veri denizi olması sebebiyle sadece kullanıcıların değil, bilim insanlarının da üzerinde çalışmalar yapmak istediği oldukça geniş bir mecra haline gelmiştir.

Son yıllarda oldukça popüler bir çalışma alanı haline gelen duygu analizi konusu da, sosyal medya verilerinin derlenmesiyle oldukça başarılı ve aydınlatıcı çalışmalar ortaya koymaktadır. Kendi halinde hiçbir anlam ifade etmeyen sosyal medya verilerinin ön işleme aşamalarından geçirilerek kullanıma hazır hale getirilmesiyle farklı konular hakkında analizler yapabilmek oldukça heyecan verici olmaktadır. Seçim konusu da her zaman bu ilgi çekici alanlardan biri olmuş ve ortaya çıkan sonuçlar bilim insanlarının her zaman ilgisini çekmeyi başarmıştır.

Bu çalışmada; 2020 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nde yapılacak olan başkanlık seçimleri için Twitter’a atılan tweetler ele alınmış ve bu tweetlerin olumlu, nötr ya da olumsuz hangi duyguya sahip olduğunun belirlenmesi amacıyla Duygu Analizi yapılmıştır. Analiz kapsamına kazanması en muhtemel görünen iki aday olan Donald TRUMP ve Michael BLOOMBERG dahil edilmiştir. Bu analiz kapsamında, makine öğrenmesi tekniklerinden Naïve Bayes yöntemi kullanılmıştır. NB yöntemi için P, A ve F- ölçütleri de değerlendirmeye dahil edilmiştir. Sonuç olarak, her 3 ölçütün de TRUMP verisi için en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Oğuzlar A. ve Y. M. Kızılkaya. (2019). *Metin Madenciliğinde Duygu Analizi R Uygulamalı* (sf.57). Bursa: Dora Yayınları.
- [2] Cambria E., D. D., S. B., and A. F., (2017) *Affective Computing and Sentiment Analysis. A Practical Guide to Sentiment Analysis. Socio-Affective Computing Volume 5*, Chapter 1 (sf.1). Switzerland: Springer.
- [3] Kaynar O., Y. Görmez, M. Yıldız ve A. Albayrak. (2016). *Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Duygu Analizi*, sf. 235. International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium, (IDAP’16), September 17-18, Malatya, Turkey
- [4] Farhadloo M. ve E. Rolland. (2016). *Fundamentals of Sentiment Analysis and Its Applications*. Sentiment Analysis and Ontology Engineering, sf.2, Springer International Publishing, Switzerland.
- [5] Kolkur S., G. Dantal ve R. Mahe. (2015). *Study of Different Levels for Sentiment Analysis*. Vol.5 (No.2), International Journal of Current Engineering and Technology, sf.769, April.
- [6] Joshi N. S., S. A. Itkat. (2014). *A Survey on Feature Level Sentiment Analysis*. (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 5 (4).
- [7] Tetik S. (2018) *Twitter Verisi ile R’de Metin Analizi Uygulaması*, Lisans Bitirme Tezi, (Sf.2), Yıldız Teknik Üniversitesi.
- [8] <https://data-flair.training/blogs/using-r-for-data-science/> (Erişim Tarihi: 15/12/2019)
- [9] <https://github.com/JRMeyer/open-speech-corpora> (Erişim Tarihi: 04/10/2019)

Dinamik Programlama ile Optimizasyon Modellerinin Çözümü: Doğrusal Programlama, Tamsayılı Programlama ve Doğrusal Olmayan Yöntemler

Öznur İşçi GÜNERİ

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Kötekli Kampüsü, Muğla, Türkiye,
oznur.isci@mu.edu.tr

orcid.org/0000-0003-3677-7121

Burcu DURMUŞ

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Rektörlük Birimi, Kötekli Kampüsü, Muğla, Türkiye,
burcudurmus@mu.edu.tr

orcid.org/0000-0002-0298-0802

ÖZ

Dinamik programlama, çeşitli optimizasyon problemlerini çözmek için kullanılmaktadır. Bu yöntem doğrusal programlama, tamsayılı programlama ve doğrusal olmayan programlama problemlerinin çözümünde fonksiyonel denklem yaklaşımına etkin bir alternatif sunar. Bu çalışma ile geleneksel doğrusal programlama, tamsayılı programlama ve doğrusal olmayan programlama için dinamik programlama kullanımına ilişkin bilgiler sunmak ve problemlerin Lingo programı yardımıyla çözümlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda program çıktıları, çözümleri veren kodlar ile birlikte gösterilmiş ve dinamik yöntemlerin klasik yöntem çözümü ile tutarlılığı gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Dinamik Programlama, Optimizasyon, Doğrusal Programlama, Tamsayılı Programlama, Doğrusal Olmayan Programlama.

JEL Kodları: C44, C60, C61

Solution of Optimization Models with Dynamic Programming: Linear Programming, Integer Programming and Nonlinear Methods

ABSTRACT

Dynamic programming is used to solve various optimization problems. This method provides an effective alternative to the functional equation approach in solving linear programming, integer programming and nonlinear programming problems. With this study, it is aimed to present information about the use of dynamic programming for traditional linear programming, integer programming and nonlinear programming and to investigate the solutions of problems with the help of Lingo program. As a result of the study, the program outputs are shown together with the codes giving the solutions and the consistency of the dynamic methods with the classical method solution is shown.

Keywords: Dynamic Programming, Optimization, Linear Programming, Integer Programming, Nonlinear Programming.

JEL Codes: C44, C60, C61

1. GİRİŞ

Dinamik programlama (DP), doğrusal ya da doğrusal olmayan optimizasyon problemlerini çözmek için sıklıkla kullanılan matematiksel bir yöntemdir. Bu yöntem ‘özyinelemelidir’, çünkü büyük bir sorunun çözümü birbiriyle ilişkili daha küçük, daha izlenebilir problemlere bölünür (Niu, 2003). Bu tür problemler çözüm için önce birbirleriyle ilişkili alt kümelerle ayrıştırılır. Asıl problem bütünüyle çözülene kadar mevcut en uygun çözüm, önceki alt-problemden bulunmak suretiyle genişletilir. Bu yaklaşımın temeli kesikli, doğrusal olmayan ve stokastik özelliklere sahip sıralı karar vermeyi içeren farklı türdeki problemlere çözüm sunmasına dayanır (Buyuktahtakin, 2017). Bunun yanı sıra diğer tekniklere göre üstünlüğü, zaman faktörünü değerlendirmesi yanında, çok boyutlu problemlerin çözümünde etkin hesaplama kolaylığı sağlamasıdır (Doğan,1985).

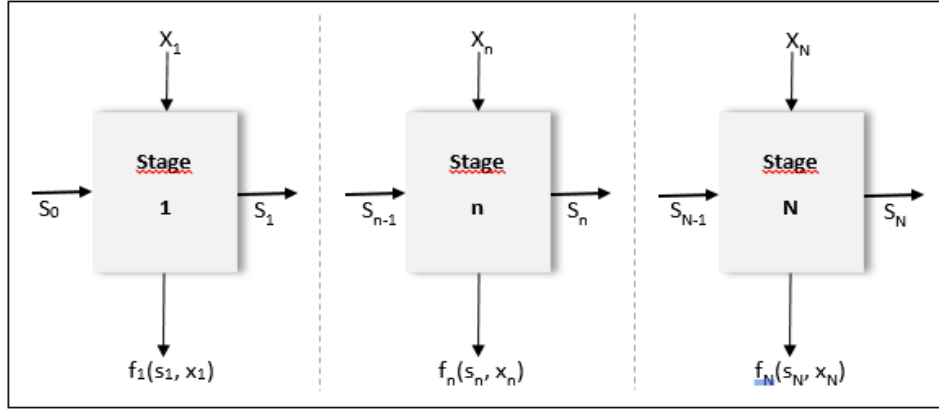
Doğrusal programlamanın aksine, dinamik bir programlama herhangi bir doğrusallık varsayımı gerektirmez. Sonuç olarak, yöntem daha geniş bir sorun yelpazesine uygulanabilir. Dinamik programlama probleminin standart bir matematiksel formülasyonu yoktur. Aksine, dinamik programlama problem çözme için genel bir yaklaşım türüdür ve kullanılan her denklem için özel denklemler geliştirilmelidir (Andreani, 2019). Ardışık karar problemlerinin çözümünde etkili bir yöntem olan DP, doğrusal programlama çözümünde kullanılan simpleks algoritması gibi genel kabul edilmiş bir algoritmanın olmaması modelin çözümünde zorluklar ortaya koyabilir. Bu çalışmada doğrusal programlama, tamsayı programlama ve doğrusal olmayan programlama için dinamik programlama kullanımına ilişkin bilgiler sunmak ve problemlerin Lingo programı yardımıyla çözümlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma sonunda program çıktıları, çözümleri veren kodlar ile birlikte verilmiş ve dinamik yöntemlerin klasik yöntem çözümü ile tutarlılığı gösterilmiştir.

2. DİNAMİK PROGRAMLAMA

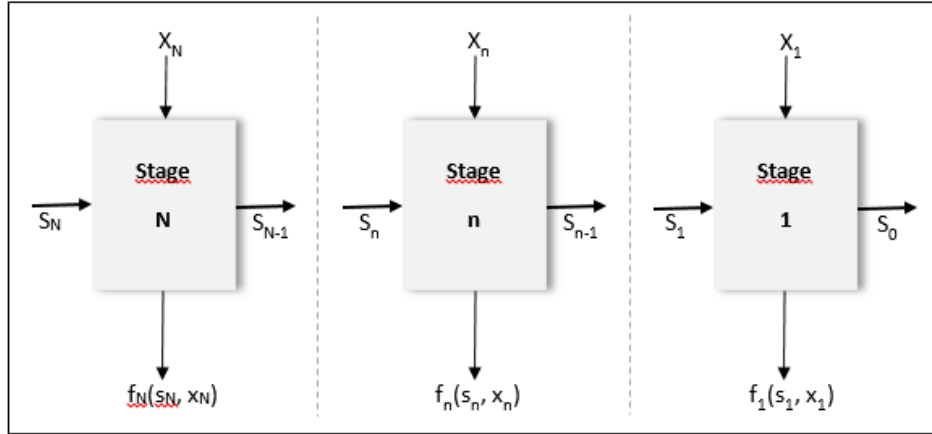
Dinamik programlama yöneylem araştırmasında kullanılan optimizasyon problemlerinden biridir. Büyük ve çok sayıda karar değişkeni olan sorunları, ardışık küçük sorunlara bölerek çözmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. İlk kez Richard Bellman tarafından 1950' li yıllarda ele alınmıştır. Dönüşüm fonksiyonlarının kullanıldığı karar sorunlarının deterministik ve stokastik tiplerini birleştirerek yeni bir yaklaşım geliştirmiştir (Dreyfus, 1961). Bu yöntemde ‘programlama’ kelimesi aslında bilgisayar programlama değil ‘planlama’ anlamında kullanılmaktadır. Daha sonraları Hamilton ve Jakobi’ nin de aynı yinelenen denklemi önerdiği görülmüştür. Bu nedenle çoğu kaynakta Hamilton-Jakobi-Bellman denklemi olarak adlandırılır.

DP problemleri günümüzde sermaye bütçeleme problemleri, kargo yükleme problemleri, dağıtım problemleri, güvenilirlik problemleri, üretim ve stok kontrol problemleri, en kısa yol problemleri gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Dinamik programlama n değişkenli bir problemin optimum çözümünü bulmak için problemi n aşamaya ayrıştırarak ve her aşamada tek değişkenli bir alt problemi çözerek belirlenir. Dinamik programlamada doğrusal programlamada olduğu gibi standart bir model yoktur. Bunun yerine aşama, durum, geçiş fonksiyonları, karar ve optimal adı verilen kavramlar vardır. Dinamik programlamada farklı türdeki problemlerin çözümü için analitik yöntem ya da tablosal çözüm tercih edilebilir. Analitik yöntem, dönüşüm denklemlerinin her bir aşamasında türevleri alınarak optimal değerlerin bulunmaya çalışıldığı bir yöntemdir. Tablosal çözümde ise, tüm aşamalarda bütün durumlar göz önüne alınarak seçenekler belirlenir. Dinamik programlama yineleme ile çözüm yöntemleri ikiye ayrılır; geriye doğru yineleme ile çözüm yöntemi ve ileriye doğru yineleme ile çözüm yöntemi (Taha, 2000).

Şekil 1a’da ileriye doğru yineleme yöntemi ve Şekil 1b’de geriye doğru yineleme yöntemi gösterilmektedir (Sevinç, 2008).



a. İleriye Doğru Yineleme



b. Geriye Doğru Yineleme

Şekil 1. İleriye ve Geriye Yinelemeli Çözüm Süreçleri

İleriye doğru çözüm yönteminde n-1. aşamadaki bilgiler n. aşamanın karar girdilerini oluşturur. Çözüme 1. aşamadan başlanılarak 2, 3, ..., n-1 ve n. aşama için işlemler gerçekleştirilir. İşlem sırası akış yönünde devam eder. 3 aşama için yineleme denklemi aşağıdaki gibidir (Taha, 2000).

$$f_i(x_i) = \min_{f_1 \rightarrow f_2 \rightarrow f_3} d \{ (x_{i-1}, x_i) + f_{i-1}(x_{i-1}) \} \quad i = 1, 2, 3 \quad (1)$$

Geriye doğru çözüm yönteminde n. aşamadan başlanılarak n-1, ..., 3, 2 ve 1. aşama için işlemler gerçekleştirilir. Fakat işlem sırası akışın aksi yönündedir. 3 aşama için yineleme denklemi aşağıda verilmektedir (Taha, 2000).

$$f_i(x_i) = \min_{f_3 \rightarrow f_2 \rightarrow f_1} d \{ (x_{i+1}, x_i) + f_{i+1}(x_{i+1}) \} \quad i = 1, 2, 3 \quad (2)$$

Hangi yöntem seçilirse dönüşüm fonksiyonları buna uygun olarak formüle edilir. Aslında her iki yöntemde aynı sonucu vermektedir. Ancak ileriye doğru yineleme ile çözüm yöntemi daha mantıklıdır. Bununla birlikte, dinamik programlama literatürü değişmez bir biçimde geriye doğru yinelemeyi kullanmaktadır. Bu tercihin nedeni, geriye doğru yinelemenin hesaplama bakımından daha etkili görülmesidir. Tablosal çözüm yönteminde yine ileri veya geriye doğru aşama yöntemi ile çözüm yapılır. Genel gösterimi Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Dinamik programlama tablosal çözüm

s_n		$f_n(s_n, x_n)$				$f_n^*(s_n)$
x_n	0	1	2	...	n	
0						
1						
.						
.						
.						
n						

n =mevcut aşama ($n=1,2, \dots, N$); s_n = n . aşamadaki mevcut durum; x_n = n . aşamada karar değişkeni; $f_n(s_n, x_n)$ = n . aşamada ve s_n durumunda verilen kararın x_n ' in amaç fonksiyonuna katkısını gösterir. Böylece denklem;

$$f_n^*(s_n) = \max y \text{ a da } \min f_n(s_n, x_n) \quad (3)$$

şeklinde yazılabilir. Optimal çözüm elde edilinceye kadar her aşamada yeni tablo oluşturulur. Bazı problemlerde Hamilton-Jakobi-Bellman (HJB) denklemi kullanılarak da aynı sonuçlar elde edilmektedir. HJB denklemi aşağıdaki gibidir (Çimen, 2017));

$$V(s) = \min_a IC_s^a + V(s') \quad (4)$$

s durumu;
 $V(s)$ t aşamasında s durumunda olmanın değer fonksiyonunu (sonuna kadarki çıktılar toplamı);
 a kararı;
 IC_s^a a kararı verilmesi halinde t aşamasında gözlenecek çıktıyı ve
 s' s durumunda a kararı verildiğinde $t + 1$. aşamada karşılaşılabilecek durumu gösterir.

3. OPTİMİZASYON MODELLERİ

En basit anlamı ile optimizasyon, eldeki kısıtlı kaynakları en optimum biçimde kullanmak olarak tanımlanabilir (Bunday, 1984). Optimizasyon modelleri ise; sistemin işleyişini ve özelliklerini yansıtan, sistemin içindeki ve çevresindeki diğer sistemlerle olan etkileşimleri kapsayan matematiksel ifadelerden oluşmaktadır (Kahaner vd., 1989). Matematiksel olarak ifade etmek gerekirse, optimizasyon kısaca bir fonksiyonun minimize veya maksimize edilmesi olarak tanımlanabilir (Türkay, 2019). Özetle bir optimizasyon modelinde 3 ana bileşen vardır;

Amaç fonksiyonu, karar değişkenleri ve kısıtlar. Genel optimizasyon modellerinin türleri: kısıtsız optimizasyon problemi, doğrusal programlama, tamsayılı programlama, ikinci dereceden programlama ve doğrusal olmayan programlamadır. Aşağıda da görüldüğü gibi matematiksel ifadeler; sistemin ölçülebilen özelliklerini belirleyen parametrelerden, en iyi sonuçları verecek karar değerlerini belirleyen değişkenlerden, sistemin en iyilenecek performans ölçütünden ve sistemin özelliklerini ve sınırlarını belirleyen kısıtlardan oluşmaktadır (Türkay, 2019):

Amaç fonksiyonu:

$$\max (ya da \min) Z = f(x, y) \quad (5)$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} g(x, y) &= 0 \\ h(x, y) &\leq 0 \\ x &\in R^n \text{ ve } y \in (1, 2, \dots, m) \end{aligned} \quad (6)$$

Yukarıdaki optimizasyon probleminde $g(x, y)$ eşitliği ve $h(x, y)$ eşitsizlikleri kısıtları belirlemektedir. Ayrıca, karar değişkenleri iki türlü ifade edilmiştir: n boyutlu uzayda herhangi bir reel değeri alabilen sürekli değişkenler (x) ve herhangi bir tamsayı değeri alabilen tamsayılı değişkenler (y).

3.1. Doğrusal Programlama Modelleri

Bu problemlerde sadece sürekli değişkenler ve doğrusal amaç fonksiyonu ile doğrusal kısıtlar mevcuttur. Matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir;

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \text{ veya } \text{Min } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (7)$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\leq b_j \\ i &= 1, 2, \dots, m \text{ ve } x_j \geq 0 \end{aligned} \quad (8)$$

Doğrusal programlama modelleri en yaygın kullanılan optimizasyon modelleridir ve farklı alandaki problemlerin modellenmesinde kullanılmaktadır. Doğrusal programlama problemleri için en yaygın olarak simpleks metodu kullanılmasına karşın bu problemlerin çözümü için farklı algoritmalar geliştirilmiştir.

3.2. Tamsayılı Programlama Modelleri

Bu modellerde doğrusal programlama özelliklerine ek olarak karar değişkenlerinden bazıları ya da bütünü tamsayılı (ya da kesikli) değerler alabilirler. Bütün değişkenlerin tamsayılı olması istenirse arı ya da saf tamsayılı programlama; değişkenlerden bazıları tamsayılı ise karma tamsayılı programlama; değişkenler 0-1 binary (ikili) olması istenirse 0-1 tamsayılı programlama olarak bilinir. Genel bir tamsayılı programlama problem Eşitlik (9) da verilmiştir. Bu model de kısıtlar $\leq, \geq$ ya da $=$ şeklindedir (Winston, 2004).

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \text{ veya } \text{Min } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (9)$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\leq b_j \\ i &= 1, 2, \dots, m \text{ ve } x_j \geq 0 \text{ ve tamsayı} \end{aligned} \quad (10)$$

Tamsayılı-karma doğrusal programlama problemlerinin çözümünde en yaygın olarak dal sınır algoritması kullanılır. Diğer en yaygın teknik kesme düzlemi algoritmasıdır. Bunun dışında yuvarlama, sayımlama (sayma) yöntemleri, ayrışımli algoritmalar, grup teorisi algoritmaları gibi farklı yöntemler de mevcuttur.

3.3. Doğrusal Olmayan Programlama Modelleri

Bu modellerde amaç fonksiyonu ve/veya kısıtlardan bazıları doğrusal değildir. Doğrusal olmayan problemlerin optimal çözümünü elde etmek için çeşitli metodlar kullanılmaktadır (Bazaraa ve diğ., 2006). Bu metodlar arasında yaygın olarak kullanılan aktif kısıt kümesi yöntemidir (Fletcher ve de la Masa, 1989). Doğrusal olmayan programlama problemlerinin çözümü için diğer yaklaşımlardan en yaygın olanları arasında indirgenmiş gradyan, ardışık karesel programlama, güvenli alan ve iç-nokta metodları sayılabilir (Bazaraa, ve diğ., 2006). Genel bir doğrusal olmayan tamsayılı programlama problemi eşitlik (11) de verilmiştir. Bu model de kısıtlar $\leq$, $\geq$ ya da $=$ şeklindedir (Winston, 2004).

Amaç fonksiyonu:

$$\max (ya da \min) Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (11)$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} g_j(x_1, x_2, \dots, x_n) &\leq b_j \quad (j = 1, 2, \dots, m) \\ x_j &\geq ya da \text{ sınırlandırılmamış} \end{aligned} \quad (12)$$

4. DİNAMİK PROGRAMLAMA YAKLAŞIMI İLE PROBLEM ÇÖZÜMLERİ

Bu bölümde doğrusal programlama, tamsayılı programlama ve doğrusal olmayan programlama problemlerinin dinamik programlama ile çözümü için birer örnek verilmiştir. Ekler kısmında problemlerin klasik yöntemlerle elde edilen Lingo program çıktıları da verilmektedir.

4.1. Doğrusal Programlama Probleminin Çözümü

Doğrusal programlama problemleri dinamik programlama yöntemi kullanılarak analitik olarak çözülebilir. 2 karar değişkenli ve iki kısıtlı bir problem aşağıda verilmektedir.

Problem 1. Aşağıda DP çözümü için örnek bir DP modeli verilmiştir. (https://www.youtube.com/watch?v=6v6_2Lo3_J4)

$$\text{Max } Z = 2x_1 + 5x_2$$

$$2x_1 + x_2 \leq 430$$

$$4x_2 \leq 460$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Yukarıdaki problemin iki kısıtı vardır. Sağ taraf değerleri b_1 ve b_2 ile ifade edilirse $F_i(b_1, b_2)$ yazılır. Problem aşama aşama çözülür ($i = 1, 2, \dots, n$). Önce maksimum edilecek değişken alınır. Matematiksel işlemler yapılarak sonuç bulunur. Daha sonra ikinci değişken alınarak değişkenlerin değerleri elde edilir.

$F_i(b_1, b_2)$ ve $i =$ aşama

1. aşama: $i = 1$

$$F_1(b_1, b_0) = \max 2x_1 \quad 0 \leq x_1 \leq b$$

b değerini hesaplamak için; $\min\{b_1/cx_1, b_2/cx_2\}$

$$= \min\{430/2, 460/0\}$$

$= \min(215, \infty)$ olduğundan $b = 215$ olarak bulunur.

$$F_1(b_1, b_2) = \max 2x_1 \quad 0 \leq x_1 \leq 215$$

$$x_1 = (43 - x_2)/2 \text{ ve } x_1 = 0$$

$$\min\{x_1, x_2\} \text{ ise } \min\{(430 - x_2)/2, 0\} \text{ ise } x_1 = (430 - x_2)/2$$

$$F_1(430, 460) = 2\min\{(430-x_2)/2\}$$

2. aşama: $i = 2$

$$F_2(b_1, b_2) = \max 2x_1 + 5x_2$$

= $\max 5x_2 + 2[\min\{(430-x_2)/2\}]$ ve x_2 için b hesaplanırsa;

$b = \min \{b_1/cx_2, b_2/cx_2\}$ olduğundan

= $\min \{430/1, 460/2\} = \min \{430, 230\}$ ve $b=230$ elde edilir.

$$F_2(430, 460) = \max 5x_2 + 2[\min\{(430-x_2)/2\}] \quad 0 \leq x_2 \leq 230$$

$\min\{(430-x_2)/2\}$ 'yi hesaplamak için; $\min \{(430-(x_2=0))/2 \text{ ve } (430-(x_2=230))/2\}$ $x_2=230$

$x_1 = \min\{(430-x_2)/2\}$ ise $x_1 = 100$

Max $Z = 2(100) + 5(230) = 1350$ olarak bulunur.

4.2. Tamsayılı Programlama Probleminin Çözümü

Tamsayılı problemlerin arasında en bilinen problemlerden biri Knapsack problemleridir. Knapsack problemlerin çözümü için dal-sınır algoritması gibi klasik yöntemler ve sezgisel yöntemler kullanılmaktadır. Fakat dinamik programlama ile daha hızlı çözüm bulunabilmektedir. Bu problemlerin çözümünde ileriye ya da geriye doğru tablosal çözüm tercih edilmektedir.

4.2.1. 0/1 Knapsack Problemi

Tüm değişkenlerin 0 veya 1 olması gereken programlama problemlerine 0-1 tamsayılı programlama problemleri denir. 0/1 Knapsack problemlerinin çözümü için Tablo 2 verilmektedir (Oğan, 2019). Bu tablodaki verilen değişkenler; W =kapasite, w_i =ağırlık, v_i =değer ve n =parça sayısını göstermektedir.

Tablo 2. Dinamik programlama ile knapsack probleminin çözümü

		Kapasite			
v_i	w_i	0	$j-w_i$	i	W
v_1	w_1	0	0	0	0
v_2	w_2	0	$F(i-1, i-w_1)$	$F(i-1, j)$	
.	.			$F(i, j)$	
.	.				
.	.				
V_n	W_n				amaç

Bu tabloda satırda kapasite (W) miktarları yer alır. 0'dan başlayarak kapasite miktarı kadar tabloda gösterilir. Sütunda ise ağırlık (w_i) ve değer(v_i) değerleri yazılır. Amaç w_i değerlerini en etkin kullanarak maksimum değere ulaşmaktır. Birinci satırda başlangıç "0", daha sonra w_i değeri kadar maksimum kapasite değerine kadar değer atanır. İkinci satıra gelindiğinde w_1 ve w_2 değeri birlikte dikkate alınır. w_i değerleri karşılaştırılarak maksimum değer atanır. Üçüncü satırda w_1, w_2, w_3 değeri dikkate alınarak yukarıdaki gibi maksimum değerler atanır. Bu işleme son satıra kadar devam edilerek işlem yapılır.

Problem 2. Aşağıda 4 karar değişkenli tek kısıtlı bir tamsayılı programlama problemi verilmiştir. Bu tür problemlere Knapsack problemleri de denilmektedir.

(<https://www.youtube.com/watch?v=8LusJS5-AGo>)

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 7x_4 \\ x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 5x_4 &\leq 7 \\ x_i &= 0 \text{ veya } 1 \end{aligned}$$

Ağırlık(w_i)	Değer(v_i)
1	1
3	4
4	5
5	7

	v_i	w_i	0	1	2	3	4	5	6	7	*
0	(1)	1	0	1	1	1	1	1	1	1	x
1	(4)	3	0	1	1	4	5	5	5	5	√
1	(5)	4	0	1	1	4	5	6	6	9	√
0	(7)	5	0	1	1	4	9	7	8	9	x

$$\text{Max } Z = 1(0) + 4(1) + 5(1) + 7(0) = 9$$

Tablo çözüm, olasılıkların kontrol edilerek çözümün araştırılması esasına dayanır.

4.2.2 Saf Knapsack Problemi

Tüm değişkenleri tamsayı değerlerden oluşan problemlerdir.

Problem 3. Aşağıda 3 karar değişkenli tek kısıtlı bir tamsayı programlama problemi verilmiştir. Bu problemde saf tamsayı problemine uygun olduğu için bu tür problemler aşama aşama Tablo ile çözülebilir. Geriye doğru yineleme işlemi kullanılarak çözüm elde edilebilir. (<https://www.youtube.com/watch?v=dND9IsjL1lo>)

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 7x_1 + 8x_2 + 11x_3 \\ 3x_1 + 4x_2 + 6x_3 &\leq 10 \\ x_i &\geq 0 \text{ ve tamsayı} \end{aligned}$$

n	w_i	v_i
1	3	7
2	4	8
3	6	11

Başlangıç olarak v_i/w_i değerleri hesaplanır.

n	w_i	v_i		v_i / w_i
1	3	7	x_1	$7/3=2,33$
2	4	8	x_2	$8/4=2$
3	6	11	x_3	$11/6=1,83^*$

Aşama=3 $x_3=0, 1$

$x_3=0$	$x_3=1$	$f_3(d_3)$ max değer
0	-	0
-	6	11

Aşama=2 $x_2=0, 1, 2$ d_3+4x_2

$x_2=0$	$x_2=1$	$x_2=2$
0	-	-
-	4	-
-	-	8

$x_3=0$	$x_3=11$
0	11
8	19
16	27 X

Aşama=1

$x_1=0$	$x_1=1$	$x_1=2$	$x_1=3$	$f_1(d_1)$
19	18	22*	21	22

$$\text{Max } Z = 7(2) + 8(1) + 11(0) = 22$$

4.3. Doğrusal Olmayan Programlama

Doğrusal olmayan programlama problemlerinin dinamik programlama ile çözmek için problemin yapısına göre analitik yöntem tercih edilir. Bu nedenle hesaplama sayısı azdır. Fakat problemin boyutu arttıkça karmaşık matematik yazılışlar gerektirir.

Problem 4. (<https://math.stackexchange.com/questions/1604557/dynamic-programming-at-a-non-linear-programming-problem>)

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= x_1^3 - 11x_1^2 + 40x_1 + x_2^3 - 8x_2^2 + 21x_2 \\ x_1 + x_2 &\leq 5.4 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

$$x_1 + x_2 = z \text{ ise } z \leq 5.4$$

x_2 değişkenin yerine $z-x_1$ yazılarak amaç fonksiyonu buna göre yeniden yazılabilir.

$$x_1^3 - 11x_1^2 + 40x_1 + (z-x_1)^3 - 8(z-x_1)^2 + 21(z-x_1)$$

$x_1=z+1/2$ ve $x_2=z-1/2$ sadeleştirme yapılırsa,

$$1/4(z^3 - 19z^2 + 119z + 19) \text{ elde edilir.}$$

Buradan, $x_1=16/5$; $x_2=11/5$ Max $Z = 66.256$ olarak bulunur.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Dinamik programlama yaygın kullanım alanı olan bir optimizasyon yöntemidir. Bu yöntem yinelemeli bir optimizasyon yöntemidir. Bu nedenle bir önceki aşamada elde edilen bilgilerden yararlanılarak aşama aşama çözülür. Dinamik programlama, birbiriyle ilişkili kararların bir sıralamasını yapmak için kullanışlı bir matematiksel tekniktir. Diğer optimizasyon yöntemlerinde de çözüme aşama aşama gidilir. Fakat yaklaşım yineleme değil iteratiftir. Dolayısıyla DP problem çözme için genel bir yaklaşım türüdür ve kullanılan her denklem için özel denklemler geliştirilmelidir.

Bazı problemler uygulamada yalnız DP ile çözülebilmektedir. Örneğin kimya prosesleri gibi ardışık tipteki problemler buna örnek olarak verilebilir. DP doğrusal ya da tamsayılı programlamada kullanılan çözüm yaklaşımlarında olduğu gibi bütün seçenekleri taramak yerine daha az hesaplama yapma olanağı sağlar. Fakat DP yönteminde problemi formüle etme güçlüğü vardır. DP'nin en büyük dezavantajı genel bir programın yazılamayışıdır. Fakat knapsack problemlerinde olduğu gibi farklı programlarda kod yazılarak problemler çözülebilir.

Sonuç olarak dinamik programlama, hem deterministik hem de stokastik modellere uygulanabilen esnek bir yöntemdir. Bu çalışmada da farklı türlerdeki örnek problemler ele alınmıştır. Problemlerin dinamik programlama çözümleri aşamalı olarak ele alınmış ve okuyucuya sunulmuştur. Ayrıca klasik çözüm

sonuçları ile karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla Lingo paket program sonuçları da ekte sunulmuştur. Sonuçların ampirik olarak dinamik programlama sonuçları ile paralel olduğu gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- Andreani, R. (2019). Dynamic programming.
<https://www.ime.unicamp.br/~andreani/MS515/capitulo7.pdf>
- Bazaraa, M.S., Sherali H.D. ve Shetty, C.M. (2006). Nonlinear Programming: Theory and Algorithms, 3. baskı, Wiley-Interscience, New York.
- Bellman, R. (1958). On a routing problem. Quarterly of Applied Mathematics, 16:87-90, 1958.
- Bunday, B.D. (1984). Basic Optimization Methods, Edward Arnold Ltd, London.
- Buyuktahtakin, İ. E. (2017). Dynamic Programming via Linear Programming.
- Çimen, M. (2017). Ders 1: Dinamik Programlamanın Yinelenebilir Yapısı, Ders Notları, 18.09.2017
- Doğan, M. (1985). İşletmelerde Karar Verme Teknikleri, Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Yayınları, Bilgehan Basımevi, İzmir
- Dreyfus, S. (1961). Dynamic Programming, Edt. Russel Ackof, Progress in Operations Research, No:5, John Wiley, Sons Inc. NY, s.216.
- Elmaghraby, S. E. (1970). The concept of state in discrete dynamic programming. Journal of Mathematical Analysis and Applications, 29(3):523-557.
- Eppen, G. D. ve Martin, R. K. (1987). Solving multi-item capacitated lot sizing problems using variable rede_nition. Operations Research, 35(6):832-848.
- Fletcher, R. ve de la Maza, E.S. (1989). Nonlinear programming and nonsmooth optimization by successive linear programming, Mathematical Programming, 43, 235-256.
- Greenberg, H. (1969). A Dynamic Programming Solution To Integer Linear Programs, Journal Of Mathematical Analysis and Applications 26, 454-459.
- Hartman, J. C., Buyuktahtakin, I. E. ve Smith, J. C. (2010). Dynamic programming based inequalities for the capacitated lot-sizing problem. To appear in IIE Transactions.
- Kahaner, D. ve Moler, C. (1989). Nash, S., Numerical Methods and Software, Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ.
- Karp, R. M. ve Held, M. (1967). Finite state processes and dynamic programming. SIAM Journal of Applied Mathematics, 15:693-718.
- Lawler, E. L. ve Wood, D. E. (1966). Branch-and-bound methods: A survey. Operations Research, 14(4):699-719.
- Martin, R. K., Rardin, R. L., ve Campbell, B. A. (1990). Polyhedral characterization of discrete dynamic programming. Operations Research, 38(1):127-138.
- Morin, Th. L. ve Marsten, R. E. (1976). Branch-and-bound strategies for dynamic programming. Operations Research, 24(4):611-627.
- Nemhauser, G. (1966). Introduction to Dynamic Programming. John Wiley and Sons.
- Niu, S.C. (2003). <https://personal.utdallas.edu/~scniu/OPRE-6201/documents/DP1-Dynamic.html>
- Oğan, A. (2019). http://aytugonan.cbu.edu.tr/YZM3207/LectureNotes/YZM3207_ders08.pdf
- Taha, H. (2000). Yöneylem Araştırması, 6. Basımdan Çeviri, (Çeviren ve Uyarlayanlar: Ş. Alp Baray ve Şakir Esnaf), Literatür Yayınları:43, İstanbul.
- Türkay, M. (2019). Optimizasyon Modelleri ve Çözüm Metodları, Erişim tarihi:15.09.2019
<http://home.ku.edu.tr/~mturkay/indr501/Optimizasyon.pdf>
- Shapiro, J. F. (1968). Dynamic programming algorithms for the integer programming problem- I: The integer programming problem viewed as a knapsack type problem. Operations Research, 16(1):103-121.

- Sezen, K. (1998). Dinamik programlama, Ekin Kitapevi, Bursa.
- Winston, W.L. (2003). Operations Research: Applications and Algorithms, 4. baskı, International Thomson Publishing, Belmont, CA.
- Wolsey, L. A. (1973). Generalized dynamic programming methods in integer programming. Mathematical Programming, 4(1):222-232.
- Yongyang Cai, Kenneth L. Judd, Thomas S. Lontzek, Valentina Michelangeli, ve Che-Lin Su (2013). Nonlinear Programming Method for Dynamic Programming, NBER Working Paper Series.
- Yang X, He H. ve Zhong X. (2019). Approximate Dynamic Programming for Nonlinear Constrained Optimizations.
- Jahangiri, E. ve Ghassemi-Tari, F. (2006). A dynamic programming approach for solving nonlinear knapsack problems, Journal of Industrial Engineering International 2006, Vol. 2, No. 1, 31 – 37.

EKLER: Program çıktıları

Problem 1: LINGO Çözümü

Lingo 17.0 - Solution Report - Lingo1

File Edit Solver Window Help

Lingo Model - Lingo1

```
!Objective Function;  
MAX = 2*x1 + 5*x2 ;  
  
!subject to ;  
  
2*x1+x2 <= 430 ;  
2*x2 <= 460 ;
```

Solution Report - Lingo1

Global optimal solution found.
Objective value: 1350.000
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 0
Elapsed runtime seconds: 0.04

Model Class: LP

Total variables: 2
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 0

Total constraints: 3
Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 5
Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X1	100.0000	0.000000
X2	230.0000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1350.000	1.000000
2	0.000000	1.000000
3	0.000000	2.000000

Problem 2: LINGO Çözümü

Lingo 17.0 - Solution Report - Lingo1

File Edit Solver Window Help

Lingo Model - Lingo1

```
!Objective Function;  
MAX = X1 + 4*x2 + 5*x3 + 7*x4 ;  
  
!subject to ;  
  
x1+3*x2+4*x3+5*x4 <= 7 ;  
  
@BIN(x1);  
@BIN(x2);  
@BIN(x3);  
@BIN(x4);
```

Solution Report - Lingo1

Global optimal solution found.
Objective value: 9.000000
Objective bound: 9.000000
Infeasibilities: 0.000000
Extended solver steps: 0
Total solver iterations: 0
Elapsed runtime seconds: 0.03

Model Class: MILP

Total variables: 4
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 4

Total constraints: 2
Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 8
Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.000000	-1.000000
X2	1.000000	-4.000000
X3	1.000000	-5.000000
X4	0.000000	-7.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	9.000000	1.000000
2	0.000000	0.000000

Problem 3: LINGO Çözümü

Lingo 17.0 - Solution Report - Lingo1

File Edit Solver Window Help

Lingo Model - Lingo1

```
!Objective Function;
MAX = 7*x1 + 8*x2 + 11*x3 ;

!subject to ;
3*x1+4*x2+6*x3 <= 10 ;

@GIN(x1);
@GIN(x2);
@GIN(x3);
```

Solution Report - Lingo1

Global optimal solution found.

Objective value:	22.00000
Objective bound:	22.00000
Infeasibilities:	0.000000
Extended solver steps:	0
Total solver iterations:	0
Elapsed runtime seconds:	0.06

Model Class: PILP

Total variables:	3
Nonlinear variables:	0
Integer variables:	3

Total constraints:	2
Nonlinear constraints:	0

Total nonzeros:	6
Nonlinear nonzeros:	0

Variable	Value	Reduced Cost
X1	2.000000	-7.000000
X2	1.000000	-8.000000
X3	0.000000	-11.00000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	22.00000	1.000000
2	0.000000	0.000000

Problem 4: LINGO Çözümü

Lingo 17.0 - Solution Report - Lingo1

File Edit Solver Window Help

Lingo Model - Lingo1

```
MODEL:
Max = x1^3 - 11*x1^2 + 40*x1 + x2^3 - 8*x2^2 + 21*x2 ;
x1 + x2 <= 5.4 ;
x1 > 0 ;
x2 > 0 ;
END
```

Solution Report - Lingo1

Local optimal solution found.

Objective value:	66.25600
Infeasibilities:	0.000000
Extended solver steps:	5
Best multistart solution found at step:	1
Total solver iterations:	37
Elapsed runtime seconds:	0.12

Model Class: NLP

Total variables:	2
Nonlinear variables:	2
Integer variables:	0

Total constraints:	4
Nonlinear constraints:	1

Total nonzeros:	6
Nonlinear nonzeros:	2

Variable	Value	Reduced Cost
X1	3.200000	0.000000
X2	2.200000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	66.25600	1.000000
2	0.000000	0.3200000
3	3.200000	0.000000
4	2.200000	0.000000

Döviz Kuru Geçiş Etkisi: Türkiye Örneği

Aslı GÜLER

Dr.Öğr. Üyesi, Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye, asliguler24@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2900-1184>

ÖZ

Döviz kurlarında meydana gelen değişimlerin dış ticaret kanalı üzerinden ithalat fiyatlarını değiştirmek sureti ile yurt içi fiyatlara yansımaları “döviz kuru geçiş etkisi” olarak adlandırılmaktadır. Özellikle ara malı ve enerji ithalatına büyük ölçüde bağımlı olan dışa açık küçük ekonomilerde daha yoğun hissedilen bu etki, büyük ölçüde kur kaynaklı maliyet baskısından ve enflasyon beklentileri üzerinde oluşan etkiden kaynaklanmaktadır. Bir ülke ithal fiyatlarına ne ölçüde bağımlı ise döviz kurlarında yaşanan şokların ulusal ekonomiye yansımaya derecesi de bir o kadar güçlü olmaktadır. Bu durum uygulanacak para politikası stratejisinden, kur rejiminin seçimine kadar bir dizi sonuç doğurabilmektedir. Bu nedenle dışa açık ve küçük ekonomilerde yurt içi fiyat artışları ile döviz kuru hareketleri arasındaki ilişkinin dinamiklerini ortaya koymak para politikasının doğru formüle edilebilmesi açısından merkezi bir önem taşımaktadır.

Bu çalışmada nominal efektif döviz kurunda meydana gelen değişimlerin ithalat fiyatları, yurt içi üretici fiyatları ve tüketici fiyatları üzerindeki etkisi 2006:2019 yılları arasındaki çeyrek dönemlik veriler kullanılarak ARDL sınır testi yaklaşımı ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulardan yola çıkılarak ele alınan dönemde döviz kurundan yurt içi fiyatlara doğru kısmi bir geçiş etkisinin varlığını sürdürdüğü sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte döviz kurundaki değişiklikler hem kısa hem de uzun dönemde üretici fiyatlarını tüketici fiyatlarına göre yaklaşık iki kat daha fazla etkilemektedir. Bu durum kurlardaki değişimin yarattığı maliyet baskısının üretici üzerinde kaldığına ve üretici fiyat enflasyonunun daha fazla yükseldiğine işaret etmektedir. Politika yapıcılar döviz kurunun enflasyon üzerinde meydana üretici fiyatları enflasyonuna odaklanmaları doğru bir yaklaşım olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Döviz Kuru Geçiş Etkisi, Yurt İçi Üretici Fiyatları, Yurt İçi Tüketici Fiyatları Enflasyon.

JEL Kodları: E52, E31, F31

Exchange Rate Pass-Through After: The Case Of Turkey

ABSTRACT

The effect of changes in foreign exchange rates on domestic prices by changing import and export prices is called the “exchange rate transition effect. This effect, which is felt more intensively in small open economies, which is heavily dependent on intermediate goods and energy imports, is mainly due to the cost pressure stemming from the exchange rate and the effect on inflation expectations. To what extent a country is dependent on import prices, the degree of reflection of the exchange rate shocks on the national economy is as strong. This situation also can be effective in the choice of monetary policy strategy and the exchange rate regime. Therefore, it is of central importance to reveal the dynamics of the relationship between domestic prices and exchange rate movements for the correct formulation of monetary policy in open and small economies.

In this study, the effects of changes in nominal effective exchange rates on import prices, domestic producer prices and consumer prices were analyzed using the quarterly data between 2006: 2019 using the ARDL bound test approach. Based on the findings obtained, it was concluded that a partial transition effect from the exchange rate to domestic prices continued in the period under consideration. However, the changes in the exchange rate affect the producer prices in both short and long terms nearly twice as much as the consumer prices. This indicates that the cost pressure caused by the change in exchange rates remained on the producer and the producer price inflation increased more.

Keywords: Exchange Rate Pass-Through, Domestic Producer Prices, Domestic Consumer Prices Inflation.

JEL Codes: E52, E31, F31

1. GİRİŞ

Döviz kurlarının yurt içi fiyatlar üzerinde meydana getirdiği etki ekonomi literatüründe “döviz kurlarının geçiş etkisi” (Exchange rate pass-through) kavramı ile karşılanmaktadır. İlk kez Steve Magee (1973) tarafından yerli para birimlerindeki değer kayıplarının etkilerini açıklamak için kullanılan bu kavram, o zamandan geri ekonomi literatüründe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Döviz kuru geçiş etkisi, ithalatçı ve ihracatçı ülkelerin para birimlerine bağlı döviz kurundaki bir yüzde birlik değişimin, yerel para birimi cinsinden ifade edilen ithal mal fiyatlarında meydana getirdiği yüzde değişim olarak tanımlanır (Goldberg ve Knetter, 1996: 9). Döviz kurundaki yüzde 1'lik değişim, malların iç fiyatlarında yüzde 1'lik bir değişikliğe yol açarsa, geçiş oranının % 100 olduğu söylenir. Bu durum tam geçiş etkisi olarak adlandırılır. Diğer taraftan döviz kurlarındaki değişiklik iç fiyatlarda bire bir değişiklik meydana getirmiyor ise geçiş etkisinin eksik olduğu söylenir ve bu durum kısmi geçiş etkisi olarak adlandırılır (Moldasheva, 2013: 158).

Literatürde genellikle direkt ve dolaylı olmak üzere iki geçiş kanalı üzerinde durulmaktadır. Dışa açık ekonomilerde her iki kanal da eşit derecede önemlidir. Direkt etki kanalı olarak adlandırılan ilk kanalda döviz kurlarında meydana gelen bir değişim, ithal edilen yabancı malların ulusal para cinsinden fiyatlarına etki etmektedir. Bu etki ithal edilen malın nihai tüketim malı ve ara malı olmasına bağlı olarak iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Eğer ithal edilen mal bir nihai tüketim malı ise döviz kurundaki artış o malın ulusal para cinsinden satış fiyatına doğrudan yansımaktadır. Eğer ithal edilen mal, üretimde kullanılan bir girdi ise bu sefer üretim maliyetlerinin artması nedeniyle ithal girdi kullanılan malın satış fiyatı yükselmektedir. Her iki durumda tüketici fiyatlarının artması söz konusu olmaktadır. Dolaylı geçiş kanalı ise döviz kurlarında meydana gelen değişimin, toplam talep üzerinde meydana getirdiği etki üzerinden çalışmaktadır. Bu kanalda, döviz kuru yükseldiğinde yerli mallar yurt dışı tüketiciler için nispi olarak ucuz hale gelmekte ve ihracat artmaktadır. Sonuç olarak yerli mallara olan toplam talebin potansiyel üretim seviyesine göre artış göstermesi, yurt içi fiyatların yükselmesine neden olmaktadır (McFarlane 2002: 6). Sonuç olarak Artan satış fiyatları, artan maliyetler ve artan ihracat talebi ise enflasyonist bir ortam oluşmasına zemin hazırlamaktadır.

Özellikle ara malı ve enerji ithalatına büyük ölçüde bağımlı olan dışa açık küçük ekonomilerde daha yoğun hissedilen bu etki, büyük ölçüde kur kaynaklı maliyet baskısından ve enflasyon beklentileri üzerinde oluşan etkiden kaynaklanmaktadır. Bir ülke ithal fiyatlarına ne ölçüde bağımlı ise döviz kurlarında yaşanan şokların ulusal ekonomiye yansımaya derecesi de bir o kadar güçlü olmaktadır.

Etkinin ikinci olası kanalı, yerli üreticilerin maliyetlerinde bir artış meydana gelmese bile, yüksek ithalat fiyatlarına karşı, kendi fiyatlarını ve kâr marjlarını yükselterek tepki vermeleri nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Tersi de söz konusu olabilmektedir). Bu kanalda, döviz kurunun tüketici fiyatları üzerinde meydana getireceği etkinin büyüklüğü, ilk kanalda olduğu gibi yalnızca ithal edilen malların fiyat endeksi içerisindeki doğrudan ağırlığı ile değil, ticarete konu olabilen tüm malların (ithal malları, ihraç malları ve ithal ikamesi olan ulusal mallar) fiyat endeksi içerisindeki ağırlığı ile hesaplanabilecektir. Buna rekabet etkisi kanalı adı verilmektedir. Örneğin dünya petrol fiyatlarındaki değişimin, tüketici enflasyonu üzerindeki etkisi, petrol ithalatının tüketim harcamaları içerisindeki payının gerektirdiğinden çok daha fazladır. Bunun nedeni, ulusal üreticilerin fiyatlarını dünya fiyatlarına göre ayarlamak durumunda olmalarıdır. Rekabet etkisinin geçerli olduğu ikinci alan ise gıda piyasasıdır. Dünya piyasa fiyatları, yerli gıda fiyatlarını önemli ölçüde etkileyeceğinden, belirli bir döviz kuru değişikliği, tüketici fiyatlarında gıda ithalat payının gerektirdiğinden çok daha büyük bir etki gösterebilir (Sachs, 1985: 17-18).

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de döviz kurunun ithalat, yurt içi üretici ve tüketici fiyatlarına kısa ve uzun dönem etkilerini ortaya koymaktır. Bu amaçla 2006-2019 yılları arasında çeyrek dönemlik veriler kullanılarak ARDL sınır testi yaklaşımı ile nominal efektif döviz kurunda meydana gelen değişimlerin üretici fiyat endeksi ve tüketici fiyat endeksindeki değişimlerin ne kadarından sorumlu olduğu tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın geri kalan kısmında önce daha önce yapılmış ampirik çalışmaların sonuçları paylaşılmış, ardından ise veri seti ve tahmin metodu tanıtarak elde edilen bulgular ve değerlendirmeler paylaşılmıştır.

2. LİTERATÜR

Ampirik literatürde döviz kuru geçişkenliğini ele alan çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Bu çalışmalardan bir kısmı geçiş etkisinin derecesine odaklı iken, bir kısmı ise hangi fiyatların daha fazla kur etkisine maruz kaldığına ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bununla birlikte elde edilen sonuçlar bakımından bir tutarlılık söz konusu değildir. Ancak çalışmaların ulaştıkları birbirinden farklı sonuçlar ele alınan ekonomiye, döneme ve tahmin metodlarının farklılığına atfedilmektedir. Bu çalışmalardan bir kısmının elde ettikleri bulgular Tablo 1’de paylaşılmıştır.

Tablo 1. Döviz kuru geçişkenliği üzerine yapılmış ampirik çalışmalar ve bulguları

Yazar (Tarih)	Ülke(ler)	Yöntem (Dönem)	Bulgular ve Sonuç
Sachs (1985)	ABD	Regresyon (1981-1985)	Doların yıllık %10 değer kaybetmesi, enflasyonu ilk bir yıl içinde %0,7; ikinci yıl içinde %1,7; üçüncü yıl içinde ise %2,6 oranında arttırmaktadır.
Doyle (2004)	İrlanda ve İngiltere	Eşbütünleşme ve Hata düzeltme modeli (1979q1 - 1995q4)	İrlanda’da İngiliz sterlininin kuru yükseldiğinde İngiltere’den yapılan ithalatın birim değeri yükselmektedir. Yurt içi fiyatlar ile ithalat fiyatları uzun vadede birlikte hareket etmektedir.
Campa ve Goldberg (2005)	OECD Ülkeleri	Regresyon (1975 -1999)	Geçiş etkisi elastikiyet katsayısı ortalama olarak kısa dönemde (bir çeyrek dönem) %60, uzun dönemde ise % 75 civarındadır. Döviz kuru volatilitesi daha yüksek ülkelerde geçiş katsayısı daha yüksek olmaktadır.
Tekin ve Yazgan (2009)	Türkiye	VECM (1988- 2004)	İthal mal fiyatlarından yurt içi fiyatlarına kısmi geçiş söz konusudur.
Kara ve Ögünç (2012)	Türkiye	VAR (2002-2011)	Döviz kurunun enflasyon oranına geçiş etkisinin bir yıllık dönemde %15 civarında olduğu tespit edilmiştir.
Moldasheva (2013)	Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan, Türkmenistan Özbekistan	Eşbütünleşme analizi (1995q11-2012q11)	Yapılan analizlerde geçiş etkisinin çoğunlukla kısmi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Türkiye ile örnek ülkelerde geçiş elastikiyet katsayısı negatif bulunmuş, geçiş etkisinin örnek ülkelerde fiyatları düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır.
Kaya (2018)	Türkiye	VAR(2003:1-2016:12)	Kısa vadede döviz kurları enflasyon oranının %15’ini açıklamaktadır. Orta vadede ise petrol ve hammadde fiyatları enflasyon üzerinde daha belirleyicidir.
Durgun Kaygısız (2018)	Türkiye	VAR (2002:1-2016:4)	Enflasyonda meydana gelen değişimlerin %20’si döviz kuru tarafından açıklanmaktadır. Döviz kurunun enflasyon üzerindeki etkisi kısa ve uzun dönemde aynı kalmaktadır.
Xu, Zhang ve Atri (2017).	Çin, Euro Bölgesi ve ABD	VECM (1995-2015)	Döviz kurundan enflasyona geçiş etkisi Avrupa ve ABD’ye nazaran Çin’de çok daha zayıftır.
Bozdağlıoğlu ve Yılmaz (2017)	Türkiye	VAR (1994–2014)	Nominal kurlardaki artış enflasyon oranının yükselmesine neden olmaktadır.
Bulut (2017)	Türkiye	Vektör Hata Düzeltme Modeli ve Granger Nedensellik (2001:Q2-2017:Q3)	Döviz kur sepeti ile fiyatlar genel seviyesi uzun dönemde aynı yönde hareket etmektedir. Döviz kuru sepetinden fiyatlar genel seviyesine doğru tek nedensellik ilişkisi vardır.
Nasir, Huynh ve Vo (2019).	Çekya	Nonlinear ARDL (1999:05 – 2018:12)	Döviz kuru geçiş etkisi enflasyon beklentilerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bununla birlikte negatif ve pozitif döviz kuru şoklarının enflasyon beklentileri üzerindeki etkisi asimetriktr.

3. VERİ SETİ

Döviz kurunun fiyatlara geçiş etkisinin analiz edildiği bu çalışmada kullanılan veri seti 2006-2019 dönemine ait üç aylık verileri kapsamaktadır. Çalışmada döviz kurunu temsilen kullanılan değişken nominal efektif döviz kuru, geçişkenlik ilişkisini daha iyi ortaya koyacağı düşünülerek Ito ve Sato (2006)'yı takiben tercih edilmiştir. Yurt içi fiyatları temsilen ise TL cinsinden ithalat fiyatları, yurt içi üretici fiyatları ve tüketici fiyatları kullanılmıştır. Böylelikle, geçiş etkisinin hangi fiyat endeksi üzerinde daha belirgin olduğunun ortaya konması amaçlanmıştır. TL cinsinden ithalat fiyatları, biri dolar cinsinden ithalat fiyatı, diğeri \$/TL kuru olmak üzere iki bileşene sahip olduğundan kurdaki değişmelere doğal olarak duyarlıdır. Bu nedenle, döviz kurunun fiyatlar üzerinde meydana getireceği ilk etkinin ithalat fiyatları üzerinde kendini göstermesi beklenmektedir. Yurt içi üretici fiyatları ise ithal girdi kullanımına ya da rekabet etkisine bağlı olarak döviz kurundan ikinci dereceden ve tüketici fiyatlarından daha erken etkilenmektedir. Bunun yanında yurt içi üreticilerin de kurların maliyetlerde meydana getirdiği artışı tüketici fiyatlarına yansıtması beklenmektedir. Bu nedenle kurlardaki değişimin tüketici fiyatlarına ne ölçüde yansıdığı ayrıca sorgulanmıştır¹. Döviz kurlarında meydana gelen şoklardan büyük ölçekte etkilenen ve ithal girdi olması bakımından önemli bir maliyet unsuru olan petrol fiyatları da analize dahil edilerek modellerin açıklayıcılık gücünün artırılması planlanmıştır. Ekonominin üretim tarafını temsilen ise sanayi üretim endeksi modellere eklenmiştir.

Tablo 2. Değişkenlerin açıklamaları

<i>Değişkenler</i>	<i>Açıklama</i>	<i>Kaynak</i>
<i>Üfe</i>	<i>Yurt içi üretici fiyat endeksi (2003=100, üç aylık yüzde değişim oranı)</i>	<i>TCMB</i>
<i>Tüfe</i>	<i>Tüketici fiyat endeksi (2003=100, üç aylık yüzde değişim oranı)</i>	<i>TCMB</i>
<i>imp</i>	<i>İthalat Birim Değer Endeksi (2010=100, Geçen Yılın Aynı Dönemine Göre Değişim Oranı)</i>	<i>TÜİK</i>
<i>ex</i>	<i>Nominal efektif döviz kuru (2003=100), üç aylık yüzde değişim oranı</i>	<i>TCMB</i>
<i>sue</i>	<i>Sanayi üretim endeksi (2015=100, toplam sanayi, üç aylık yüzde değişim oranı)</i>	<i>TCMB</i>
<i>oil</i>	<i>Avrupa Brent Petrol Spot FOB Fiyatı (Varil Başına Dolar)</i>	<i>TCMB</i>

4. BİRİM KÖK TESTİ

Zaman serisi analizlerinde kullanılan değişkenlerin durağan olmaması sahte regresyon probleminin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, çoğu zaman serisi analizinde değişkenler birim kök testine tabi tutulmakta ve durağan olmayan seriler farkları alınmak suretiyle durağanlaştırılmaktadır. Ancak bu çalışmada kullanılacak ARDL tahmin metodu değişkenlerin seviye değerleri arasındaki uzun dönem ilişkiiyi ortaya koymaktadır. Buna rağmen, bu metotta değişkenlerin en fazla birinci dereceden durağan olmaları gerektiğinden değişkenlerin durağanlıkları Augmented Dickey-Fuller (ADF) (Dickey and Fuller, 1981) and Phillips-Perron (Phillips and Perron, 1988) birim kök testleri ile sınanmıştır.

¹ Ancak ampirik literatürde ulaşılan sonuçlar tüketici fiyatlarının döviz kurlarındaki değişime fazla duyarlı olmadığı yönündedir (bkz Campa ve Goldberg (2006)).

Tablo 3. ADF ve Phillips-Perron birim kök testi sonuçları

Değişken	ADF				P-P			
	Seviye		Birinci Fark		Seviye		Birinci Fark	
	Sabit	Sabit&Trend	Sabit	Sabit&Trend	Sabit	Sabit&Trend	Sabit	Sabit&Trend
imp	-0.36	-0.89	-4.97*	-5.06*	-3.21**	-3.31	-5.22*	-5.17*
üfe	-5.07*	-5.16*	-	-	-5.07*	-5.21*	-	-
tüfe	-6.83*	-7.23	-	-	-6.86	-7.23	-	-
ex	-6.49*	-5.63*	-	-	-6.51*	-6.90*	-	-
oil	-7.39*	-7.36*			-7.56*	-7.54*		
sue	-2.72	-2.69	-	-14.60	-21.60*	-21.41*	-61.7*	-60.6*

Not: (*) % 1, (**) ise %5 istatistiksel anlamlılık düzeyini temsil etmektedir.

ADF ve P-P birim kök test sonuçlarına göre, üfe, tüfe, ex ve oil değişkenleri her iki birim kök testine göre seviye değerlerinde durağan bulunmuşlardır. Diğer değişkenlerin ise birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri görülmüştür.

5. TAHMİN YÖNTEMİ VE BULGULAR

Makroekonomik değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkileri test eden analizler eşbütünleşme tekniklerine dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Engle-Granger (1987), Johansen-Juselius (1990) ve Johansen (1988, 1991, 1995), Stock and Watson (1988) vb. tarafından geliştirilen ve farklı prosedürler içeren eşbütünleşme testleri, söz konusu uzun dönem ilişkilerin analiz edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu testlerin ortak özelliği, analize konu değişkenlerin aynı dereceden durağan olmasını gerektirmeleridir. Farklı derecelerde durağan olan değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin araştırılmasına olanak vermeyen bu handikap daha sonra Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi ile ortadan kalkmıştır. Bu açıdan ARDL sınır testinin diğer eşbütünleşme testlerine göre en önemli avantajı, farklı derecelerden durağan seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin araştırılmasına olanak vermesidir. Bu bağlamda, Tablo 2’de sunulan birim kök testlerinin sonuçlarına göre analizde kullanılacak değişkenlerin farklı derecelerden durağan oldukları anlaşıldığından, çalışmanın bu kısmında döviz kurunun, ithalat, üretici ve tüketici fiyatları üzerinde meydana getireceği kısa ve uzun dönemli etkiler Pesaran ve diğ. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi kullanılarak analiz edilecektir.

Döviz kurunun fiyatlar üzerindeki etkisini ele alan ampirik çalışmalarda fiyatları temsilen bazen üretici fiyatlarının bazen tüketici fiyatlarının ya da ithalat fiyatlarının kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışma nominal efektif döviz kurunun ithalat fiyatları, üretici fiyatları ve tüketici fiyatları üzerindeki etkisini karşılaştırmalı olarak ölçmeyi amaçladığından her üç fiyat endeksine bağlı üç ayrı ARDL modeli oluşturulmuştur.

Sınır testlerine ilişkin serilere uyumlaştırılmış kısıtlanmamış hata düzeltme modelleri (Unrestricted Error Correction Model, UECM) (1) ve (2) ve (3) numaralı denklemlerde gösterilmiştir.

$$\Delta imp_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta imp_{t-i} + \sum_{i=0}^p \delta_i \Delta ex_{t-i} + \sum_{i=0}^q \varphi_i \Delta oil_{t-i} + \sum_{i=0}^z \vartheta_i \Delta sue_{t-i} + \gamma_i imp_{t-1} + \varepsilon_i ex_{t-1} + \theta_i oil_{t-1} + \alpha_i sue_{t-1} + u_t \quad (1)$$

$$\Delta ufe_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta ufe_{t-i} + \sum_{i=0}^p \delta_i \Delta ex_{t-i} + \sum_{i=0}^q \varphi_i \Delta oil_{t-i} + \sum_{i=0}^z \vartheta_i \Delta sue_{t-i} + \gamma_i ufe_{t-1} + \varepsilon_i ex_{t-1} + \theta_i oil_{t-1} + \alpha_i sue_{t-1} + u_t \quad (2)$$

$$\Delta tüfe_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta tüfe_{t-i} + \sum_{i=0}^p \delta_i \Delta ex_{t-i} + \sum_{i=0}^q \varphi_i \Delta oil_{t-i} + \sum_{i=0}^z \vartheta_i \Delta sue_{t-i} + \gamma_i tüfe_{t-1} + \varepsilon_i ex_{t-1} + \theta_i oil_{t-1} + \alpha_i sue_{t-1} + u_t \quad (3)$$

(1), (2) ve (3) numaralı denklemlerde (imp), ithalat fiyatlarını, (ufe) yurt içi üretici fiyatlarını ve (tüfe) tüketici fiyatlarını, (ex) nominal efektif döviz kurunu, (oil) petrol fiyatlarını (sue) ise sanayi üretim endeksini temsil etmektedir. (Δ), fark operatörü, (p, q, z), gecikme uzunluklarını, (u), hata terimini göstermektedir.

ARDL sınır testinde ilk aşamada değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı yapılan bir F testi ile belirlenmektedir. F testinde hesaplanan F istatistiği, Paseran ve diğ. (2001) tarafından değişkenlerin tamamının I(1) ve tamamen I(0) olduğu varsayılarak hesaplanan asimptotik kritik değerler ile karşılaştırılmaktadır. Eğer hesaplanan F istatistiği üst kritik değerden büyükse değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğuna, eğer alt kritik değerden küçük ise eşbütünleşme ilişkisinin olmadığına hükmedilmektedir (Paseran ve diğ, 2001: 299).

Tablo 4’de ARDL modellerine ilişkin F testi istatistikleri ve kritik değerler sunulmaktadır. Tablo 4’te her üç model için hesaplanan F istatistik değerinin %1 anlamlılık düzeyindeki üst sınır olan 5.61 değerini aştığı görülmektedir. Buna göre üç model için de değişkenlerin eş bütünleşik olduğuna karar verilerek kısa ve uzun dönem katsayı tahminleri gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4. Sınır testleri için F-istatistikleri, kritik değerler

	İthalat fiyatları	Yurt içi üretici fiyatları	Tüketici fiyatları
Seçilen Model	ARDL (2,4,3,3)	ARDL (1,1,1,3)	ARDL (4, 1.3.2)
F istatistiği	32.91	32.43	9.69
k	3	3	3
Kritik Değerler	Alt Sınır	Üst Sınır	
%1	4.29	5.61	
%5	3.23	4.35	
%10	2.72	3.77	

Not: Optimum gecikme uzunluğu Akaike bilgi kriterine göre belirlenmiştir. Optimum gecikme uzunlukları Akaike bilgi kriterine göre belirlenmiştir. k, bağımsız değişken sayısıdır. Kritik sınır değerleri, Pesaran and Pesaran (2001:300), Tablo C1 (iii) Case III’den (Unrestricted intercept and no trend) alınmıştır.

Tablo 5, modellere ilişkin tanısal test sonuçlarını göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre modellerde otokorelasyon, değişen varyans ve model kurma hatası yoktur.

Tablo 5. Seçilen ARDL modellerine ilişkin tanısal testler

Tanısal Testler	İthalat fiyatları	Yurt içi üretici	Tüketici fiyatları
Seçilen Model	ARDL (2,4,3,3)	ARDL (1,1,1,3)	ARDL (4,1.3.2)
Düzeltilmiş R ²	0.95	0.73	0.51
F istatistiği	65.8 (0.00)	16.76(0.00)	5.13(0.00)
Breusch-Godfrey LM	0.44 (0.64)	0.81 (0.45)	0.27(0.75)
Ramsey Reset	1.61 (0.11)	1.88 (0.06)	2.02 (0.6)
ARCH Testi	0.13(0.71)	2.74 (0.10)	0.09(0.75)
Jarque-Bera	1.60 (0.44)	0.72 (0.69)	0.9 (0.63)

Breusch-Godfrey

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin incelenmesi amacıyla oluşturulan ARDL modelleri otokorelasyon LM Testi, Denklem (6), (7) ve (8) deki gibi oluşturularak uzun dönem katsayıları hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 5’te sunulmuştur.

$$\Delta imp_t = \beta_0 + \sum_{i=0}^k \beta_{1i} imp_{t-i} + \sum_{i=0}^p \delta_i ex_{t-i} + \sum_{i=0}^q \varphi_i oil_{t-i} + \sum_{i=0}^z \vartheta_i sue_{t-i} + u_t \quad (4)$$

$$\Delta ufe_t = \beta_0 + \sum_{i=0}^k \beta_{1i} ufe_{t-i} + \sum_{i=0}^p \delta_i ex_{t-i} + \sum_{i=0}^q \varphi_i oil_{t-i} + \sum_{i=0}^z \vartheta_i sue_{t-i} + u_t \quad (5)$$

$$\Delta tüfe_t = \beta_0 + \sum_{i=0}^k \beta_{1i} tüfe_{t-i} + \sum_{i=0}^p \delta_i ex_{t-i} + \sum_{i=0}^q \varphi_i oil_{t-i} + \sum_{i=0}^z \vartheta_i sue_{t-i} + u_t \quad (6)$$

Tablo 6. Uzun Dönem Katsayıları

Değişkenler	İthalat fiyatları (imp)		Üretici fiyatları (üfe)		Tüketici fiyatları (tüfe)	
	Katsayı	t istatistiği	Katsayı	t istatistiği	Katsayı	t istatistiği
ex	3.19*	5.99	0.554074*	6.715265	0.297772**	2.361812
oil	1.56*	5.72	0.201392*	5.432257	0.117842**	2.023516
sue	3.28*	3.24	0.463235**	2.677728	0.221372***	1.318804

Not:(*), %1; (**) %5, (***) %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 6’da nominal efektif döviz kuruna (ex) ait katsayının her üç modelde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre nominal efektif döviz kurunda meydana gelen artışlar uzun dönemde hem ithalat fiyatlarını hem de yurt içi üretici ve tüketici fiyatlarını arttırmaktadır. Buna karşın modellerden elde edilen katsayıların birbirinden farklı olarak hesaplanması döviz kurunun üç fiyat üzerindeki etki kuvvetinin aynı olmadığına işaret etmektedir. Buna göre nominal efektif döviz kurundaki değişiklikler en fazla ithalat fiyatlarına yansımakta daha sonra ise büyüklük olarak sırasıyla üretici ve tüketici fiyatları gelmektedir. Katsayıların büyüklüğü incelendiğinde ise döviz kurunun üretici ve tüketici fiyatlarına yansımaya derecesinin nispeten çok sınırlı kaldığı görülmektedir. Döviz kurundan en az etkilenen ise tüketici fiyatlarıdır.

Petrol fiyatlarına (oil) ilişkin katsayılar değerlendirildiğinde de neredeyse döviz kuru için yapılan değerlendirmelerin aynısına ulaşılabilmektedir. Nitekim petrol fiyatlarına ait katsayı (oil) tüm modellerde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna göre petrol fiyatlarındaki artışlar en fazla ithalat fiyatlarını daha sonra ise üretici ve tüketici fiyatlarını etkilemektedir. Yine petrol fiyatlarından en az etkilenen değişkenin tüketici fiyatları olduğu Tablo 6’dan izlenebilmektedir. Bu sonuç, üreticilerin artan maliyetlerini tüketici fiyatlarına kısmi olarak yansıtabildikleri izlenimi vermektedir.

Nominal efektif döviz kuru ile fiyatlar üzerindeki kısa dönemli dinamik ilişkilerin incelenmesi amacıyla kurulan hata düzeltme modelleri (7), (8) ve (9) numaralı denklemlerdeki gibidir. Hata düzeltme modellerine ilişkin sonuçlar ise Tablo 7, 8 ve 9’ da sunulmuştur.

$$\Delta imp_t = \beta_0 + \gamma_1 ec_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta imp_{t-i} + \sum_{i=0}^p \delta_i \Delta ex_{t-i} + \sum_{i=0}^q \varphi_i \Delta oil_{t-i} + \sum_{i=0}^z \vartheta_i \Delta sue_{t-i} + u_t \quad (7)$$

$$\Delta ufe_t = \beta_0 + \gamma_1 ec_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta ufe_{t-i} + \sum_{i=0}^p \delta_i \Delta ex_{t-i} + \sum_{i=0}^q \varphi_i \Delta oil_{t-i} + \sum_{i=0}^z \vartheta_i \Delta sue_{t-i} + u_t \quad (8)$$

$$\Delta tufe_t = \beta_0 + \gamma_1 ec_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta tufe_{t-i} + \sum_{i=0}^p \delta_i \Delta ex_{t-i} + \sum_{i=0}^q \varphi_i \Delta oil_{t-i} + \sum_{i=0}^z \vartheta_i \Delta sue_{t-i} + u_t \quad (9)$$

Tablo 7. İthalat Fiyatları için Hata Düzeltme Modeli Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık*
ec(-1)*	-0.354851	0.029680	-11.95587	0.0000
C	-2.068252	0.496033	-4.169585	0.0002
$\Delta(\text{imp}(-1))$	0.205510	0.069701	2.948473	0.0057
$\Delta(\text{ex})$	0.968353	0.067264	14.39626	0.0000
$\Delta(\text{ex}(-1))$	-0.008936	0.105143	-0.084987	0.9328
$\Delta(\text{ex}(-2))$	0.243861	0.082915	2.941092	0.0058
$\Delta(\text{ex}(-3))$	0.555294	0.063898	8.690385	0.0000
$\Delta(\text{oil})$	0.091177	0.025574	3.565165	0.0011
$\Delta(\text{oil}(-1))$	-0.279994	0.040817	-6.859657	0.0000
$\Delta(\text{oil}(-2))$	-0.149954	0.030435	-4.927058	0.0000
$\Delta(\text{sue})$	0.261326	0.067148	3.891805	0.0004
$\Delta(\text{sue}(-1))$	-0.635900	0.105928	-6.003157	0.0000
$\Delta(\text{sue}(-2))$	-0.326999	0.074803	-4.371451	0.0001
Tamam Testler		İstatistikler		
R^2		0.93		
Düzeltilmiş R^2		0.91		
F istatistiği		48.1 (0.00)		

Tablo 8. Yurt içi üretici fiyatları için hata düzeltme modeli sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık*
ec(-1)*	-0.682950	0.057974	-11.78039	0.0000
C	-0.269714	0.202367	-1.332795	0.1896
$\Delta(\text{ex})$	0.277721	0.023245	11.94737	0.0000
$\Delta(\text{oil})$	0.061983	0.008352	7.421064	0.0000
$\Delta(\text{sue})$	0.064729	0.024312	2.662455	0.0109
$\Delta(\text{sue}(-1))$	-0.178537	0.036342	-4.912627	0.0000
$\Delta(\text{sue}(-2))$	-0.067365	0.024186	-2.785334	0.0079
Tamamlayıcı Testler		İstatistikler		
R^2		0.82		
Düzeltilmiş R^2		0.80		
F istatistiği		37.35 (0.00)		

Not:*, %1 anlamlılık düzeyini; **, %5 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 9. Tüketici fiyatları için hata düzeltme modeli sonuçları

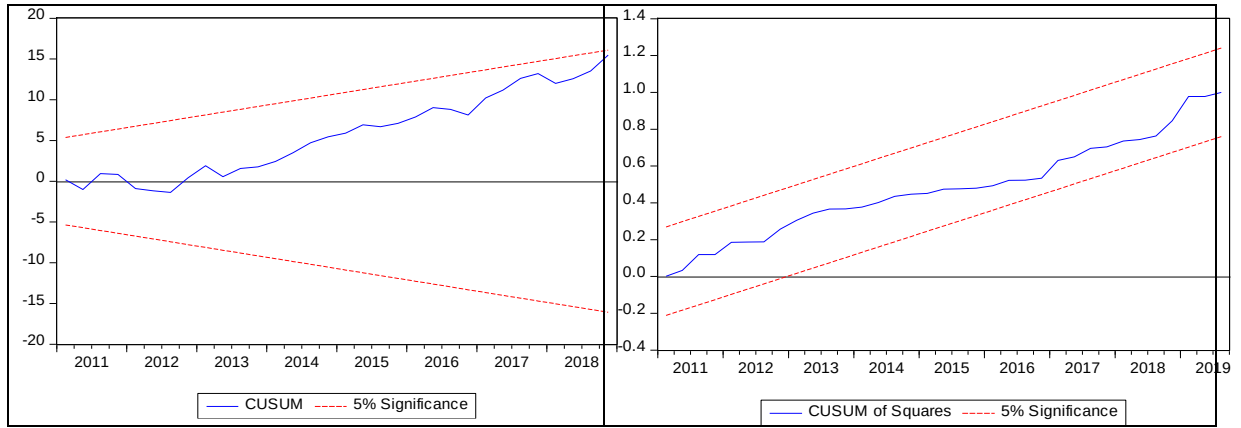
Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık*
ec(-1)*	-0.554364	0.085695	-6.469047	0.0000
C	0.488284	0.165753	2.945851	0.0055
$\Delta(\text{tufe}(-1))$	-0.359084	0.105006	-3.419646	0.0015
$\Delta(\text{tufe}(-2))$	-0.303032	0.107724	-2.813047	0.0077
$\Delta(\text{tufe}(-3))$	-0.321776	0.098099	-3.280111	0.0022
$\Delta(\text{ex})$	0.083809	0.019442	4.310740	0.0001
$\Delta(\text{oil})$	0.002401	0.008446	0.284303	0.7777
$\Delta(\text{oil}(-1))$	-0.026932	0.008020	-3.358053	0.0018
$\Delta(\text{oil}(-2))$	-0.021543	0.007790	-2.765603	0.0087
$\Delta(\text{sue})$	0.006388	0.023652	0.270067	0.7886
$\Delta(\text{sue}(-1))$	-0.073014	0.024119	-3.027235	0.0044
Tamamlayıcı Testler		İstatistikler		
R^2		0.80		
Düzeltilmiş R^2		0.75		
F istatistiği		16.89 (0.00)		

Not:*, %1 anlamlılık düzeyini; **, %5 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

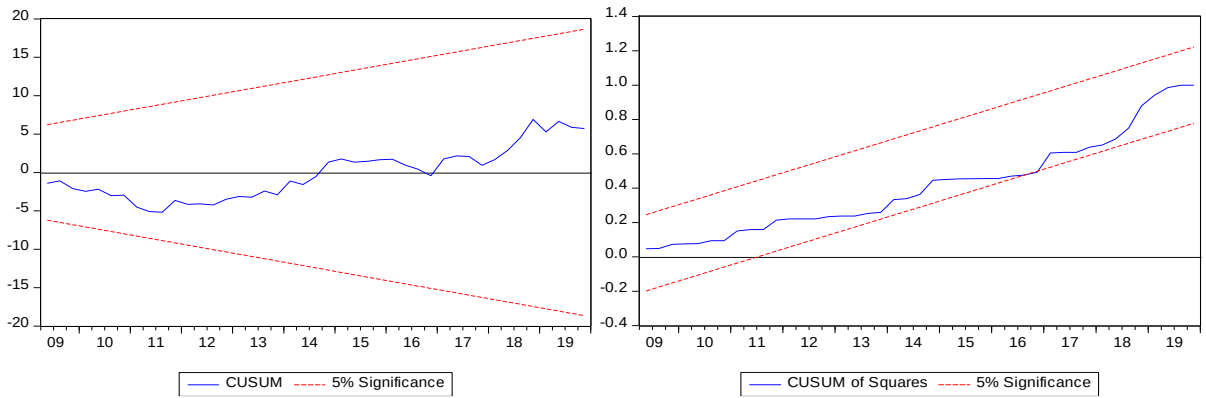
Hata düzeltme modellerinde elde edilen katsayılar incelendiğinde kısa dönemde de döviz kuru ile fiyatlar arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu göze çarpmaktadır. Buna karşın yine döviz kurunda meydana gelen değişimlerden en fazla etkilenen değişkenin ithalat fiyatları olduğu görülmektedir. Üretici ve tüketici fiyatları üzerindeki döviz kuru etkisi ise nispeten sınırlı kalmakla birlikte tüketici fiyatları kısa dönemde de en az etkilenen değişken olarak karşımıza çıkmaktadır. Benzer yorumlar petrol fiyatları içinde söz konusudur. Petrol fiyatlarında meydana gelen değişimler en fazla ithalat fiyatlarını daha sonra ise üretici fiyatlarını etkilemektedir. Diğer taraftan petrol fiyatlarının tüketici fiyatları üzerindeki etkisi ise belirsizdir.

Bütün modellerde hesaplanan hata düzeltme katsayıları (ec (-1)) negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuç değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisini doğrulamakla birlikte uzun dönem denge ilişkisinden sapılması durumunda dengenin tekrar sağlanacağına işaret etmektedir.

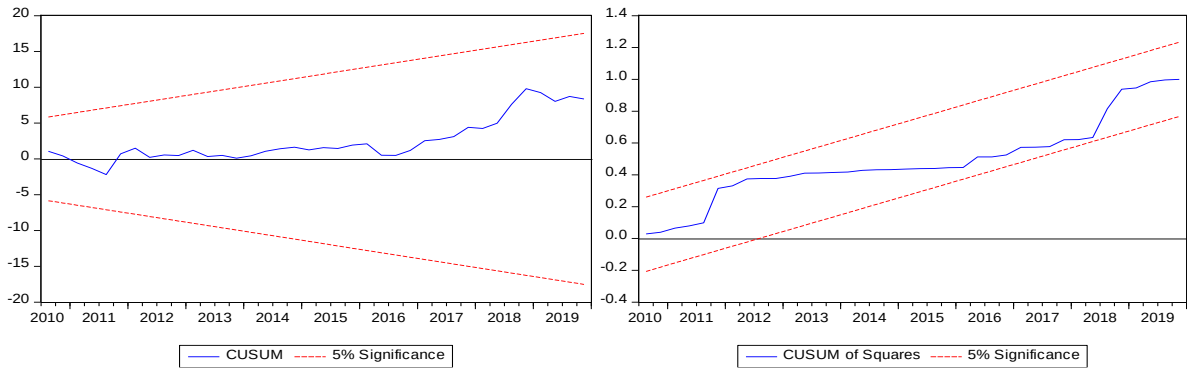
Son olarak, oluşturulan ARDL modellerinin kararlılığının ve yapısal kırılmaların olup olmadığının incelendiği Cusum ve CusumSQ testlerine ilişkin grafikler Şekil 1, 2 ve 3'te gösterilmektedir. Şekiller incelendiğinde Cusum ve CusumSQ istatistiklerinin %5 anlamlılık düzeyinde kritik değerler içinde kaldığı görülmektedir. Buna göre tahmin edilen modeller kararlıdır ve yapısal kırılmalar söz konusu değildir.



Şekil 1. İthalat fiyatları modeli için Cusum ve CusumSQ Testleri



Şekil 2. Yurt içi üretici fiyatları modeli için Cusum ve CusumSQ Testleri



Şekil 3. Tüketici fiyatları modeli için Cusum ve CusumSQ Testleri

6. SONUÇ

Döviz kurunda meydana gelen değişikliklerin ithal edilen mal fiyatları üzerinden yurt içi fiyatlara yansımaları “döviz kuru geçiş etkisi” olarak adlandırılmaktadır. Bir ekonomi, nihai tüketim ya da ara malı ithalatına ne kadar bağımlı ise döviz kurlarında yaşanan oynaklıkların ulusal fiyatlara yansımada derecesi de o kadar güçlü olmaktadır. Dışa açık ithal bağımlılığı yüksek olan küçük ve gelişmekte olan ekonomilerde daha yoğun olarak hissedilen bu olgu, enflasyonla mücadele politikalarını zora sokabilmektedir. Bu nedenle, döviz kuru ile yurt içi fiyatlar arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişki dinamiklerinin tespit edilerek döviz kuruna meydana gelen değişikliklerin yurt içi fiyatlara ne ölçüde

yansıdığıının belirlenmesi para politikasının doğru formüle edilebilmesi açısından merkezi bir önem taşımaktadır.

Bu amaçla çalışmada öncelikle döviz kuru geçiş kanalları ile ilgili teorik bilgi verilmiş, daha sonra ise nominal efektif döviz kurunda meydana gelen değişmelerin ithalat, yurt içi üretici ve tüketici fiyatları üzerinde meydana getirdiği etkiler 2006- 2019 dönemi için üç aylık veriler ile ARDL sınır testi metodu ile analiz edilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre ele alınan dönemde döviz kurunun yurt içi fiyatlara doğru kısmi geçiş etkisi söz konusudur. Döviz kurunda meydana gelen değişiklikler ithalat fiyatlarını doğrudan güçlü bir şekilde etkilese de ithalat fiyatları üzerinden yurt içi üretici ve tüketici fiyatlarına geçişin sınırlı kaldığı anlaşılmaktadır. Diğer taraftan döviz kurunun yurt içi üretici fiyatlarına yansıma derecesi, tüketici fiyatlarına yansıma derecesinden daha güçlüdür. Bu durum yurt içi üretici fiyatlarının kur kaynaklı maliyet baskısından dolayı yükseldiği, ancak üreticilerin maliyetlerindeki artışı satış fiyatlarına kısmen yansıtılabildikleri sonucuna ulaşmamıza neden olmuştur. Bu sonuca göre, kurlardaki değişikliğin yarattığı maliyet yükünün daha çok üretici üzerinde biriktiği ve üretici enflasyonunun daha fazla arttığı anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Bozdağlıoğlu, E. Y., ve Yılmaz, M. (2017). Türkiye’de enflasyon ve döviz kuru ilişkisi: 1994-2014 yılları arası bir inceleme. *Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İzdüşüm Dergisi*, 2(3), 1-20.
- Bulut, Ş. (2017). Fiyatlar genel düzeyi ile döviz kuru arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi: Türkiye örneği. *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 1-10.
- Campa, J. M., ve Goldberg, L. S. (2005). Exchange rate pass-through into import prices. *Review of Economics and Statistics*, 87(4), 679-690.
- Campa, J. M., ve Goldberg, L. S (2006). *Distribution margins, imported inputs, and the sensitivity of the CPI to exchange rates* (No. w12121). National Bureau of Economic Research.
- Dickey, David A. ve Fuller, Wayne A. (1981). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root.” *Econometrica* 49: 1057-72.
- Doyle, E. (2004), Exchange rate pass-through in a small open economy: The Anglo-Irish case. *Applied Economics*, 36(5):443-455.
- Durgun Kaygısız, A. (2018). Döviz kuru dalgalanmalarının enflasyon üzerindeki geçiş etkisi: Türkiye örneği. *International Review of Economics and Management*, 6(2), 117-137.
- Engle, Robert F. ve Granger, Clive W. J. (1987). “Cointegration and error correction: representation, estimation and testing.” *Econometrica* 55 (2), 251-276.
- Goldberg, P. K., ve Knetter, M. M. (1996). *Goods prices and exchange rates: what have we learned?* (No. w5862). National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w5862.pdf> (19.12. 2019).
- Ito, T. ve K. Sato (2006). Exchange rate changes and inflation in post-crisis Asian Economies: VAR Analysis of the exchange rate pass- through,” NBER Working Paper, No. 12395.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254.
- Johansen S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegrating vectors in gaussian vector autoregressive models. *Econometrica*, 59: 1551–1580.
- Johansen S. (1995). Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive models. Oxford University Press: Oxford.
- Johansen, S. ve Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money.” *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 52 (2), 169-210.
- Kara, H. ve Ögünç, F. (2012). Döviz kuru ve ithalat fiyatlarının yurt içi fiyatlara etkisi. *İktisat İşletme ve Finans*, 27(317), 9-28.

- Kaya, H . (2018). 2001 krizi sonrası türkiye’de döviz kuru ve enflasyon ilişkisi: döviz kuru geçiş etkisinin VAR analizi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi* , 73 (3) , 841-865 . DOI: 10.1501/SBFder_0000002519
- Magee, S. (1973). Currency contracts, pass-through and devaluation. *Brookings Papers On Economic Activity*, 1, 1973, 303-323.
- McFarlane, L. (2002). Consumer price inflation and exchange rate pass-through in Jamaica. *Bank of Jamaica*, 37. <https://pdfs.semanticscholar.org/6631/6c3881993bde9d031f63018cb203a414cfae.pdf>
- Moldasheva, G. (2013). Exchange rate pass-through into import prices: Evidence from Central Asia. *International Journal of Economics and Finance Studies*, 5(1), 157-167.
- Nasir, M. A., Huynh, T. L. D., ve Vo, X. V. (2019). Exchange Rate Pass-Through & management of Inflation expectation in a Small Open Inflation Targeting Economy. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3377181> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3377181>
- Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3): 289-326.
- Phillips, P. C. B. ve Perron, P. C. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika* 75: 335-346.
- Sachs, J. D. (1985). The dollar and the policy mix: 1985. NBER Working Paper Series, Working Paper No. 1636 <https://www.nber.org/papers/w1636.pdf> (10.12.2019).
- Seyidoğlu, H. (2013). *Uluslararası finans*. 5. Baskı, İstanbul: Güzem Can Yayınları
- Stock J. Ve Watson M W. (1988). Testing for common trends. *Journal of The American Statistical Association*. 83: 1097–1107.
- Tekin R.B. ve Yazgan, E. (2009). Exchange rate pass-through in Turkish export and İmport prices, *Applied Economics*, 41, 2221–2228.
- Xu, S., Zhang, H., & Atri, S. (2017). A comparative analysis of exchange rate pass-through in China, Euro zone and the U.S.: A vector error correction model. *International Journal of Economics and Finance*, 9(8), 51-65.

N11 Ülkelerinde Kişi Başına Düşen Ekolojik Ayak İzi Yakınsıyor Mu? Panel Veri Analizi

Uğur Korkut PATA

Dr. Öğr. Üyesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye, Türkiye, korkutpata@osmaniye.edu.tr;
korkutpata@ktu.edu.tr

orcid.org/0000-0002-2853-4106

ÖZ

Çevre kirliliği göstergelerindeki yakınsama ülkelere ortak çevresel politikaların oluşturulmasında yardımcı olmaktadır. Çevre kirliliği değerlendirilirken olabildiğince kapsamlı bir değişken ele alınmalıdır. Bu bağlamda ekolojik ayak izi çevre kirliliği için kapsamlı bir göstergedir. Bu çalışma 1971-2016 döneminde yeni sanayileşen, aynı zamanda gelecek 11 (N11) olarak adlandırılan ülke grubu için kişi başına düşen ayak izinin yakınsamasını ampirik olarak analiz etmektedir. Bu amaçla, yeni geliştirilen Hadri-Kurozumi (2012) ve Lee ve Tieslau (2019) panel birim kök testleri kullanılmıştır. Her iki birim kök testinden de elde edilen bulgular N11 ülkelerinde kişi başına düşen ekolojik ayak izinin yakınsadığını göstermektedir. Elde edilen bu bulgular yeni sanayileşen ülkelerde çevre kirliliği arasındaki farkın zamanla kapandığını belirtmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik Ayak İzi, Yakınsama, Yapısal Kırılma, Durağanlık Analizi, N11 Ülkeleri.

JEL Kodları: C23, O13, Q56

Does per capita Ecological Footprint Converge in N11 Countries? A Panel Data Analysis

ABSTRACT

The convergence of environmental pollution indicators helps countries to create common environmental policies. When assessing environmental pollution, a comprehensive variable should be considered. In this context, the ecological footprint is a comprehensive indicator of environmental pollution. This study empirically analysis the convergence of per capita ecological footprint among newly industrialized countries, also known as the next eleven (N11) for the period of 1971-2016. To this end, the newly developed Hadri-Kurozumi (2012) and Lee and Tieslau (2019) panel unit root tests are used. The findings from the both unit root tests show that the per capita ecological footprint has converged across the N11 countries. These findings indicate that the difference between environmental pollution in new industrialized countries has been closed over time.

Keywords: Ecological Footprint, Convergence, Structural breaks, Stationary analysis, N11 Countries.

JEL Codes: C23, O13, Q56

1. GİRİŞ

Sanayileşme ve küreselleşme ile birlikte gerçekleşen yüksek büyüme oranları bir takım yapısal ve çevresel sorunları da beraberinde getirmiştir. Ekonomik büyüme ve nüfus artışı gerçekleştikçe doğal kaynak tüketimi artmış, aşırı tüketim ile birlikte ekosistem zarar görmeye başlamıştır. Bu sebeple ulusal ve uluslararası çeşitli konferanslar düzenlenerek çevre kirliliğini önlemek için hem ülke özelinde ulusal hem de uluslararası ortak kararlar alınarak gerekli önlemlerin yürürlüğe konabilmesi için çaba sarf edilmiştir. İlk uluslararası adımlar 1972 yılında Stockholm’de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı’nda atılmıştır. Gerçekleştirilen konferansta temel olarak gelecek nesillere sürdürülebilir bir çevrenin nasıl bırakılabileceği tartışılmıştır. 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto protokolü ile de birçok ülke sera gazı salımını azaltma taahhüdü vermiştir. Her ne kadar sera gazı ve özellikle de karbon (CO₂) salımı küresel ısınma ve dolayısıyla iklim değişikliğine sebebiyet verse de bu kirleticiler diğer bir takım çevre kirliliği göstergelerini ihmal etmemektedir. Bu nedenle çevre kalitesi analiz edilirken ve çevresel bozulma için gerekli önlemler alınırken daha kapsamlı bir göstergenin incelenmesine ihtiyaç vardır.

Sürdürülebilir bir çevre için biyokapasite ve ekolojik ayak izi küresel hektar (kha) ile ölçülen iki önemli göstergedir. Küresel hektar (kha), ortak bir birimde üretken kapasiteyi ifade etmektedir. Ekolojik ayak izi insanların doğa tarafından gereksinim duyduğu ve kullandığı mal ve hizmetleri belirten bir ölçüttür (McLellan, Iyengar, Jeffries ve Oerlemans. 2014: 32). Ekolojik ayak izi çevresel sınırları ve insanlığın bunları aştığı miktarı göstermektedir (Charfeddine ve Mrabe, 2017: 144). Bu ayak izi ayrıca bir bireyin veya toplumun kullandığı kaynakların tekrar üretilmesi ve oluşan atığın yok edilmesi için ihtiyaç duyulan verimli su ve karasal alanı ifade etmektedir (Tosunoğlu, 2014: 139). Diğer bir deyişle ekolojik ayak izi, gezegenin yenilenebilir kaynaklar ve ekolojik hizmetleri sağlama becerisine olan insan talebini temsil etmektedir (WWF, 2016: 13). Ekolojik ayak izi hesapları, bir nüfusun doğaya olan talebi hakkında toplu bilgi üretmek için tasarlanmıştır (Wackernagel vd. 2004: 261). Charfeddine ve Mrabet (2017: 139) bir ülkedeki insan faaliyetlerinin hava, toprak ve su gibi çevresel faktörler üzerindeki sonuçlarını ekolojik ayak izi ortaya çıkarabildiğinden ötürü bu değişkenin daha uygun bir çevresel bozulma göstergesi olduğunu ifade etmişlerdir.

Biyokapasite ise bir bölgenin yenilenebilir doğal kaynak üretebilme kapasitesi olarak nitelendirilebilir. Ekolojik ayak izi biyokapasiteyi aştığında ekolojik açık oluşmaktadır. Ekolojik açık insanların doğayı gereğinden fazla tahrip ettiğini ve bu durumun sürdürülemez olduğunu göstermektedir.

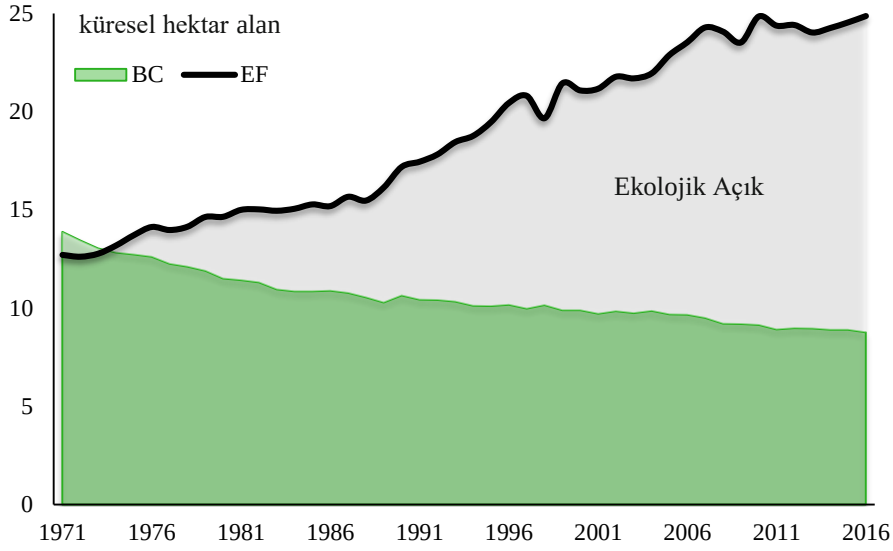
Rees (1992) tarafından geliştirilen ekolojik ayak izi, ekolojik hizmetleri dünyanın yeniden üretebileceğinden daha hızlı bir şekilde tükettiğimizi göstermektedir. Bu ayak izi insan ırkının doğaya verdiği negatif etkileri sayısal olarak belirtmektedir. Ayrıca şehirlerde artan tüketim, doğal kaynak kullanımı ve atıklar ekolojik ayak izini arttıran en önemli nedenlerdendir (McLellan vd. 2014: 64-126).

İnsanların ihtiyaçları doğrultusunda kullandığı alanın bir hesaplaması olan ekolojik ayak izi ölçümünü gerçekleştiren ülkeler, ekolojik varlıkları daha doğru bir şekilde izleyip yöneterek gelecek nesiller için daha iyi bir çevreyi güvence altına alabilirler (Erden Özsoy ve Dinç, 2016: 41-42). Ekolojik ayak izi yalnızca atmosferik karbon birikimi ve tutumunu değil, aynı zamanda çok çeşitli doğal kaynakları ve ekosistem hizmetlerini izlediğinden ötürü sürdürülebilirlik tartışmalarını iklim değişikliği sorununun ötesine taşıma kabiliyetine sahiptir (Charfeddine ve Mrabet, 2017). Ayrıca, çok boyutlu bir gösterge olarak ekolojik ayak izi daha genel bir tabloyu yorumlamamıza yardımcı olabilir (Aşıcı ve Acar, 2015: 2).

Ekolojik ayak izi; karbon ayak izi, otlak ayak izi, balıkçılık sahası ayak izi, tarım arazisi ayak izi ve yapılaşmış alan ayak izi olmak üzere 6 temel birleşenden oluşmaktadır. Bu birleşenlerden karbon ayak izi ekolojik ayak izinin yarısından fazlasını kapsamaktadır. Dolayısıyla ekolojik ayak izi sera gazı emisyonlarını da dikkate almaktadır.

1970’li yıllardan itibaren dünya genelinde ekolojik ayak izi biyokapasiteyi aşmış ve günümüzde de aşmaya devam etmiştir. Bu durum mevcut doğal kapasitenin insanların taleplerini karşılamakta yetersiz kalacağını ve böyle bir ekosistemin sürdürülebilir olmadığını göstermektedir.

Türkiye, Bangladeş, Mısır, Endonezya, İran, Güney Kore, Meksika, Nijerya, Pakistan, Filipinler ve Vietnam'ın oluşturduğu yüksek büyüme oranlarına sahip ve yeni sanayileşen, gelecek 11 olarak nitelendirilen N11 ülkelerinde çevre kirliliği hızlı bir artış göstermiştir. Ağır sanayi ürünleri üretimi ile birlikte hem CO2 salımı hem de daha kapsamlı bir gösterge olarak ekolojik ayak izi artmıştır. Şekil 1'de N11 ülkelerine ait 1971-2016 yılları arasında artarak gerçekleşen küresel hektar ekolojik ayak izi (EF) ve git gide azalan yeşil renkli biyokapasite (BC) gösterilmektedir.



Şekil 1. N11 Ülkelerinde Kişi Başına Düşen Ekolojik Ayak İzi ve Biyokapasite

Kaynak: <http://data.footprintnetwork.org/#/>

Şekilde görüldüğü üzere 11 ülkede toplam kişi başına düşen ekolojik ayak izi 40 yılı aşkın süredir artarak devam etmektedir. N11 ülkelerinde ilk olarak 1974 yılında kişi başına düşen ekolojik ayak izi biyokapasiteyi aşmıştır. Bu yıldan sonra iki çevre göstergesi arasındaki fark açılarak devam etmiştir. Şekilde yer alan gri renkli alan ekolojik açığı ifade etmektedir. 1974 yılında 0,35 küresel hektar olan ekolojik açık 2016 yılına gelindiğinde 16,10 küresel hektara çıkmıştır. Bu durum yeni sanayileşen ülkelerde çok fazla çevre tahribatının gerçekleştiğini gözler önüne sermektedir. Dolayısıyla ilgili ülkelerde ekolojik ayak izinin stokastik özelliklerinin incelenmesi oldukça önemlidir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ekolojik ayak izi özellikle son yıllarda ampirik analizlerde kullanılmaya başlanan bir ekolojik göstergedir. Dolayısıyla bu göstergenin durağanlığını ve ülkeler arası yakınsamasının analiz eden çalışma sayısı oldukça azdır. Bu çalışmalarda kullanılan yöntemler, ilgili dönem aralığı ve çalışmalardan elde edilen bulgular tablo 1'de gösterilmektedir. Tabloda gösterilen sonuçlara göre gelen itibarıyla çeşitli ülke ve ülke grupları için ekolojik ayak izinin yakınsadığı belirlenmiştir. Az sayıda olan bu çalışmalar literatürde konu ile ilgili daha pek çok analizin gerçekleştirilmesi gerekliliğini vurgulamaktadır.

Tablo 1. Literatürde Ekolojik Ayak İzi Yakınsamasını Sınayan Çalışmalar

Çalışma	Dönem	Ülkeler	Yöntem	Bulgular
Bilgili ve Ulucak (2018)	1961-2014	G20 Ülkeleri	Panel KPSS birim kök testi	Stokastik ve deterministik yakınsamanın olduğu sonucuna ulaşmışlardır.
Ulucak ve Apergis (2018)	1961-2013	20 AB Ülkesi	Phillips-Sul Kulüp Yakınsama Testi	Az sayıda kulüp yakınsaması belirlemişlerdir.
Bilgili, Ulucak ve Koçak (2019)	1961-2014	60 ülke	Panel KPSS birim kök testi	Afrika, Amerika ve Avrupa’da yakınsama, Asya’da ise ıraksama söz konusudur.
Ozcan, Ulucak ve Dogan (2019)	1961-2013	Gelir düzeyine göre ayrılmış 4 ülke grubu	Çeşitli panel birim kök testleri	Yüksek gelirli ülkelerin tamamında yakınsama vardır. Düşük ve üst-orta gelirli ülkelerin ise yarısı yakınsamaktadır.
Solarin (2019)	1961-2013	27 OECD ülkesi	RALS-LM birim kök testi	27 ülkenin 13’ünde yakınsama 12’sinde ıraksama olduğunu tespit etmiştir.
Solarin, Tiwari ve Bello (2019)	1961-2014	93 ülke	İki kulüp yakınsama yaklaşımı	Çalışmada ekolojik ayak izi için 10, yapılaşmış alan ayak izi için ise 4 yakınsayan kulüplerin olduğu belirlenmiştir.

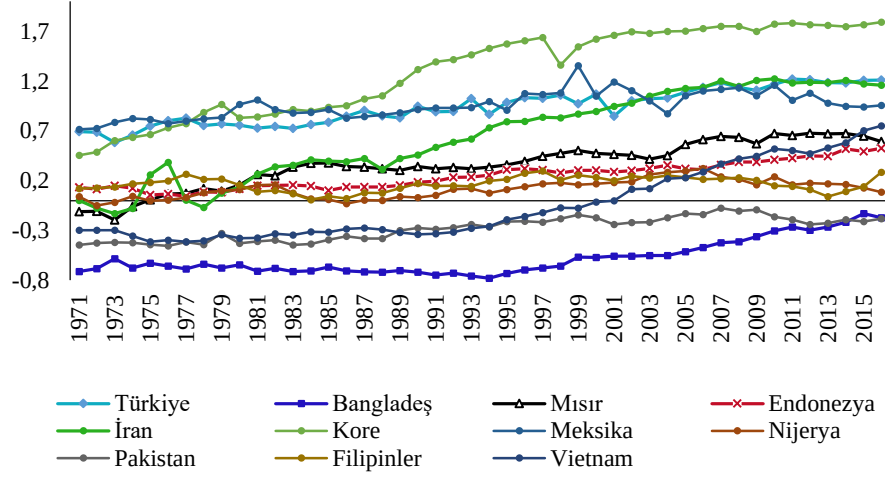
3. VERİ SETİ VE YÖNTEM

N11 ülkelerinde ekolojik ayak izinin yakınsamasını inceleyen bu çalışmada EF: kişi başına düşen küresel hektar ekolojik ayak izini ifade etmektedir. İlgili veri küresel ayak izi ağı internet adresinden (<http://data.footprintnetwork.org/#/>) elde edilmiştir. Tablo 1’de her bir ülke için bu veriye ait tanımlayıcı istatistikler gösterilmektedir.

Tablo 2. EF Değişkenine Ait Bazı Tanımlayıcı İstatistikler

Ülkeler	Ortalama	Maksimum	Minimum	Eğiklik	Basıklık	JB
Türkiye	2,598	3,393	1,792	0,225	1,793	3,181
Bangladeş	0,570	0,877	0,459	1,348	3,687	14,831
Mısır	1,473	1,966	0,824	-0,154	2,223	1,338
Endonezya	1,295	1,690	1,044	0,551	2,351	3,133
İran	2,102	3,400	0,877	0,178	1,544	4,308
Meksika	2,627	3,879	2,045	0,939	4,448	10,776
Nijerya	1,129	1,384	0,952	0,413	2,569	1,664
Pakistan	0,759	0,926	0,634	0,031	1,722	3,140
Filipinler	1,185	1,346	1,007	-0,187	2,221	1,432
Kore	4,008	6,000	1,574	-0,154	1,398	5,098
Vietnam	1,018	2,122	0,661	1,144	3,049	10,037

Tablo 2’ye bakıldığında en yüksek ortalama ekolojik ayak izine sahip ülkelerin sırasıyla Kore, Meksika ve Türkiye olduğu görülmektedir. Ayrıca analiz döneminde ekolojik ayak izinin en yüksek değere ulaştığı ilk üç ülke Kore, Meksika ve İran’dır. Kore, Vietnam, Meksika ve Bangladeş’te bu seri normal dağılmamaktadır. Şekil 2’de ise özellikle İran ve Kore’de ekolojik ayak izinin diğer ülkelere nazaran daha fazla arttığı görülmektedir. Vietnam ve Türkiye 11 ülke içerisinde ekolojik ayak izi en çok artan ülkeler arasındadır.



Şekil 2. N11 Ülkelerinde Kişi Başına Düşen Ekolojik Ayak İzi (1971-2016, kha)

Bu çalışmada ekolojik ayak izinin ülkeler arasında yakınsaması ve Hadri ve Kurozumi (2012) ve Lee ve Tieslau (2019)'nın geliştirmiş oldukları panel birim kök testleri ile analiz edilmiştir. Hadri ve Kurozumi (HK) (2012)'nin geliştirmiş oldukları panel birim kök testi hem yatay kesit bağımlılığını hem de ortak faktörlerden kaynaklanabilecek birim kökü göz önünde bulundurmaktadır. KPSS birim kök analizine dayanan HK testinde otokolerasyon SPC ve LA olmak üzere iki yöntem ile düzeltilebilmektedir. Yöntemler sırasıyla Sul, Phillips ve Choi (2005) analizindeki gibi AR(p) ve Toda-Yamamoto (1995) analizindeki gibi AR(p+1) süreçleriyle düzeltilmektedir. İlk olarak HK testi için oluşturulan eşitlik denklem 1'de gösterilmektedir (Hadri ve Kurozumi, 2012: 31).

$$y_{it} = z_t' \delta_i + f_t y_i + \varepsilon_{it}, \quad \varepsilon_{it} = \phi_{i1} \varepsilon_{it-1} + \dots + \phi_{ip} \varepsilon_{it-p} + v_{it} \quad (1)$$

Denklemden $i=1, \dots, N$ ve $t=1, \dots, T$, z_t deterministik terimi, p ise yatay kesit birimlere göre değişiklik gösterebilen uygun gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. İncelenen serinin durağan olduğunu ifade eden sıfır hipotezi $H_0: \phi_i(1) \neq 0$ ve bu serinin birim köklü olduğunu ifade eden alternatif hipotez $H_1: \phi_i(1) = 0$ şeklinde kurulmaktadır. Sıfır hipotezi reddedilmediğinde serinin durağan olduğuna ve ülkeler arasında yakınsamanın varlığına karar verilmektedir.

Lee ve Tieslau (2019) birim kök testi ise Im, Lee ve Tieslau (2005) tarafından literatüre kazandırılan ve düzeyde bir ve iki kırılmaya izin veren panel birim kök testinin hem düzeyde hem de eğimde kırılmalara izin verecek şekilde geliştirilmiştir halidir. Bu birim kök testi için oluşturulan eşitlik denklem 2 ile ifade edilmektedir (Lee ve Tieslau, 2019: 3).

$$\Delta y_{it} = \delta_i' \Delta Z_{it} + \phi_i \tilde{y}_{it-1} + \sum_{p=1}^p d_{ip} \Delta \tilde{y}_{it-p} + e_{it}, \quad i=1, \dots, N; \quad t=1, \dots, T. \quad (2)$$

Denklemden Z_t kukla değişkeni ifade etmektedir. Ülke bazında durağanlık testinde incelenen serinin birim köklü olduğunu ifade eden sıfır hipotezi; $H_0: \phi_i = 0$, serinin durağan olduğunu belirten $H_1: \phi_i < 0$ alternatif hipoteze karşı test edilmektedir. Panel LM istatistiği ise incelenen bütün yatay kesitler için oluşturulmaktadır. Sıfır hipotezi bütün yatay kesitler için $H_0: \phi_i = 0$ birim kökü ve alternatif hipotez ise $H_1: \phi_i < 0$ bazı yatay kesitlerde (ülkelerde) durağanlığı ifade etmektedir. Sıfır hipotezi reddedildiğinde panelin durağan olduğuna ve incelenen serinin ülkeler arası yakınsadığına karar verilmektedir.

4. AMPİRİK BULGULAR

Panel veri analizi gerçekleştirilirken ülkeler arasında bağımlılığın olup olmadığının belirlenmesi önem arz etmektedir. Eğer bir değişkendeki şok başka bir ülkedeki aynı değişken üzerinde herhangi bir etkiye sahipse yatay-kesit bağımlılığını dikkate almayan I. nesil panel birim kök testleri ile elde edilen sonuçlar güvenilir olmayabilir. Bu nedenle ilk olarak yatay kesit bağımlılığı testleri gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3. Yatay Kesit Bağımlılığı Testlerinin Sonuçları

Test	LM	CD _{LM}	CD	LM _{adj}
İstatistik	83,481	2,716	-3,017	163,283
P-değeri	0,008	0,003	0,001	0,000

Not: Sıfır hipotezi yatay kesit bağımlılığın olmadığını ifade etmektedir.

Breusch ve Pagan (1980), Pesaran (2004) ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen yatay kesit bağımlılığı testleri bir değişkende oluşan şokun diğer ülkeleri etkileyip etkilemediği, yani ülkeler arasında etkileşimin olup olmadığını sınamaktadır. Tablo 3'te gösterilen her dört test istatistiğine göre de N11 ülkelerinde ekolojik ayak izi için yatay kesit bağımlılığının olduğu belirlenmiştir. Gelişmekte ve yeni sanayileşmekte olan ülkelerin birbirleri ile etkileşim halinde olması beklentiler dahilindedir. Bu nedenle II. nesil panel birim kök testleri ile ekolojik ayak izinin yakınsaması sınanmıştır.

Tablo 4. HK Birim Kök Testi Sonuçları

İstatistikler	Sabitli	Sabitli+Trendli
ZA ^{SPC}	-2,051 (0,979)	0,772 (0,220)
ZA ^{LA}	-2,783 (0,997)	-1,231 (0,890)

Not: () parantez içi olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 4'te gösterilen HK birim kök testi sonuçlarına göre hem sabitli hem de sabitli+trendli modellerde her iki test istatistiği için de serinin durağan olduğunu ve aynı zamanda yakınsamayı ifade eden sıfır hipotezinin reddedilemediği görülmektedir. Bu nedenle kişi başına düşen ekolojik ayak izinin N11 ülkelerinde yakınsadığı söylenebilir. Elde edilen bu bulgunun güvenilirliğini pekiştirmek için Im vd. (2005)'nin geliştirdiği sabitte değişime izin veren ve Lee ve Tieslau (2019)'nun geliştirdiği hem sabitte hem de trendde değişime izin veren LM tipi panel birim kök testleri de uygulanmıştır. Bu birim kök testlerine ait sonuçlar tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 5. Bir ve İki Kırılmalı Panel LM Birim Kök Testi Bulguları

Modeller	Sabitte kırılma	Sabitte ve Trendde kırılma
Tek kırılmalı	-11,705 (0,000)	-20,106 (0,000)
İki kırılmalı	-9,990 (0,000)	-19,302 (0,000)

Not: () parantez içi olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 5'te gösterilen yapısal kırılmalı panel birim kök testi sonuçları HK testinin yakınsama bulgularını doğrular niteliktedir. Hem yapısal kırılmasız hem de yapısal kırılmalı birim kök testlerinden elde edilen aynı bulgular N11 ülkelerinde ekolojik ayak izinin yakınsadığı sonucunu kuvvetlendirmektedir. Son olarak ekolojik ayak izinin ülke özelinde durağanlığı sınanmıştır. İlgili sonuçlar tablo 5'te gösterilmektedir.

Son olarak Tablo 6'da gösterilen sonuçlara göre bütün ülkelerde kişi başına düşen ekolojik ayak izinin seviye değerinde durağan olduğu tespit edilmiştir. Bu durum her bir ülkedeki ekolojik ayak izinin geçmiş değerlerinden yola çıkılarak gelecek değerlerinin tahmin edilebileceğini ve ilgili değişkenin maruz kaldığı şokların geçici bir etki yarattığını göstermektedir.

Tablo 6. Ülke Bazında İki Kırılmalı LM Testi Bulguları

Ülkeler	LM test istatistiği	Gecikme uzunluğu	Kırılma tarihleri
Türkiye	-6,778***	0	1997;2002
Bangladeş	-5,577***	2	1991;2007
Mısır	-6,174***	0	2003;2011
Endonezya	-5,162**	0	1993;2005
İran	-6,422***	0	1977;2007
Meksika	-9,734***	0	1996;1999
Nijerya	-8,938***	0	1998;2005
Pakistan	-5,057**	0	1982;2003
Filipinler	-5,124**	0	1987;2010
Kore	-6,102***	2	1982;2008
Vietnam	-8,776***	3	1997;2010

Not: *** %1 ve ** %5 anlamlılık düzeyinde serilerin birim kök içerdiğini ifade eden sıfır hipotezinin reddedildiğini belirtmektedir. Lee ve Tieslau (2019: 7)'da olduğu gibi sabitte ve trendde değişime izin veren model ele alınmıştır.

5. SONUÇ

Çevre kirliliği ülkeleri hem sosyal hem de ekonomik açıdan olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Çevre kirliliğinin önlenmesi hem ulusal hem de uluslararası bir sorumluluktur. Dolayısıyla çeşitli ampirik çalışmalarla çevre kirliliğinin yapısal özellikleri, çevre kirliliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve bu kirliliğin ülkeler arasındaki etkileşimi analiz edilmektedir. CO₂ salımı ampirik olarak analiz edilen başlıca değişkendir. Ancak bu salım balıkçılık, orman tahribatı ve toprak kullanımı gibi diğer ekolojik faktörlerin bir kısmını ihmal etmektedir. Bu nedenle daha kapsamlı bir gösterge olan ekolojik ayak izi çeşitli çalışmalarda analiz edilmeye başlanmıştır. Ekolojik ayak izi biyokapasite ile kıyaslanarak dünyadaki doğal kaynakların ne derecede tahrip edildiğini de gözler önüne sermektedir. Ayrıca ekolojik ayak izi hem insanların tüketimini hem de dünyanın yenilenebilir enerji kaynaklarını tekrardan üretim kapasitesini ölçen bir göstergedir. Her iki avantajından dolayı bu ayak izinin CO₂ salımına göre daha kapsamlı bir çevre kirliliği göstergesi olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada yeni sanayileşen 11 ülkede kişi başına düşen ekolojik ayak izinin yakınsayıp yakınsamadığı Hadri-Kurozumi ve Lee-Tieslau panel birim kök testleri kullanılarak incelenmiştir. Çevre kirliliği göstergelerinin yakınsaması yeni bir araştırma konusudur. Uluslararası toplantılarda çevre kirliliği tahminleri ve alınabilecek önlemler yakınsamanın olduğu varsayımı ile gerçekleştirilmektedir. Gerçekleştirilen çalışmanın sonucunda Türkiye, Bangladeş, Mısır, Endonezya, İran, Güney Kore, Meksika, Nijerya, Pakistan, Filipinler ve Vietnam'ın oluşturduğu yeni sanayileşen 11 ülkede kişi başına düşen ekolojik ayak izinin yakınsadığı belirlenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında N11 ülkelerinin çevre kirliliğini önlemek için ortak politikalar izlemeleri önerilmektedir. Bu bulgu yapısal kırılmalar analize dahil edildiğinde de geçerlidir. Özellikle 1974 yılından itibaren artan ekolojik açığın azaltılması gelişmekte olan ülkeler için de oldukça önemlidir. Bu bağlamda çevre kirliliğinin önlenmesi için gelişmekte olan ülkelerde karbon vergisi gibi benzeri çevre vergileri yürürlüğe koyulabilir. Ayrıca fosil yakıtların yerine daha çevreci enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edilebilir.

KAYNAKÇA

- Aşıcı, A. A., ve Acar, S. (2016). Does income growth relocate ecological footprint?. *Ecological Indicators*, 61, 707-714. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.022>.
- Breusch, T. S., ve Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>.
- Bilgili, F., ve Ulucak, R. (2018). Is there deterministic, stochastic, and/or club convergence in ecological footprint indicator among G20 countries?. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(35), 35404-35419. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3457-1>.

- Bilgili, F., Ulucak, R., ve Koçak, E. (2019). Implications of Environmental Convergence: Continental Evidence Based on Ecological Footprint. In *Energy and Environmental Strategies in the Era of Globalization* (pp. 133-165). Springer, Cham.
- Charfeddine, L., ve Mrabet, Z. (2017). The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 138-154. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.031>.
- Erden Özsoy, C. E., ve Dinç, A. (2016). Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekolojik Ayak İzi, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 53(619), 35-54.
- Hadri, K., ve Kurozumi, E. (2012). A simple panel stationarity test in the presence of serial correlation and a common factor. *Economics Letters*, 115(1), 31-34. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2011.11.036>.
- Im, K. S., Lee, J., ve Tieslau, M. (2005). Panel LM unit-root tests with level shifts. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 67(3), 393-419. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2005.00125.x>
- Lee, J., ve Tieslau, M. (2019). Panel LM unit root tests with level and trend shifts. *Economic Modelling*, 80, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2017.11.001>.
- McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B., ve Oerlemans, N. (Eds.), (2014), “Living Planet Report 2014: Species and Spaces, People and Places”, WWF, Gland, Switzerland.
- Ozcan, B., Ulucak, R., ve Dogan, E. (2019). Analyzing long lasting effects of environmental policies: Evidence from low, middle and high income economies. *Sustainable Cities and Society*, 44, 130-143. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.025>.
- Pesaran, M. H. 2004. General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. Cambridge Working Papers in Economics No. 435, University of Cambridge, and CESifo Working Paper Series No. 1229.
- Pesaran, M. H., Ullah, A. ve Yamagata, T. (2008). A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127. <https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x>.
- Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and urbanization*, 4(2), 121-130. <https://doi.org/10.1177/095624789200400212>.
- Solarin, S. A., Tiwari, A. K., ve Bello, M. O. (2019). A multi-country convergence analysis of ecological footprint and its components. *Sustainable Cities and Society*, 46, 101422. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101422>.
- Sul, D., Phillips, P. C., ve Choi, C. Y. (2005). Prewitening bias in HAC estimation. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 67(4), 517-546. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2005.00130.x>.
- Toda, H. Y., ve Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1), 225-250. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01616-8](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01616-8).
- Tosunoğlu, B. (2014). Sürdürülebilir küresel refah göstergesi olarak ekolojik ayak izi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 3(5), 132-149.
- Ulucak, R., ve Apergis, N. (2018). Does convergence really matter for the environment? An application based on club convergence and on the ecological footprint concept for the EU countries. *Environmental Science & Policy*, 80, 21-27. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.11.002>.
- Wackernagel, M., Monfreda, C., Erb, K. H., Haberl, H., ve Schulz, N. B. (2004). Ecological footprint time series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961–1999: comparing the conventional approach to an ‘actual land area’ approach. *Land Use Policy*, 21(3), 261-269. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.10.007>.
- WWF (2016). Living Planet Report 2016. Risk and Resilience in a New Era. WWF International, Gland, Switzerland.

MIST Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Ekolojik Ayak İzi İlişkisi: Panel Nedensellik Testi Bulguları

Uğur Korkut PATA

Dr. Öğr. Üyesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye, Türkiye, korkutpata@osmaniye.edu.tr;
korkutpata@ktu.edu.tr
orcid.org/0000-0002-2853-4106

ÖZ

Bu çalışma MIST ülkelerinde ekolojik ayak izi, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliği dikkate alan bootstrap panel nedensellik testini kullanmaktadır. Bulgular Türkiye ve Güney Kore’de ve bir bütün olarak panelde yenilenebilir enerji tüketiminin ekolojik ayak izine neden olduğunu göstermektedir. Ekonomik büyüme ekolojik ayak izini sadece Güney Kore’de etkilemektedir. Ayrıca, Endonezya’da yenilenebilir enerji tüketimi ve ekolojik ayak izinden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi mevcuttur. Çalışmanın sonuçlarına göre Meksika’da üç değişken arasında herhangi bir ilişki yoktur. Aynı zamanda ekonomik büyüme panelin tamamı için ekolojik ayak izine neden olmamaktadır. Bu nedenle ekonomik gelişim ekolojik ayak izinin azaltılması için yeterli değildir. Diğer taraftan MIST ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ekolojik ayak izinin azaltılması için bir çözüm olabilir.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik Ayak İzi, Ekonomik Büyüme, Panel Nedensellik Testi, MIST Ülkeleri

JEL Kodları: C23, Q20, Q56

The Relationship between Renewable Energy Consumption, Economic Growth and Ecological Footprint in MIST Countries: Evidence from Panel Causality Test

ABSTRACT

This study aims to investigate the causal relationships between ecological footprint, renewable energy consumption and economic growth in the MIST countries. The study employs panel bootstrap causality test that take into account cross sectional dependency and heterogeneity. The findings reveal that renewable energy consumption causes ecological footprint in Turkey and South Korea, and in the panel as a whole. Economic growth affects the ecological footprint only in South Korea. Furthermore, there is a unidirectional causality from ecological footprint and renewable energy consumption to economic growth in Indonesia. According to the results of the study, there is no relationship between the three variables in Mexico. At the same time, economic growth is not cause ecological footprint for panel as a whole. Therefore, economic development is not sufficient to reduce ecological footprint. On the other hand, renewable energy consumption in MIST countries can be a solution for reducing ecological footprint.

Keywords: Ecological Footprint, Economic Growth, Panel Causality Test, MIST Countries

JEL Codes: C23, Q20, Q56

1. GİRİŞ

Çevre kirliliği hem ekonomiler hem de toplumlar için önemli bir problemdir. Sera gazı salımı sebebiyle oluşan küresel ısınma ve iklim değişikliğinin artan etkileri ile birlikte özellikle karbon dioksit (CO₂) salımının artış hızını azaltmak için çeşitli toplantılarda birçok önlemin alınmasına yönelik adımlar atılmıştır. CO₂ salımı her ne kadar sera gazı salımının en büyük kısmını oluştursa da çevre kirliliğini tamamen yansıtmak için yeterli bir gösterge değildir. Hava kirliliği haricinde, su ve toprak kirliliği de insan sağlığını ve dolayısıyla ülke ekonomilerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Rees (1992) ve Wackernagel (1994) insanların doğaya olan baskısının bir göstergesi olan ekolojik ayak izini geliştirmişlerdir. Ekolojik ayak izi altı farklı alt birleşenden oluşmaktadır. Bu birleşenler: Balıkçılık sahası ayak izi, karbon ayak izi, orman ayak izi, otlak ayak izi, tarım arazisi ayak izi ve yapılandırılmış alan ayak izidir. CO₂ salımını da içerisinde bulunduran karbon ayak izi ekolojik ayak izinin en büyük bileşenidir. Ekolojik ayak izi orman ve tarım arazisi ayak izi ile toprak kirliliğini ve balıkçılık sahası ayak izi ile de su kirliliğini dikkate almaktadır. Ekolojik ayak izi küresel hektar alan ile hesaplanmakta ve doğanın kapasitesini ifade eden biyokapasite ile kıyaslanmaktadır. Biyokapasite insanların talep ettiği ürün ve hizmetleri üretmek için mevcut doğal varlıkları ifade etmektedir (Mancini vd., 2018). Bu çevresel göstergelerin kıyaslanması ile iki farklı durum ortaya çıkmaktadır:

I) Biyokapasite>Ekolojik Ayak İzi

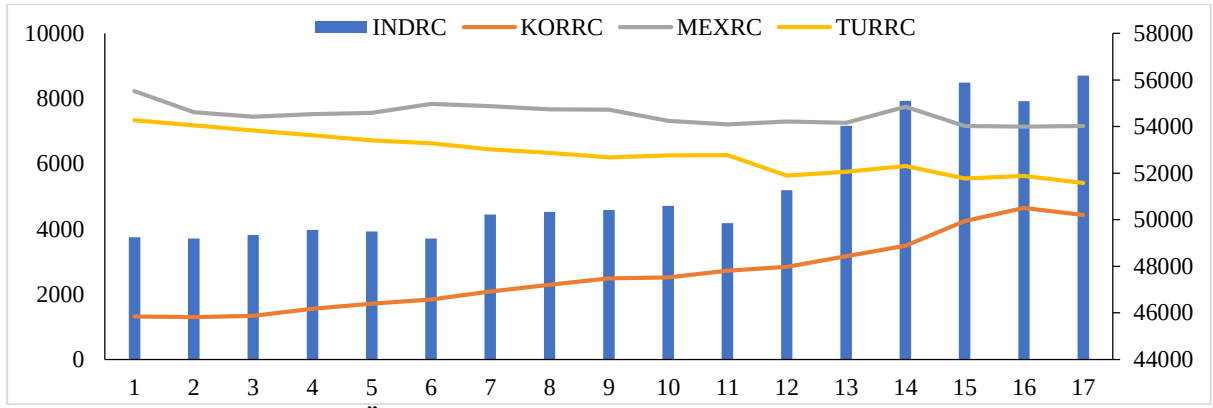
Ekolojik fazla olarak adlandırılan bu durumda çevre kalitesinin sürdürülebilirliği konusunda herhangi bir sorun yoktur. İnsanların çevreye olan taleplerini karşılayacak miktarda doğal kaynak ve hizmet mevcuttur.

II) Ekolojik Ayak izi>Biyokapasite

Ekolojik ayak izi biyokapasiteyi aştığında ekolojik açık ortaya çıkmaktadır. Ekolojik açık sürdürülebilir bir durum değildir. İnsanların çevre üzerindeki tahribatı bu durumda sürdürülebilir düzeyin ötesindedir.

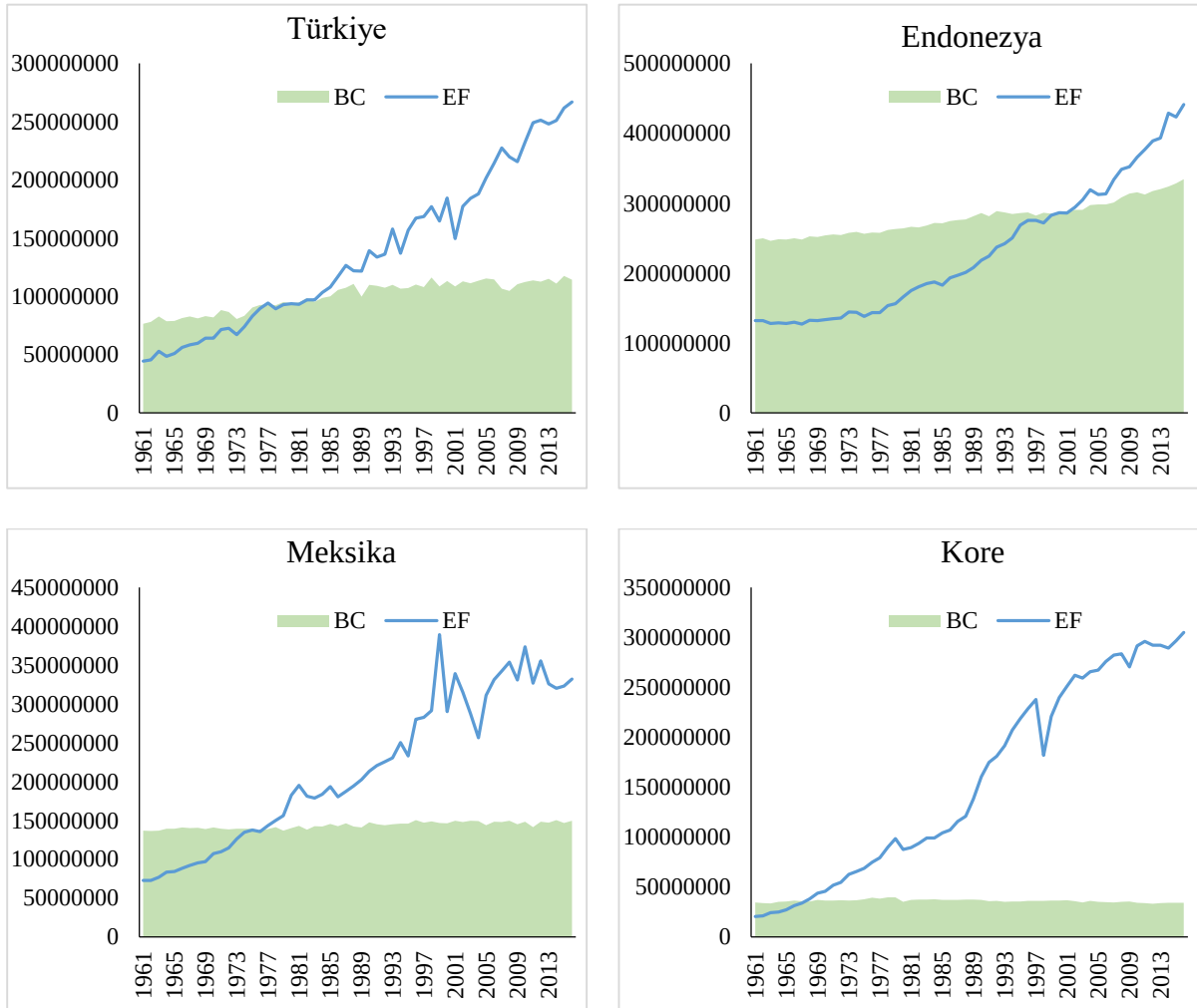
Fosil yakıt tüketimi çevre kirliliğini arttıran en önemli etkenlerin başında görülmektedir. 1973 Petrol Krizi sonrasında çeşitli ülkeler tarafından fosil yakıtlara alternatif enerji kaynakları kullanımına ağırlık verilmiştir. Rüzgar, biyokütle, güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları hem fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmakta hem de çevrenin daha az tahrip edilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynakları çevresel sorunlar ile mücadelede önemli bir araç olarak kullanılmaktadır.

Meksika, Endonezya, Güney Kore ve Türkiye'nin oluşturduğu MIST ülkeleri yüksek büyüme oranlarına sahip olan ülkelerdir. Bu ülke grubu Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika'nın oluşturdukları BRICS ülkelerine bir alternatif olarak gösterilmektedirler. Yüksek nüfusa sahip olan bu dört ülkede yenilenebilir enerji kaynakları Endonezya'da diğer ülkelere göre daha fazla kullanılmaktadır. Şekil 1'de MIST ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı kiloton eşdeğer petrol (ktep) cinsinden gösterilmektedir.



Şekil 1. MIST Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi (2000-2016)

Şekilde sol eksende Kore, Türkiye ve Meksika'nın, sağ eksende ise Endonezya'nın yenilenebilir enerji tüketimi verileri yer almaktadır. 1990 yılından 2016 yılına kadar geçen süreçte Kore ve Endonezya'nın yenilenebilir enerji tüketimini arttırdıkları görülmektedir. Türkiye ve Meksika'da ise yenilenebilir enerji tüketimi azalış göstermiştir. Bu ülkelerin ekolojik durumları Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. MIST Ülkelerinde Ekolojik Denge

Şekilde görüldüğü üzere dört ülke de günümüzde ekolojik açık vermektedir. Endonezya 2000'li yılların başında ekolojik fazlaya sahip olsa da yaklaşık son 20 yıldır insanların çevreye olan baskıları

biyokapasitenin üzerine çıkmıştır. Türkiye’de 1980’lerden itibaren ekolojik ayak izi hızla artmaya devam etmiştir. Kore’de oluşan ekolojik açık diğer ülkelere göre oldukça fazladır. Bu dört ülkede çevresel baskı artarak devam etmektedir. Bu nedenle MIST ülkelerinde çevre kirliliğine etki eden faktörlerin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Tablo 1. Literatürde Gerçekleştirilen Çalışmalar

Yazar(lar)	Ülke(ler)-Yöntem	Dönem Aralığı	Sonuç
Al-Mulali, Solarin, Sheau-Ting ve Ozturk (2016)	Gelişmekte olan ülkeler Genelleştirilmiş momentler metodu	1980-2009	Yenilenebilir enerji ile gerçekleştirilen elektrik üretimi ekolojik ayak izini arttırmaktadır.
Destek ve Sinha (2020)	24 OECD ülkesi Panel eşbütünleşme testi ve uzun dönem tahmincileri	1980-2014	Yenilenebilir enerji tüketimi ekolojik ayak izinin azalmasını sağlamaktadır.

Ekolojik ayak izi, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar oldukça yenidir. Literatürde az sayıda çalışma ekolojik ayak izi ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkiyi Grossman ve Krueger (1991)’in geliştirdiği çevresel Kuznets eğrisi hipotezi kapsamında analiz etmiştir. Bu çalışmalara ait bulgular tablo 1’de yer almaktadır.

Literatürde sadece iki çalışmada yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmalarda üretim ve tüketim açısından iki farklı bulgu elde edilmiştir. MIST ülkeleri için ekolojik ayak izi, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkilerini inceleyen bu çalışmada birinci bölümü takiben ikinci bölümde çalışmada kullanılan veri seti ve yöntem tanıtılmış, üçüncü bölümde ise yöntemden elde edilen bulgular sunulmuştur. Son olarak sonuç kısmında elde edilen bulgular özetlenmiştir.

2. VERİ SETİ VE YÖNTEM

MIST ülkeleri için 2000-2016 dönemini kapsayan bu çalışmada kullanılan verilerden EF: toplam global hektar ekolojik ayak izini, GDP: 2010 sabit fiyatları ile milyar ABD doları gayrisafı yurtiçi hasılayı ve REC ise kilo ton eşdeğer petrol birimi ile hesaplanmış yenilenebilir enerji tüketimini ifade etmektedir. Verilerden EF, Küresel Ayak İzi Ağı’ndan, GDP, Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri’nden ve son olarak REC, Uluslararası Enerji Ajansı’ndan derlenmiştir. Bütün veriler analizlere logaritmik dönüşümleri gerçekleştirilerek dahil edilmiştir. Endonezya’ya ait yenilenebilir enerji tüketimi verisi 2000 yılından itibaren mevcut olduğu için çalışmanın dönem aralığı 2000-2016 olarak belirlenmiştir.

2.1. Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testleri

Bir ülkede oluşan ekonomik, sosyal ve siyasi bir gelişme zaman içerisinde diğer birçok ülkeyi etkileyebilmektedir. Panel veride bir yatay kesitteki şokun veya olumlu bir gelişmenin diğer yatay kesiti de etkilemesi yatay kesit bağımlılığı olarak adlandırılmaktadır. Bu bağımlılığın varlığı Breusch ve Pagan (1980)’in LM, Pesaran (2004)’in CD ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008)’in CD_{LM} ve düzeltilmiş LM testleri ile sınanabilmektedir. Dört testin de sıfır hipotezi yatay kesitler arasında bağımlılığın olmadığını belirtmektedir. Sıfır hipotezi reddedildiğinde yatay kesitler-ülkeler arasında etkileşim olduğuna karar verilmektedir.

Panel verideki ülkelerin benzer özelliklere sahip olup olmadıkları homojenlik testleri ile analiz edilebilmektedir. Pesaran ve Yamagata (2008), Swamy (1970)’nin S istatistiğine dayalı iki farklı homojenlik testi önermişlerdir. Delta ($\tilde{\Delta}$) ve düzeltilmiş delta ($\tilde{\Delta}_{adj}$) testlerinde ülkelerin homojen olduğunu belirten sıfır hipotezi reddedildiğinde, incelenen seri için ülkelerin heterojen bir yapıya sahip olduğu belirlenmektedir.

2.2. Panel Bootstrap Nedensellik Testi

Konya (2006)'nın geliştirmiş olduğu panel nedensellik testi görünürde ilişkisiz regresyona (SUR) dayanmaktadır. Bu yaklaşımda heterojenlik ve yatay kesit bağımlılığı dikkate alınmaktadır. Konya nedensellik için kurulan SUR yöntemine dayalı vektör otoregresif model denklem 1 ve 2'de gösterilmektedir.

$$y_{1,t} = \delta_{1,1} + \sum_{l=1}^{mly_1} \beta_{1,1,l} y_{1,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_1} \mu_{1,1,l} x_{1,t-l} + u_{1,1,t} \quad (1)$$

$$y_{N,t} = \delta_{1,N} + \sum_{l=1}^{mly_1} \beta_{1,N,l} y_{N,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_1} \mu_{1,N,l} x_{N,t-l} + u_{1,N,t}$$

$$x_{1,t} = \delta_{2,1} + \sum_{l=1}^{mly_2} \beta_{2,1,l} y_{1,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_2} \mu_{2,1,l} x_{1,t-l} + u_{2,1,t} \quad (2)$$

$$x_{N,t} = \delta_{2,N} + \sum_{l=1}^{mly_2} \beta_{2,N,l} y_{N,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_2} \mu_{2,N,l} x_{N,t-l} + u_{2,N,t}$$

Denklemlerde t zamanı, N ülke sayısını, δ sabit terimleri, β ve μ katsayıları, l Akaike veya Schwarz bilgi kriterleri ile belirlenebilen uygun gecikme uzunluğunu ve e hata terimlerini belirtmektedir. Değişkenler arasında dört farklı ilişki elde edilebilmektedir. I) Eğer bütün μ 'ler sıfıra eşit fakat β 'lar sıfırdan farklı ise y'den x'e doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. II) Bütün β 'lar sıfır ve μ 'ler sıfırdan farklı ise x'ten y'ye doğru tek yönlü bir nedensellik vardır. III) β 'lar ve μ 'ler sıfırdan farklı ise iki değişken arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu belirlenmektedir. IV) Eğer her iki katsayı da sıfıra eşitse iki değişken arasında nedensellik yoktur. Konya nedensellik testinde hem panel hem de ülkeler için ayrı ayrı nedensellik ilişkileri hesaplanabilmektedir.

3. AMPİRİK BULGULAR

İlk olarak ekolojik ayak izi, yenilenebilir enerji tüketimi ve gayrisafi yurtiçi hasıla serilerinin ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığı ve homojenliği incelenmiştir. Gerçekleştirilen testlere ait sonuçlar tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 2'de gösterilen bulgulara göre her üç seri için de ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığı mevcuttur. Diğer bir ifade ile bir ülkedeki çevre kirliliği, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyümedeki değişimler diğer ülkeleri de etkileyebilmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimi hariç panel heterojendir. Bu durumda da ülkeler arasında ekolojik ayak izi ve gayrisafi yurtiçi hasıla yapıları farklılık göstermektedir. Çalışmada panel veri yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik içerdiğinden dolayı her iki olguyu dikkate alan Konya (2006) nedensellik testi kullanılmıştır. Bu nedensellik testine ait sonuçlar tablo 3, 4 ve 5'te gösterilmektedir.

Tablo 2. Yatay Kesit Bağımlılığı Testlerinin Sonuçları

Değişkenler	EF		REC		GDP	
Testler	İstatistik	p-değeri	İstatistik	p-değeri	İstatistik	p-değeri
LM	10,982*	0,089	11,279*	0,080	17,237***	0,008
CD _{LM}	1,438*	0,075	1,524*	0,064	3,244***	0,001
CD	1,925**	0,027	2,003**	0,023	2,704***	0,003
LM _{adj}	5,535***	0,000	3,774***	0,000	1,907**	0,028
$\hat{\Delta}$	2,895***	0,002	0,051	0,480	2,124**	0,017
$\hat{\Delta}_{adj}$	3,171***	0,001	0,056	0,478	2,327**	0,010

Sıfır hipotezi yatay kesit bağımlılığın olmadığını ifade etmektedir.

Tablo 3. Yenilenebilir Enerji ve Ekolojik Ayak İzi Arasındaki Nedensellik Bulguları

Modeller	REC≠EF		EF≠REC	
Ülkeler	Wald istatistiği	Olasılık değeri	Wald istatistiği	Olasılık değeri
Güney Kore	19,476**	0,022	2,690	0,177
Meksika	5,462	0,289	0,642	0,566
Türkiye	22,428*	0,085	3,215	0,066
Endonezya	5,126	0,227	2,699	0,925
Panel Fisher	18,010**	0,021	4,962	0,762

** ve * sırasıyla nedenselliğin olmadığını ifade eden sıfır hipotezinin %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde reddedildiğini göstermektedir. Optimal gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriteri ile belirlenmiştir.

Tablo 3'te yenilenebilir enerji tüketimi ve ekolojik ayak izi arasındaki nedensellik ilişkilerine ait sonuçlar özetlenmektedir. Analizden elde edilen bulgulara göre yenilenebilir enerji tüketimi Güney Kore ve Türkiye'de ekolojik ayak izini etkilemektedir. Meksika ve Endonezya'da ise ülke özelinde iki değişken arasında bir etki söz konusu değildir. Panel istatistiğine bakıldığında ise %5 anlamlılık düzeyinde yenilenebilir enerji tüketiminden ekolojik ayak izine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi mevcuttur. Bu durum MIST ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi desteklenerek ekolojik ayak izinin azaltılabileceğini belirtmektedir.

Tablo 4. Ekonomik Büyüme ve Ekolojik Ayak İzi Arasındaki Nedensellik Bulguları

Modeller	GDP≠EF		EF≠GDP	
Ülkeler	Wald istatistiği	Olasılık değeri	Wald istatistiği	Olasılık değeri
Güney Kore	31,975**	0,037	5,553	0,422
Meksika	0,274	0,986	3,534	0,724
Türkiye	28,664	0,196	2,230	0,923
Endonezya	23,343	0,350	6,000**	0,037
Panel Fisher	11,998	0,151	9,101	0,334

** nedenselliğin olmadığını ifade eden sıfır hipotezinin %5 anlamlılık düzeyinde reddedildiğini göstermektedir.

Tablo 4'te ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi ile ilgili nedensellik bulguları gösterilmektedir. Güney Kore'de ekonomik büyümeden ekolojik ayak izine ve Endonezya'da ise ekolojik ayak izinden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi mevcuttur. Panel genelinde iki değişken arasında herhangi bir ilişki bulunmamaktadır. Bulgular dahilinde Güney Kore'deki ekonomik büyümenin ekolojik ayak izinde değişikliklere sebebiyet verebileceği söylenebilir. Ayrıca Endonezya'da çevre kirliliğinin ekonomik büyüme üzerinde etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5. Ekonomik Büyüme ve Yenilenebilir Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik Bulguları

Modeller	REC#GDP		GDP#REC	
Ülkeler	Wald istatistiği	Olasılık değeri	Wald istatistiği	Olasılık değeri
Güney Kore	3,457	0,152	12,034	0,126
Meksika	0,223	0,756	3,366	0,169
Türkiye	1,292	0,922	14,114	0,573
Endonezya	15,370**	0,016	3,379	0,921
Panel Fisher	12,756	0,121	8,966	0,345

** Nedenselliğin olmadığını ifade eden sıfır hipotezinin %5 anlamlılık düzeyinde reddedildiğini göstermektedir.

Son olarak tablo 5’te ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki nedensellik bulguları sunulmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre sadece Endonezya’da yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Endonezya’da yenilenebilir enerji tüketimi kullanarak ekonomik büyümeyi desteklemek mümkündür. İki değişken arasında diğer üç ülke için herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir. Benzer şekilde panelin geneli için de değişkenler arasında herhangi bir ilişki söz konusu değildir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada 2000-2016 döneminde MIST ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi arasındaki nedensellik ilişkileri Konya bootstrap nedensellik testi kullanılarak analiz edilmiştir. Analizden elde edilen sonuçlar iki temel başlık altında özetlenebilir:

1) Ülke özelindeki sonuçlara göre Meksika için kurulan hiçbir modelde değişkenler arasında nedensellik ilişkisine rastlanılmamıştır. Bu durum Meksika’da ekonomik büyüme veya yenilenebilir enerji tüketiminin ekolojik ayak izini azaltmada etkin bir rol üstlenmediğini göstermektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme stratejisi Meksika için iyi bir seçenek değildir. Güney Kore’de yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyümeden ekolojik ayak izine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Güney Kore’de etkin enerji ve büyüme politikalarının uygulanması çevre kirliliğinin azaltılmasına yardımcı olabilir. Diğer taraftan Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketiminden ekolojik ayak izine doğru tek yönlü bir nedensellik söz konusudur. Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımı ekolojik ayak izinin azaltılmasını sağlayabilir. Ancak ülkede son yıllarda yenilenebilir enerji kullanımında azalma söz konusudur. Bu nedenle Türkiye’de insanların çevre üzerindeki baskısı devam etmektedir. Son olarak Endonezya’da yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye ve ekolojik ayak izinden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Endonezya ekonomisi yenilenebilir enerji kullanımı ile gelişim göstermeye devam etmektedir. MIST ülkeleri arasında Endonezya en fazla yenilenebilir enerji tüketen ülkedir. Bu durum ekonomik büyümeyi destekleyebilmektedir. Diğer taraftan artan çevre kirliliği de Endonezya’nın ekonomik büyümesini etkilemektedir. Bu nedenle ekonomik büyüme için hem yenilenebilir enerji tüketiminin hem de çevre kirliliğinin etkileri Endonezya’da dikkate alınmalıdır.

2) Panelin geneli için yenilenebilir enerji tüketimi-ekonomik büyüme ve ekonomik büyüme-ekolojik ayak izi arasındaki ilişkileri sınavan modellerde herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Panelde sadece yenilenebilir enerji tüketiminden ekolojik ayak izine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Bu durum MIST ülkelerinde yenilenebilir enerji kullanımının çevre kirliliğini azaltmaya yardımcı bir araç olabileceğini göstermektedir. Çevre dostu enerji kaynaklarının kullanımı ile insanların doğa üzerinde kurdukları baskıyı azaltmak mümkündür. Yenilenebilir enerji tüketimi için panel homojen olduğundan ötürü, panel geneli için elde edilen sonuçlarla doğru çıkarımlar elde edilebilmektedir.

KAYNAKÇA

- Al-Mulali, U., Solarin, S. A., Sheau-Ting, L., ve Ozturk, I. (2016). Does moving towards renewable energy cause water and land inefficiency? An empirical investigation. *Energy Policy*, 93, 303-314. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.023>.
- Destek, M. A., ve Sinha, A. (2020). Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organisation for economic Co-operation and development countries. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118537. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118537>.
- Breusch, T. S., ve Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>.
- Grossman, G. M., ve Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement* (No. w3914). National Bureau of Economic Research.
- Konya, L. (2006). Exports and growth: Granger causality analysis on OECD countries with a panel data approach. *Economic Modelling*, 23(6), 978-992. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2006.04.008>
- Mancini, M. S., Galli, A., Coscieme, L., Niccolucci, V., Lin, D., Pulselli, F. M., Bastianoni, S. ve Marchettini, N. (2018). Exploring ecosystem services assessment through Ecological Footprint accounting. *Ecosystem Services*, 30, 228-235. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.01.010>.
- Pesaran, M. H. 2004. General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. Cambridge Working Papers in Economics No. 435, University of Cambridge, and CESifo Working Paper Series No. 1229.
- Pesaran, M. H. ve Yamagata, T. (2008). Testing Slope Homogeneity in Large Panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>.
- Pesaran, M. H., Ullah, A. ve Yamagata, T. (2008). A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127. <https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x>.
- Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and urbanization*, 4(2), 121-130. <https://doi.org/10.1177/095624789200400212>.
- Swamy, P. A. (1970). Efficient Inference in a Random Coefficient Regression Model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 38(2), 311-323. <https://doi.org/10.2307/1913012>.
- Wackernagel, M. (1994). *Ecological footprint and appropriated carrying capacity: a tool for planning toward sustainability* (Doctoral dissertation, University of British Columbia).

E7 Ülkelerinde İşsizlik Histerisi Geçerli mi? Fourier Panel Birim Kök Testi ile Yeni Ampirik Bulgular

Süleyman YURTKURAN

Ortahisar Halk Eğitim Merkezi ve ASO, Trabzon, Turkey, suleymanyurtkuran@hotmail.com
orcid.org/ 0000-0002-7085-9203

ÖZ

Bu çalışmada 1991-2018 döneminde işsizlik histerisinin E7 ülkelerinde geçerli olup olmadığı son zamanlarda Bahmani-Oskooee vd. (2014) tarafından geliştirilen panel Fourier birim kök testi ile incelenmektedir. Sonuçlar ülke bazında analiz edildiğinde Türkiye, Çin, Hindistan ve Brezilya’da seriler birim kök içerirken; Meksika, Rusya ve Endonezya’da seriler durağan çıkmıştır. Dört ülkede serilerin birim kök içerdiği ve bu ülkelerde işsizlik histerisinin yaşandığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre ekonomide meydana gelen şoklar ve hayata geçirilen istikrar politikaları doğal işsizlik oranını kalıcı hale getirmektedir ve bu şoklar zaman boyunca sabit olmayan bir ortalama etrafında durağan olmamaktadır. Bu durum başta psikolojik, sosyal ve ekonomik problemler olmak üzere birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Bu yüzden işsizlik üzerindeki histeri etkisini ortadan kaldırmak için kısa dönemde maliyetli olan ancak uzun dönemde bu etkiyi ortadan kaldırabilecek genişletici para ve maliye politikalarına ağırlık verilmesi büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: İşsizlik Histerisi, Panel Fourier Birim Kök Testi, E7 Ülkeleri.

JEL Kodları: C22, J64

Is Unemployment Hysteresis Valid in E7 Countries? Fresh Evidences from Fourier Panel Unit Root Test

ABSTRACT

In this study, the validity of unemployment hysteresis is examined by newly developed by Bahmani-Oskooee et al. (2014)’s panel Fourier unit root test. When the results are analyzed by individual country; unemployment contain unit root in Turkey, China, India and Brazil while the series are stable Mexico, Russia and Indonesia. It is determined that unemployment contains unit root in four countries and there is unemployment hysteresis in these countries. These findings indicate that economic shocks and stabilization policies create permanent changes in the natural rate of unemployment and moves around a changing average over time in a non-stationary structure. This situation causes many problems, especially psychological, social and economic. Therefore, in order to eliminate the hysteresis effect on unemployment, it is important to focus on the expansionary monetary and fiscal policies that are costly in the short term. However, the policies can eliminate this problem in the long term.

Keywords: Unemployment Hysteresis, Panel Fourier Unit Root Test, E7 Countries.

JEL Codes: C22, J64

1. GİRİŞ

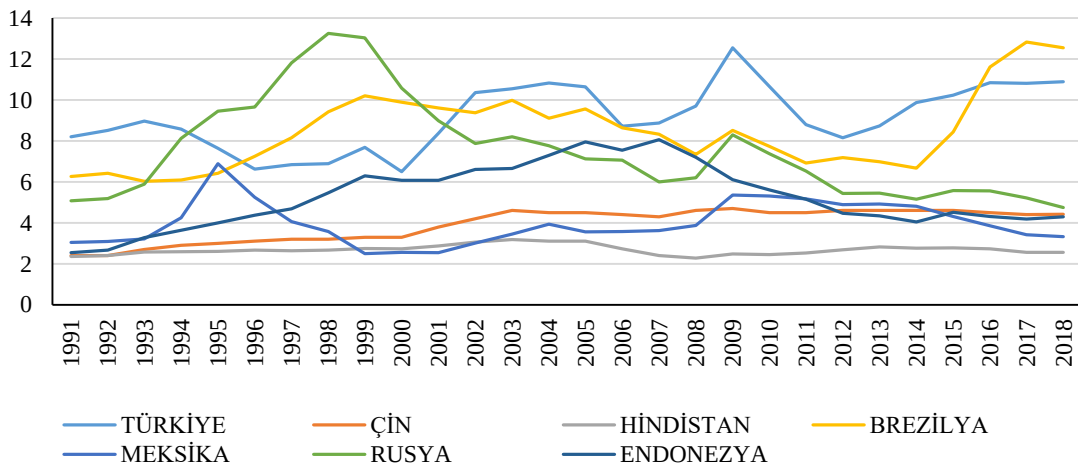
Genel anlamda işsizlik, fiziksel olarak çalışmaya istekli olan ancak herhangi bir iş bulamayan işgücünün varlığı olarak tanımlanmaktadır. İşsizlik oranı ise iş bulamayan nüfusun toplam nüfusa oranıdır. İşgücü piyasalarının doğal akışı göz önüne alındığında işsizliği tamamen ortadan kaldırmak mümkün gözükmemektedir. Her ülkede normal kabul edilen işsizlik oranı da doğal işsizlik oranı olarak adlandırılmaktadır.

Friedman (1968) ve Phelps (1968) tarafından önerilen doğal işsizlik oranına göre, işsizlik sabit bir süreç olarak nitelendirilmektedir. Bu oran, literatürde NAIRU (nonaccelerating inflation rate of unemployment) olarak adlandırılmaktadır. Ancak 1970'lerin ve 1980'lerin başında işsizlik oranlarındaki artış, NAIRU hipotezi yoluyla açıklanması mümkün olmayan bir duruma yol açmıştır. Avrupa OECD ülkelerinde işsizlik oranı 1973'teki ilk OPEC şokundan bu yana üç kat artmıştır ve daha önce 'doğal işsizlik oranı' olarak kabul edilen sınırın değişmeye başladığı görülmüştür (Roed, 1996). Bu durum, işgücü piyasasındaki döngüsel dalgalanmaların işsizlik oranı üzerinde kalıcı bir etkiye sahip olabileceğini belirten işsizlik histerisi hipotezi ile sonuçlanmıştır (Gomes ve Silva 2009).

İşsizlik histerisi hipotezi işsizlik serilerinin birim kök içerdiğini, ortalama değerinden uzaklaştığını ifade etmektedir. Bu hipoteze göre işsizlik oranları üzerinde meydana gelen şoklar kalıcı etkiler oluşturmakta ve seriler durağan olmamaktadır. İşsizlik histerisi hipotezinin geçerli olup olmadığının tespitinde birim kök testlerinden yararlanılmaktadır. Beş bölümden oluşan bu çalışmada da E7 ülkelerinde işsizlik histerisi hipotezinin geçerli olup olmadığı Fourier panel birim kök testi yardımıyla araştırılmıştır. Birinci bölümde emerging [gelişmekte olan] 7 (E7) ülkelerinde meydana gelen işsizlik verileri yorumlanmıştır. İkinci bölümde bazı ülke gruplarında işsizlik histerisinin test edildiği literatür özeti sunulmuştur. Üçüncü bölümde veri seti ve metodoloji kısmı yer almaktadır. Dördüncü bölümde elde edilen ampirik sonuçlara yer verilmiştir. Sonuç kısmında ise elde edilen bulgular ışığında yorumlamalar yapılmış ve politika yapıcılara önerilerde bulunulmuştur.

2. E7 ÜLKELERİNDE İŞSİZLİK ORANLARI

E7 ülkeleri Türkiye, Çin, Hindistan, Brezilya, Meksika, Rusya ve Endonezya'dan oluşmaktadır. E7, "emerging (gelişmekte olan) 7"nin kısaltmasıdır. Tamamı G20 üyesi olan bu ülkeler son 20 yıllık süreç içerisinde ekonomik olarak gelişme göstermişler ve güçlü dünya devletleri arasında yerini almaya başlamışlardır.



Şekil 1. E7 Ülkelerinde gerçekleşen işsizlik oranları (1991-2018)

Şekil 1'de 1991-2018 yılları arasında E7 ülkelerinde meydana gelen işsizlik oranları yer almaktadır. Türkiye'de işsizlik oranları 1991 yılından 2001 yılına kadar tek haneli bir seyirde izlemiştir. 2002-2005 döneminde çift haneleri gören bu oran 2008 yılına kadar tek haneye inmiştir. 2008 krizi Türkiye'de

birçok alanda olduğu gibi işsizlik oranında da etkisini göstermiş ve bu oran 2009 yılında %12,5 seviyesine kadar yükselmiştir. Ayrıca Türkiye’de son yıllarda artan döviz kuru miktarıyla birlikte birçok makroekonomik göstergede sorunlar oluşmuştur. İlerleyen süreçte bu göstergelerin birçoğunda iyileşme sağlanmış, fakat işsizlik oranında düşüş istenilen seviyeye getirilememiştir. Brezilya’da uzun yıllar tek haneli olan işsizlik oranları son yıllarda meydana gelen ekonomik krizle birlikte hükümetin almış olduğu önlemlere rağmen %12,5’lere kadar yükselmiştir. Rusya’da 1998 krizi ile birlikte işsizlik oranları 1998-2000 döneminde çift haneli rakamlara çıkmış, daha sonra krizin etkisinden kurtulan ülkede bu oranlar giderek düşmeye başlamıştır. 2018 yılına gelindiğinde Rusya’da işsizlik oranı %4,7 olarak gerçekleşmiştir. Diğer E7 ülkelerinde işsizlik oranı ilgili dönem aralığında tek haneli olmuştur.

3. LİTERATÜR

İşsizlik histerisi ilk olarak Edmund S. Phelps (1972) tarafından Enflasyon ve İşsizlik Teorisi adlı kitapta ortaya konmuştur. İşsizlik histerisi, denge işsizliğinin gerçek işsizlik oranının yolu ile belirlendiği bir durum olarak tanımlandı. Bu konu makroekonomik teoriler için oldukça önemli olduğundan dolayı takip eden yıllarda birçok çalışmada yer almıştır.

Leon-Ledesma (2002) 51 ABD eyaletinde ve 12 AB üyesi ülkede Im, Pesaran ve Shin (IPS) birim kök testi yardımıyla gerçekleştirmiş olduğu analizde AB üyesi ülkelerde işsizlik histerisi hipotezinin, ABD eyaletlerinde ise doğal oran hipotezinin geçerli olduğunu tespit etmiştir.

Camarero, Carrion-i-Silvestre ve Cecilio Tamarit (2008) geçiş ülkelerinde 1991q1-2003q1 döneminde panel IPS, Maddala ve Wu ve Hadri ile yapısal kırılmalı Carrion-i-Silvestre birim kök testlerini kullanarak işsizlik histerisi hipotezinin geçerli olup olmadığını test etmişlerdir. Yazarlar yapısal kırılmaya izin vermeyen testlerde işsizlik histerisi hipotezinin geçerli olduğunu belirtirken, yapısal kırılmaya izin veren birim kök testinde bu hipotezin geçerli olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Yilanci (2008) 1970q1-2008q4 döneminde 17 OECD ülkesi için gerçekleştirmiş olduğu çalışmada doğrusal olmayan panel KSS birim kök testini kullanmıştır ve dokuz ülkede işsizlik histerisi hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Fruoka (2012) Doğu Asya ve Pasifik bölgesinin 12 ülkesinde 1980-2009 döneminde panel görünüşte ilişkisiz genelleştirilmiş Dickey Fuller (SURADF) birim kök testi yardımıyla gerçekleştirmiş olduğu analizde Yeni Zelanda ve Güney Kore dışındaki ülkelerde işsizlik histerisi hipotezinin geçerli olduğunu belirlemiştir.

Chou ve Zhang (2012) 1980-2008 döneminde G20 ülkelerinde panel SURADF ve SUR Kapetanios, Shin and Snell (KSS) birim kök testleriyle gerçekleştirmiş oldukları çalışmada 9 ülkede serileri durağan bulmuşlardır ve diğer 11 ülkede işsizlik histerisi hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bolat, Tiwari ve Erdayi (2014) 17 Euro bölgesi ülkede 2001q1-2013q1 döneminde panel KSS birim kök testiyle yapmış oldukları çalışmada 11 ülkede serilerin durağan olduğunu tespit etmişler ve bu ülkelerde doğal oran hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Tablo 1’de çeşitli ülke gruplarında işsizlik histerisi hipotezine ait yapılan çalışmalar yer almaktadır. Sonuçlar incelendiğinde kullanılan yöntem, ülke çeşitliliği ve zaman farklılıklarından dolayı fikir birliği olmadığı görülmektedir.

Tablo 1. İşsizlik histerisi üzerine yapılan çalışmalar

Yazar(lar)	Ülke(ler)	Dönem Aralığı	Sonuç
Leon-Ledesma (2002)	51 ABD ve 12 AB ülkesi	1985q1-1994q4	AB ülkelerinde işsizlik histerisi hipotezi geçerlidir.
Camarero, Carrion-i-Silvestre ve Cecilio Tamarit (2008)	Geçiş Ülkeleri	1991q1-2003q11	Geleneksel birim kök testlerine göre işsizlik histerisi hipotezi geçerlidir. Yapısal kırılmalı birim kök testine göre işsizlik histerisi hipotezi geçerli değildir.
Yilanci (2008)	17 OECD ülkesi	1970q1-2008q4	Dokuz ülkede işsizlik histerisi hipotezi geçerlidir.
Chou ve Zhang (2012)	G20 ülkeleri	1980-2008	11 ülkede işsizlik histerisi hipotezi geçerlidir.
Fruoka (2012)	Doğu Asya ve Pasifik bölgesinin 12 ülkesi	1980-2009	10 ülkede işsizlik histerisi hipotezi geçerlidir.
Bolat vd. (2014)	17 Euro bölgesi ülkesi	2001q1-2013q1	6 ülkede işsizlik histerisi hipotezi geçerlidir.

4. VERİ SETİ VE METODOLOJİ

E7 ülkelerinde işsizlik histerisi hipotezinin geçerli olup olmadığının test edildiği bu çalışmada 1991-2018 dönemine ait veriler Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri'nden derlenmiştir.

4.1. Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testleri

Panel veri çalışmalarında bir ülke veya ülke grubunda meydana gelen şoklar diğer ülkeleri etkileyebilmektedir. Bu durum yatay kesit bağımlılığı olarak nitelendirilmektedir. Ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığı Breusch ve Pagan (1980)'ın geliştirdiği LM ile Pesaran (2004) ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008)'ın geliştirdiği CD, CD_{LM} ve düzeltilmiş LM yöntemleri ile test edilebilmektedir. Yatay kesit bağımlılığı testinde H_0 hipotezi reddedilirse ülke veya ülke gruplarında ortaya çıkan şokların diğer ülkeleri etkileyebileceği sonucuna ulaşılmaktadır.

Panel verideki ülkelerin karakteristik özelliklerinin benzer olması durumunda ilgili ülke grupları homojen, tersi durumda ise heterojen yapıda olmaktadır. Analize dahil edilen panelin homojen veya heterojen olduğunu belirlemek için delta ($\tilde{\Delta}$) veya delta ($\tilde{\Delta}_{adj}$) testleri uygulanmaktadır. Bu iki test sırasıyla Swamy (1970) ve Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından literatüre kazandırılmıştır. H_0 hipotezi geçerli olduğu durumda panele dahil olan ülke grupları homojen, diğer durumda heterojen yapıya sahiptir.

4.2. Birim Kök Testi

Bahmani-Oskooee, Chang ve Wu (2014), Carrion-i-Silvestre, Del Barrio-Castro ve López-Bazo (2005, CBL)'nin yapmış olduğu birim kök testini geliştirmiş ve bu teste Fourier fonksiyonlarını ilave etmiştir. Bu testte keskin geçişlerle birlikte yumuşak geçişler de sağlanmaktadır. Ayrıca yeni geliştirilen bu test panel verilerinde heterojenliğe ve yatay kesit bağımlılığına izin vermektedir. Fourier-CBL birim kök testi için oluşturan denklem aşağıda yer almaktadır.

$$y_{i,t} = \varphi_i + \sum_{t=1}^{m_i} \beta_{i,k} DU_{i,k,t} + \vartheta_{1,i} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \vartheta_{2,i} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

Denklemden yer alan verilerden trend t , gözlem sayısı T , yapısal kırılma tarihleri m ve belirli bir frekans k ile temsil edilmektedir. DU kukla değişkeni keskin yapısal kırılmaları, $\vartheta_{1,i}$ ve $\vartheta_{2,i}$ ise yumuşak yapısal geçişleri ifade etmektedir.

Fourier-CBL birim kök testinde ilk başta keskin geçişlerin yaşandığı yapısal kırılma tarihleri (m) tespit edilmekte ve optimal frekans (k) belirlenmektedir. İkinci olarak doğrusal olmayan bileşenlerin gerekli olup olmadığı denklem 2 yardımıyla test edilmektedir.

$$F(k^*) = \frac{(KKT_0 - KKT_1(k^*)) / 2}{KKT_1(k^*) / (T - q)} \quad (2)$$

Denklemden kısıtsız ve kısıtlı kalıntılar kareler toplamaları sırasıyla KKT_0 ve KKT_1 ile temsil edilmektedir. KTT 'nin en küçük değeri (k^*) hesaplanır ve denklem 1'de k^* olacak şekilde tekrar test edilir. KKT_0 ve KKT_1 değerleri belirlendikten sonra denklem 2 hesaplanır ve F -istatistik değeri elde edilir. Hesaplanan F -istatistik değeri tablo kritik değerinden büyükse H_0 hipotezi reddedilir ve doğrusal olmayan trigonometrik terimler denklemde yer alması gerektiği sonucuna ulaşılır. Bu şekilde serilerin birim köke sahip olup olmadığını belirlerken Fourier fonksiyonları da analize dahil edilir. H_0 hipotezi reddedilemezse trigonometrik terimler anlamsız çıkmakta ve doğrusal CBL birim kök testinin uygulanması daha güvenilir sonuçlar verebilmektedir. Fourier-CBL birim kök testinde H_0 hipotezi reddedilemezse seriler durağan çıkmakta, tersi durumda birim kök içermektedir.

5. AMPİRİK SONUÇLAR

Tablo 2'de E7 ülkeleri için analize dahil edilen işsizlik verilerine ait yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik sonuçları yer almaktadır. LM , CD_{LM} , CD ve LM_{adj} testleri sonuçlarına göre H_0 hipotezi reddedilmektedir ve E7 ülkeleri arasında yatay kesit bağımlılığı bulunmaktadır. Bu durum E7 ülkelerinde gerçekleşen işsizlik oranlarının birbiriyle etkileşim içerisinde olduğunu göstermektedir. $\hat{\Delta}$ ve $\hat{\Delta}_{adj}$ testlerine göre ise eğim katsayısının heterojen olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testleri

Testler	LM	CD_{LM}	CD	LM_{adj}	$\hat{\Delta}$	$\hat{\Delta}_{adj}$
Test istatistiği	47,584***	4,102***	-2,476***	3,573***	10,258***	14,287***

***: %1'de anlamlı

Sonuçlar anlamlı çıktığı için serilerin durağanlık sınamasında Panel Fourier-CBL birim kök testi kullanılmıştır. Bu birim kök analizinde ilk olarak doğrusal olmayan fonksiyonlara ihtiyaç duyulup duyulmadığının tespiti için F istatistik testi gerçekleştirilmiş ve uygun frekanslar belirlenmiştir.

Tablo 3'te optimal frekanslar ve F istatistik değerleri yer almaktadır. Optimal frekans değerleri E7 ülkelerinin hepsinde 1 olarak bulunmuştur. F istatistik değerleri de bütün ülkelerde %1'de anlamlı çıkmıştır. Bu yüzden seriler için birim kök analizi gerçekleştirilirken doğrusal olmayan terimler de analize dahil edilmektedir. Bu şekliyle yumuşak geçişler de analizde yer almaktadır.

Tablo 3. Optimal frekansın belirlenmesi ve F-istatistiği

Ülkeler	F-istatistiği	%1	%5	%10	Optimal Frekans
Türkiye	8,835***	7,595	3,728	2,768	1
Çin	38,453***	8,334	3,320	2,252	1
Hindistan	19,530***	5,283	3,284	2,294	1
Brezilya	35,908***	5,188	4,182	2,812	1
Meksika	26,966***	5,570	3,989	2,914	1
Rusya	37,426***	7,152	3,697	3,185	1
Endonezya	388,057***	5,190	3,425	2,278	1

Not: Optimal frekansın tespit edilmesinde en küçük KKT esas alınmıştır. *** %1’de anlamlı.

Tablo 4’te E7 ülkelerinde meydana gelen keskin tarihleri yer almaktadır. 1991-2018 döneminde işsizlik serisinde Çin ve Hindistan’da 5, Endonezya’da 4, Rusya’da 3, Türkiye, Brezilya ve Meksika’da ise 2 kez yapısal kırılmalar yaşanmıştır. Çin, Hindistan ve Rusya’da 2008 krizinin işsizlik oranlarını etkilediği görülmektedir. Türkiye’de ise 2000 ve 2010 tarihlerinde işsizlik oranlarında yapısal kırılmalar gerçekleşmiştir.

Tablo 4. Keskin kırılma tarihleri

Ülkeler	TB ₁	TB ₂	TB ₃	TB ₄	TB ₅
Türkiye	2000	2010			
Çin	1992	2001	2008	2011	2013
Hindistan	2001	2006	2008	2011	2016
Brezilya	1997	2015			
Meksika	1993	1998			
Rusya	1993	2000	2008		
Endonezya	1992	2004	2006	2014	

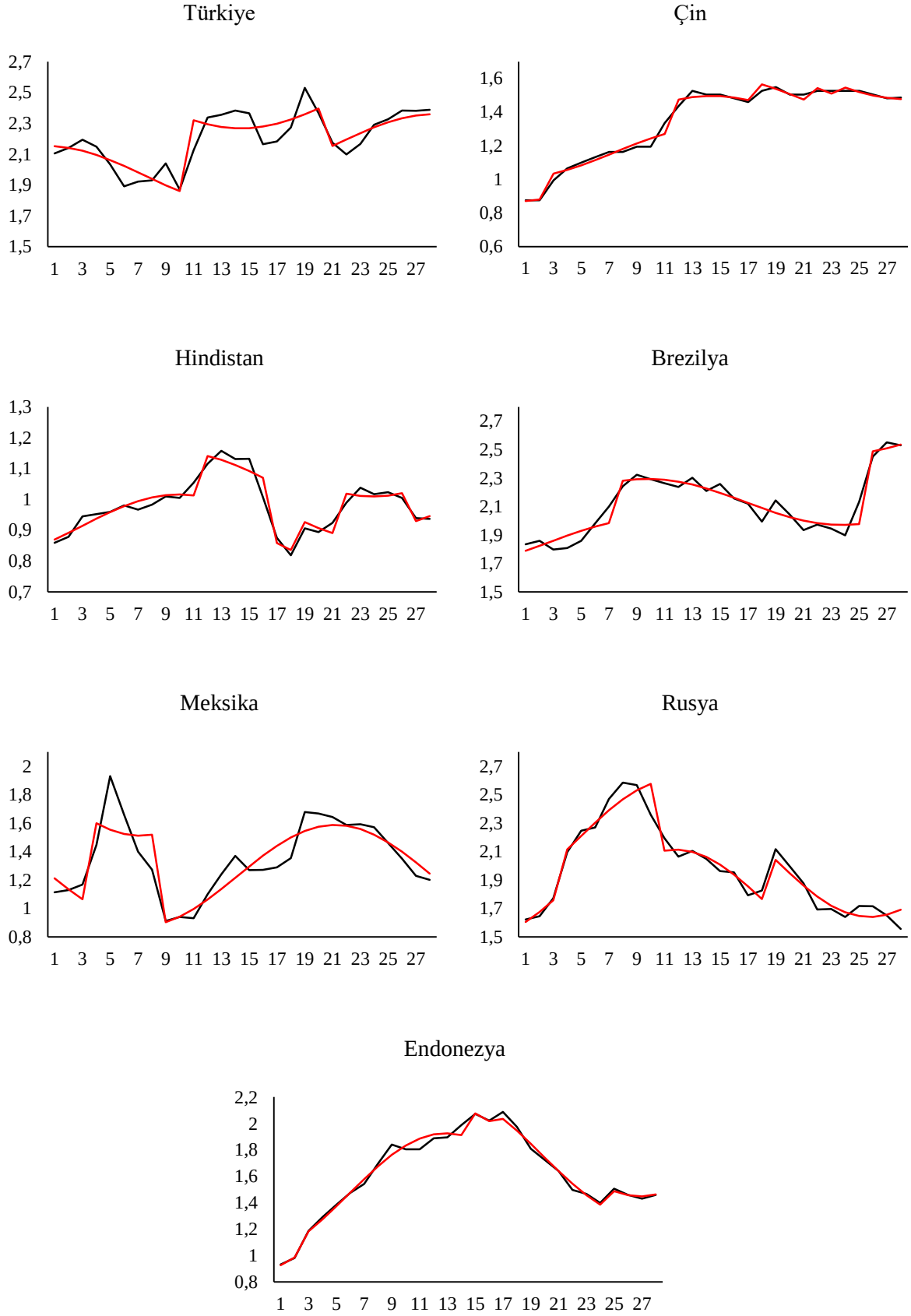
Not: Maksimum kırılma sayısı 5 olarak belirlenmiştir. TB: Kırılma tarihi.

Tablo 5’te Fourier-CBL panel birim kök testiyle elde edilen sonuçlar yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre Türkiye, Çin, Hindistan ve Brezilya’da seriler birim kök içermektedir. Bu ülkelerde doğal işsizlik oranı değişmekte ve şoklar kalıcı hale gelmektedir. Politika yapıcıların işsizlik oranlarındaki kalıcı değişimlere karşı önlem almaları gerekmektedir. Meksika, Rusya ve Endonezya’da ise işsizlik serileri durağan çıkmıştır. Ortaya çıkan şoklar işsizlik oranları üzerinde geçici etki bırakmaktadır.

Tablo 5. Fourier-CBL panel birim kök testi sonuçları

Ülkeler	Barlett test istatistiği	%10	%5	%1
Türkiye	0,6221	0,4974	0,5108	0,5599
Çin	0,7872	0,3367	0,3588	0,4029
Hindistan	0,7398	0,3168	0,3311	0,3840
Brezilya	0,9466	0,3722	0,4018	0,4358
Meksika	0,1338	0,1817	0,2056	0,2518
Rusya	0,0618	0,1126	0,1241	0,1457
Endonezya	0,0749	0,1679	0,1841	0,2079

Şekil 2’de gerçekleşen zaman yolu eğrisi siyah renkle, tahmini zaman yolu eğrisi ise kırmızı renkle belirtilmektedir. Tahmini zaman yolu keskin ve yumuşak geçişlerle gerçek zaman yolunu güzel bir şekilde temsil etmektedir. Yani, gerçekleştirilen bu çalışmada doğrusal olmayan zaman fonksiyonlarının analizde yer alması gerekmektedir.



Şekil 2. Serilerin tahmin edilen ve gerçekleşen zaman yolu

6. SONUÇ

Bu çalışmada E7 ülkelerinde işsizlik histerisinin var olup olmadığı test edilmiştir. İlk başta ilgili ülke gruplarında yatay kesit bağımlılığı olup olmadığının tespiti için LM, CD_{LM} , CD ve LM_{adj} testleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre ülkeler arasında işsizlikte meydana gelen şokların etkileşim içerisinde olduğu belirlenmiştir. Eğimin homojen veya heterojen yapıya sahip olup olmadığının tespitinde ise $\hat{\Delta}$ ve $\hat{\Delta}_{adj}$ testleri kullanılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlara bakıldığında E7 ülkelerinde eğimin heterojen bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Bu yüzden bu çalışmada seriler arası etkileşimi dikkate alan heterojen eğime sahip serilerde uygulanabilen panel Fourier-CBL birim kök testinden yararlanılmıştır.

Trigonometrik terimlerin anlamlılığını belirlemek için F-testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tüm ülkelerde bu terimler anlamlı çıkmıştır ve serilerin doğrusal olmayan bir yapıya sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu nedenle birim kök analizi uygulanırken yumuşak ve sert geçişlerden yararlanılmıştır. Fourier-CBL birim kök testi sonuçlarına göre Türkiye, Çin, Hindistan ve Brezilya'da seriler birim kök içermektedir. Yani bu ülkelerde işsizlik oranları üzerinde meydana gelen şoklar kalıcı etki oluşturmakta ve doğal işsizlik oranı seviyesi değişmektedir. Meksika, Rusya ve Endonezya'da ise seriler durağan çıkmıştır. Bu ülkelerde işsizlik oranında meydana gelen şoklar ise geçicidir ve doğal işsizlik seviyesi aynı kalmaktadır.

İşsizlik histerisinin yaşandığı Türkiye ve Brezilya'da hükümetler uygun önlemleri almadıkça, yüksek işsizlik oranlarının devam etmesi kaçınılmazdır. Türkiye'de 2015, Brezilya'da da 2016 yılından beri işsizlik oranları çift rakamlıdır. Bu ülkelerde yüksek işsizlik oranları, yeni iş fırsatları oluşturmaya amaçlayan bazı uygun politikalar olmadan otomatik olarak normal seviyeye geri dönmeyebilir. Bu yüzden Türkiye ve Brezilya'da işsizlik seviyesinin çift haneli olması ve kalıcı hale gelmesi büyük bir sorun teşkil etmektedir. Bu ülkelerde uygulanacak genişletici para ve maliye politikaları ile istihdam alanları genişletilmeli ve işsizlik oranları düşürülmelidir. İşsizlik histerisinin yaşandığı Çin ve Hindistan'da ise işsizlik seviyesinin düşük olduğu ve uygulanan politikaların olumlu sonuçlandığı görülmektedir. Doğal işsizlik oranı hipotezinin geçerli olduğu Meksika, Rusya ve Endonezya'da ise hükümetin işsizlik oranlarını düşürmek için herhangi müdahalede bulunmaması gerekir. Bu ülkelerde işsizliği düşürmek için uygulanacak politikalar kaynak israfına sebebiyet verecektir.

KAYNAKÇA

- Bahmani-Oskooee, M., Chang, T. ve Wu, T. (2014). Revisiting purchasing power parity in African Countries: panel stationary test with sharp and smooth breaks. *Applied Financial Economics*, 24(22), 1429-1438. <https://doi.org/doi: 10.1080/09603107.2014.925068>.
- Bolat, S., Tiwari, A. K., ve Erdayi, A. U. (2014). Unemployment hysteresis in the Eurozone area: evidences from nonlinear heterogeneous panel unit root test. *Applied Economics Letters*, 21(8), 536-540. <https://doi.org/10.1080/13504851.2013.872755>
- Breusch, T. S. ve Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Camarero, M., Carrion-i-Silvestre, J. L., ve Tamarit, C. (2006). Testing for hysteresis in unemployment in OECD countries: new evidence using stationarity panel tests with breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 68(2), <https://doi.org/167-182>. 10.1111/j.1467-9361.2008.00476.x
- Carrion-i-Silvestre, J. L., Del Barrio-Castro, T. ve López-Bazo, E. (2005). Breaking the panels: An application to the GDP per capita. *The Econometrics Journal*, 8(2), 159-175. <http://10.1111/j.1368-423X.2005.00158.x>.
- Chou, H. C., ve Zhang, Y. C. (2012). Unemployment hysteresis in G20 countries: Evidence from non-linear panel unit-root tests. *African Journal of Business Management*, 6(49), 11887-11890. <https://doi.org/10.5897/AJBM10.721>
- Friedman, M. (1968). The role of monetary policy. *American Economic Review*, 58, 1-17.

- Furuoka, F. (2012). Unemployment hysteresis in the East Asia-Pacific region: New evidence from MADF and SURADF test. *Asia Pacific Economic Literature*, 26, 133-143. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8411.2012.01351.x>
- Gomes, F.A.R., ve Da Silva, C.G. (2009). Hysteresis versus NAIRU and convergence versus divergence: the behavior of regional unemployment rates in Brazil. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 49, 308-322. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2007.03.009>
- León-Ledesma, M. A. (2002). Unemployment hysteresis in the US states and the EU: a panel approach. *Bulletin of Economic Research*, 54(2), 95-103. <https://doi.org/10.1111/1467-8586.00141>
- Pesaran, M. H. 2004. General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. Cambridge Working Papers in Economics No. 435, University of Cambridge, and CESifo Working Paper Series No. 1229.
- Pesaran, M. H. ve Yamagata, T. (2008). Testing Slope Homogeneity in Large Panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>.
- Pesaran, M. H., Ullah, A. ve Yamagata, T. (2008). A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127. <https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x>.
- Phelps, E. (1968). Money-wage dynamics and labor-market equilibrium. *Journal of Political Economy*, 76, 678-711.
- Phelps, E. S. (1972). *Inflation and unemployment theory*. London: Macmillan
- Roed, K. (1996). Unemployment hysteresis-macro evidence from 16 OECD countries. *Empirical Economics*, 21(4), 589-600.
- Swamy, P. A. (1970). Efficient Inference in a Random Coefficient Regression Model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 38(2), 311-323. <https://doi.org/10.2307/1913012>.
- Yilanci, V. (2008). Are unemployment rates nonstationary or nonlinear? Evidence from 19 OECD countries. *Economics Bulletin*, 3(47), 1-5.

Girdi Çıktı Analizi ile Enerji ve Elektrik Kullanımında Kilit Sektörlerin Belirlenmesi: Türkiye Ekonomisi Üzerine Bir Uygulama

Ahmet SEL

MEB, selahmet43@gmail.com

orcid.org/0000-0003-1914-5878

Necati Alp ERİLLİ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İİBF, Ekonometri, aerilli@cumhuriyet.edu.tr

orcid.org/0000-0001-6948-0880

ÖZ

Girdi çıktı tablosu üzerinden yapılan çoğaltan ve kilit sektör analizleri sektörlerde meydana gelen değişimin diğer sektörlerle olan etkisinin belirlenmesini sağlar. Bu çalışmada Türkiye ekonomisi için enerji ve elektrik kullanımında Hirschman kategorileri hesaplanarak kilit sektörler belirlenmiştir. TÜİK tarafından son olarak 2017 yılında yayınlanan sektörel enerji ve elektrik kullanımları tablosu 17 sektör için verilmiştir. Çalışmanın güncel olabilmesi için son yayınlanan 2012 girdi çıktı tablosu 17 sektöre toplulaştırılmıştır. TÜİK GSYH verileri kullanılarak RAS yöntemiyle 2017 girdi çıktı tablosu elde edilmiştir. Güncel tablo üzerinden enerji ve elektrik katsayıları bulunarak ileri ve geri bağlantı endeksleri hesaplanmış ve kilit sektörler belirlenmiştir. Sonuç olarak enerji kullanımında I. kategori de Sektör-3: elektrik üretimi ve elektrik kullanım endeksleri incelendiğinde I. kategori de Sektör-2: imalat, Sektör-3: elektrik üretimi, Sektör-4: Su temini sektörleri bulunmuştur. Enerji ve elektrik kullanımda kıt kaynaklardan daha çok yerel ve kullanılabilir olan yeşil enerji kaynakları tercih edilmesi dışa bağımlılıktan kaynaklanan cari açık gibi sorunların çözümü olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Girdi Çıktı Analizi, Kilit Sektörler, Enerji ve Elektrik Kullanımı.

JEL Kodları: B41, C67, F62

Determination of Key Sector in Energy and Electricity Use by Input and Output Analysis: An Application on Turkish Economy

ABSTRACT

The multiplier and key sector analyzes performed on the input-output table allow the determination of the impact of the change in the sectors on other sectors. This study was determined by calculating the key sectors of energy and electricity use Hirschman categories for Turkey's economy. The sectoral energy and electricity usage table published by TurkStat in 2017 is given for 17 sectors. In order to keep the study up-to-date, the last published 2012 input-output table was aggregated into 17 sectors. TurkStat GDP data were obtained from the 2017 input-output table by the RAS method. Energy and electricity coefficients were found in the current table and forward and backward connection indices were calculated and key sectors were determined. As a result of the use of energy I. category also Sector-3: electricity generation and electricity usage indices are examined I. in the category Sector-2: Manufacturing, Sector-3: Electricity Generation, Sector-4: water supply sectors were found. Energy and electricity use is scarce resources, more local and yesileable green energy resources to be preferred will be the solution to problems such as the current account deficit due to external dependence.

Keywords: Input Output Analysis, Key Sectors, Energy and Electricity Usage

JEL Codes: B41, C67, F62

1. GİRİŞ

Değişik biçimler altında enerji kullanımı insanlığın gelişiminde ve uygarlığın yerleşmesinde temel öğe olmuştur. Günümüzde kalkınmanın ve refahın eriştiği derecenin ölçütlerinin en önemlilerinin biri de toplumların kişi başına ürettiği ve tükettiği enerji miktarıdır. Enerjinin üretilen ve kullanılan biçimleri ısı enerjisi, mekanik enerji ve elektrik enerjisidir. Bu enerji türlerinin üretilmesinde birincil enerji kaynakları olan fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğal gaz), nükleer bölünme (filyon), odun, biyo-kütle, güneş, su, rüzgâr, yeraltı sıcak ve kaynar su (hidrotermal) kaynakları kullanılmaktadır. Bu kaynakların değişik teknolojiler kullanılmasıyla ikincil enerji kaynakları olan elektrik (termik santraller, nükleer santraller, barajlar) ve ısı enerjisi (kazanlar, özel nükleer santraller) ile mekanik enerji (fosil yakıtlı motorlar) elde edilmektedir. Ülkelerin kalkınmada, refaha erişmede ve refahı sürdürmede kullanmak zorunluluğunda oldukları birincil enerji kaynaklarının seçimi ulusal düzeyde ekonomik imkânlarla, bölgesel ve/veya uluslararası düzeyde de ekonomik olduğu kadar siyasi ve stratejik konjonktürlere bağımlı olmaktadır (Uzmen ve Arar, 2009). Özellikle gelişmekte olan ülkelerin destekleyici güçlerinden birisi de enerjidir.

Ekonomisi sürekli olarak büyüyen ve nüfusu artan Türkiye’de elektrik tüketim talebi, yıllık ekonomik büyüme miktarından daha fazla artış göstermektedir. Diğer yandan petrolün %94’ü, doğal gazın %99’u ithal edilirken enerjide dışa bağımlılık %76 olarak gerçekleşmekte olup bu da cari açık içerisinde enerjinin payını artırmaktadır (enerji.gov.tr). Özellikle temel ekonomik hedefler çerçevesinde büyümenin sürdürebilmesi için enerjinin payı yadsınamaz bir gerçektir. Bu çalışmada enerji ve elektrik kullanımı konusunda daha fazla aktif olan kilit sektörler araştırılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda girdi çıktı tabloları kullanılarak Hirschman kategorileri belirlenmiştir. Çalışmanın güncel olması adına 2012 girdi çıktı tablosu RAS yöntemi kullanılarak 2017 yılına güncellenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Çatalca ve Ekren (1997), Ülkelerin ekonomik gelişme seviyesi ile yakın ilişki nedeniyle elektrik enerjisi üretimi, tüketimi ve dağıtımını kendi değerleri dikkate alınabilir. Bu nedenle girdi çıktı modeli kullanılarak elektrik enerjisi tüketimi analiz edilmiştir. Bu çalışmada çeşitli matematiksel işlemlerden sonra 64x64 formatındaki girdi çıktı matrisi, elektrik enerjisi talep tahminlerinin yapıldığı 15x15 matrisle düşürül ve çözümler elde edilmiştir.

Terzi (1998), çalışmasında elektrik verisinin kısa ve uzun vadede fiyat ve elektrik talebinin Türkiye verileri üzerindeki esnekliğini tahmin etmiş ve sektörel düzeyde elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Hata düzeltme modeliyle nedensellik testi, GSYH’da ve genel elektrik tüketiminde iki yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Sektörel düzeyde, ticari, endüstriyel elektrik tüketim düzeyleri ve GSYH’da iki yönlü nedensellik de vardır. Ampirik sonuçlar, elektriğin Türkiye’nin ekonomik büyümesi için önemli bir enerji kaynağı olduğunu göstermektedir.

Yılmaz (2012), Türkiye’de var olan enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarını araştırmıştır. Var olan enerji durumu özellikle elektrik üretimi konusunda değerlendirilmiştir. Elektrik üretimi konusunda kaynakların hammadde olarak kullanılabildiği sektörde Türkiye’nin yerli ve yenilenebilir kaynakları mevcut ihtiyacı karşılayabilecek düzeyde olduğu belirtilmiştir. Uygun politikalar geliştirildiğinde elektrik üretiminin bağımlılığın giderek azaltılabileceği öne sürülmüştür.

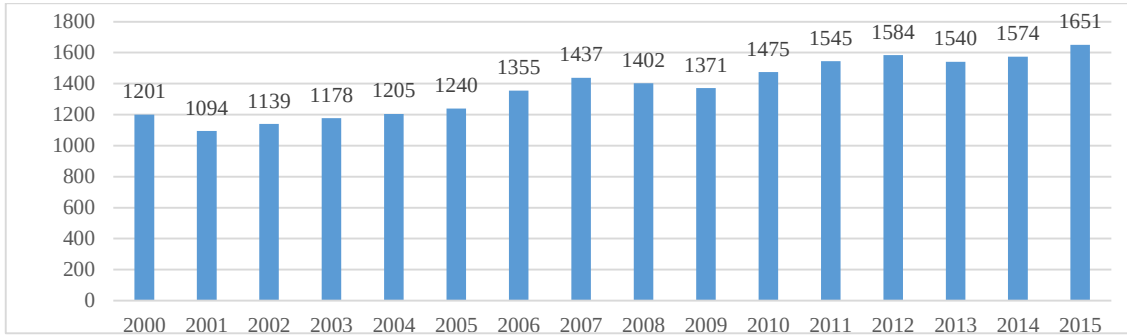
Bayramoğlu ve Yurtkur (2016), çalışmasında Türkiye’de karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi doğrusal ve doğrusal olmayan eşbütünleşme yöntemleriyle analiz etmiştir. Çalışmada 1960-2010 dönemi için doğrusal Engle-Granger eşbütünleşme ve Kapetanios, Shin ve Shell (KSS 2006) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan eşbütünleşme yöntemleri uygulanmıştır. Ekonometrik analiz sonuçlarına göre Türkiye’de karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasında doğrusal bir ilişki bulunamazken doğrusal olmayan bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Sonuç olarak Türkiye’de ekonomik büyüme ile karbon emisyonu arasında doğrusal olmayan anlamlı uzun dönemli pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Can ve Berber (2017), Türkiye’de sektörel enerji tüketiminin ekonomik büyümeye etkisi, 1970-2012 döneminde Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılarak yıllık verilerle araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, ulaştırma ve sanayi sektörlerinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü bir nedensel ilişki olduğu görülmüştür ve analizin bu sonucu kurulan hipotezi doğrulamaktadır.

Güllü ve Yakışık (2017), çalışmada Meksika, Endonezya, Güney Kore ve Türkiye (MIST) ülkelerinde, karbon emisyonu ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisini test etmiştir. Bu amaçla, MIST ülkelerinin 1971-2010 dönemi için, kişi başına düşen karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve Gayrisafi Yurt İçi Hâsıla yıllık verileri kullanılarak, Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testi yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, MIST ülkelerinde ekonomik büyümeden karbon emisyonu ve enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu yani karbon emisyonu ve enerji tüketiminin büyümenin nedeni olmadığı bulgusu elde edilmiştir.

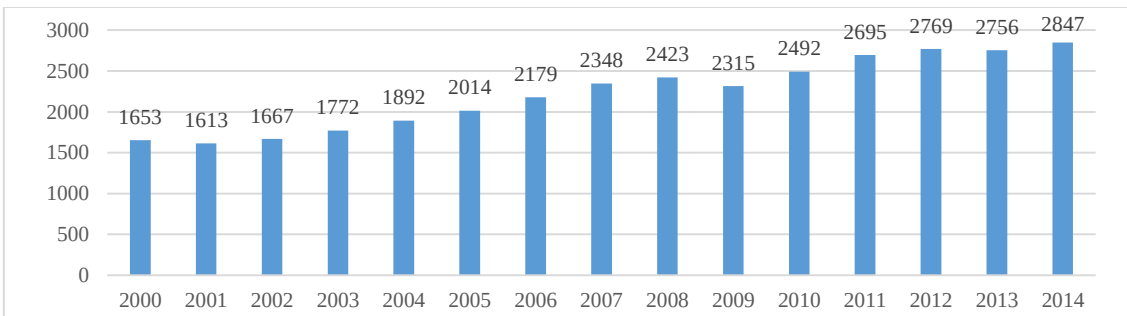
3. TÜRKİYE’DE ENERJİ ve ELEKTRİK KULLANIMI

Türkiye’ de 2018 yılında elektrik üretiminin, %37,3’ü kömürden, %29,8’i doğal gazdan, %19,8’i hidrolik enerjiden, %6,6’sı rüzgârdan, %2,6’sı güneşten, %2,5’i jeotermal enerjiden ve %1,4’ü diğer kaynaklardan elde edilmiştir. 2019 yılı ilk yarısı itibarıyla kurulu gücü 90.421 MW’a ulaşmıştır. 2019 yılı ilk yarısı itibarıyla kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı; yüzde 31,4’ü hidrolik enerji, yüzde 29,0’sı doğal gaz, yüzde 22,4’ü kömür, yüzde 8,0’ı rüzgâr, yüzde 6,0’ı güneş, yüzde 1,5’i jeotermal ve yüzde 1,7’si ise diğer kaynaklar şeklindedir. Ayrıca Ülkemizde elektrik enerjisi üretim santrali sayısı, 2019 yılı ilk yarısı itibarıyla 7.957’ye (Lisanssız santraller dahil) yükselmiştir. Mevcut santrallerin 664 adedi hidroelektrik, 67 adedi kömür, 257 adedi rüzgâr, 48 adedi jeotermal, 327 adedi doğal gaz, 6.349 adedi güneş, 245 adedi ise diğer kaynaklı santrallerdir (enerji.gov.tr). Türkiye’de yıllar itibarıyla kişi başı enerji kullanımı Grafik 1.’de görülebilir.



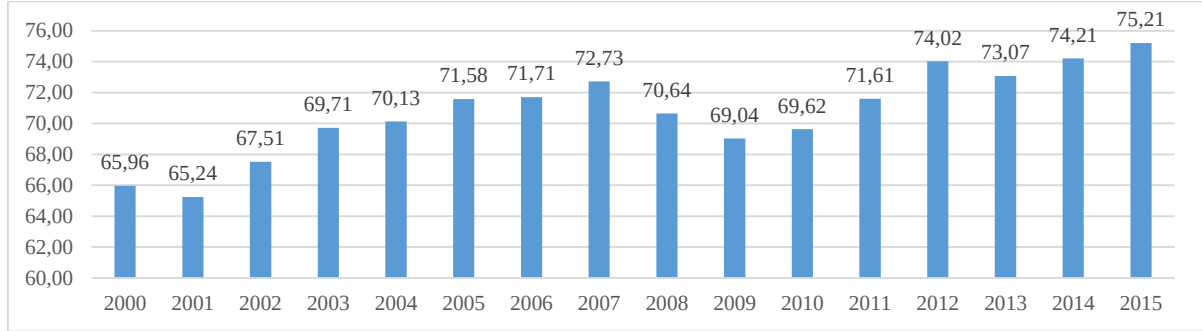
Grafik 1. Türkiye’de Kişi başı Kullanılan Enerji Miktarı (Kg/Petrol), Kaynak: WorldBank

Kullanım değerleri incelendiğinde değerlerin yıllar itibarıyla arttığı görülebilir. Ayrıca grafikte kriz dönemlerinde enerji kullanımının da düştüğü söylenebilir. Grafik 2.’de ise kullanılan elektrik miktarının kişi başı dağılımı görülebilmektedir.



Grafik 2. Türkiye’de Kişi başı Kullanılan Elektrik Miktarı (kWh), Kaynak: WorldBank

Kullanılan kişi başı elektrik miktarlarının yıllar itibariyle arttığı gözlemlenmektedir. Grafik 2'nin değerlerinin Grafik 1 ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Enerji ve elektrik kullanımı konusunda dışa bağımlı olan Türkiye ekonomisi için net kullanım değerlerine göre enerji ithalatı yüzdeleri ise Grafik 3.'te görülebilir.



Grafik 3. Enerji ithalatı, net (enerji kullanımının% 'si), Kaynak WorldBank

Enerji ithalatı değerleri kullanımlar ile paralellik gösterdiği grafiklerden anlaşılabilmektedir. Ortalama olarak Türkiye'nin enerji ithalatı %70 seviyelerindedir. Bu da dışa bağımlılık ve cari açık gibi konularda Türkiye için sorun arz etmektedir. Ayrıca ithal olan bu fosil yakıtların sera gazı emisyonlarını da büyük ölçüde arttırmaktadır.

4. MATERYAL ve METOD

4.1. Girdi Çıktı Tablosu

Girdi-çıktı tabloları, arz ve kullanım tablolarından elde edilir. Satır ve sütun sayısı eşit simetrik bir kare matris şeklindedir. Girdi-çıktı tabloları, arz ve kullanım tablolarından ürün, sanayi veya karma teknoloji varsayımları kullanılarak elde edilebilmektedir. Kullanılan varsayım gereği, girdi-çıktı tablolarından elde edilen değerler arz ve kullanım tablolarındaki değerlerden farklılık gösterebilmektedir. Girdi-çıktı tabloları, ekonominin yapısal analizi ve planlaması, üretimin analizi, talep yapısının analizi, fiyat ve maliyet analizi, ithalat ve ihracatın analizi, yatırımların analizi, verimlilik analizi, duyarlılık analizi ve etki analizi için kullanılmaktadır (www.tuik.gov.tr).

Tablo 1. Örnek Bir Girdi-Çıktı Tablosu (Milyon TL)

SEKTÖRLER		ARA KULLANIMLAR			NİHAİ KULLANIM	TOPLAM
		(II. BÖLME)			(I. BÖLME)	(TALEP)
		Sektör-1	Sektör-2	TOPLAM	TOPLAM	TOPLAM
	Sektör-1	10	20	30	100	130
	Sektör-2	30	30	60	110	170
	TOPLAM	40	50	90	210	300
III. BÖLME	DIĞER	TOPLAM	20	30		
	GAYRİ SAFİ KATMA DEĞER	ÇALIŞAN	50	60		
		TOPLAM	70	90		
	TOPLAM (ARZ)		130	170		

4.2. Bağlantı Etkilerinin Hesaplanması

Herhangi bir sektörün üretim sonrası elde edilecek 1 birimlik çıktı için kullanılacak sektörel girdi tutarları doğrudan girdileri oluşturmaktadır. Sektörel aragirdi tutarlarının sektör toplam arzına oranları doğrudan girdi katsayılarını oluşturmaktadır. Tablo 1.'de verilen örnek girdi çıktı tablosu üzerinden bulunan doğrudan girdi katsayıları Tablo 2.'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Doğrudan Girdi Katsayıları

Sektör/ Ürün	Sektör-1	Sektör-2
Sektör-1	0,0769	0,1176
Sektör-2	0,2308	0,1765
Diğer Ödemeler	0,1538	0,1765
Çalışan Ödemeleri	0,3846	0,3529
Gayri Safi Katma Değer	0,5385	0,5294
Toplam (Arz)	1,0000	1,0000

Tablo 2.'de ikinci sütunu incelersek Sektör-2'nin 1 birim çıktı üretebilmesi için Sektör-1'den 0,1176 birim Sektör-2'den 0,1765 birim ve çalışanlardan 0,3529 birimlik girdi alması gerekmektedir. Tabloda yer alan diğer kısımlarda aynı şekilde yorumlanabilir. Girdi çıktı tablosunun sayısal analizlerinin incelenmesinde gerekli olan A matrisi sektörlerin doğrudan girdi katsayılarından oluşmaktadır. Örnek tablo iki sektör olduğu için oluşacak olan A matrisi 2x2 boyutlu olup aşağıdaki gibidir.

$$A = \begin{pmatrix} 0,0769 & 0,1176 \\ 0,2308 & 0,1765 \end{pmatrix}$$

Doğrudan girdi katsayılarına ek olarak talep artışlarını karşılamak için dolaylı üretim artışları da meydana gelecektir. Dolaylı üretim artışları ise ilişkili sektörlerin talep artışlarını karşılamak için üretimlerini arttırması ve bunun zincirleme olarak diğer sektörleri etkilemesidir. Doğrudan ve dolaylı girdilerin toplamı ise toplam girdi katsayılarını vermektedir. Toplam girdi katsayılarının bulunması ise daha önce elde edilen A matrisi üzerinden olmaktadır. A matrisi için $(I-A)^{-1}$ ters matrisi toplam üretim artış katsayılarını vermekte olup özel olarak Leontief ters matrisi olarak adlandırılmaktadır. Tablo 1 örnek ekonomi için Leontief ters matrisi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$(I-A)^{-1} = \begin{pmatrix} 1,1235 & 0,1605 \\ 0,3148 & 1,2593 \end{pmatrix}$$

Leontief ters matrisi incelendiğinde, ilgili sütun üzerindeki sektörde 1 birimlik bir talep artışında meydana gelecek üretim artışlarını göstermektedir. Örneğin Sektör-2'de meydana gelecek 1 birimlik talep artışında 0,1605 birim Sektör-1 ve 1,2593 birim Sektör-2 üretim artışına gidecektir. Leontief ters matrisinin katsayılarının satır ve sütun toplamaları, nihai talebin üretim çoğaltanlarını verir. Sütun toplamı; bir sektörün nihai talebindeki 1 birimlik artışın sistemde yer alan sektörlerin üretim (çıktı) miktarlarında yol açacağı toplam etkiyi (doğrudan+ dolaylı etki) o sektörün sütun toplamaları verir. Satır toplamı; nihai talep üretim çoğaltanı açısından farklı bir anlam taşır. Girdi-çıktı sistemindeki sektörlerin tümüne birden her birinin nihai talebin 1 birim artması durumunda bir sektörün gerçekleştirmek zorunda olduğu üretim (çıktı) miktarlarını o sektörün ters matristeki satır toplamı gösterir (Şengül 1998:80). Tablo 1 örnek iki sektörlü ekonomi için satır toplamaları ileri ve sütun toplamaları geri bağlantı etkisi olmak üzere hesaplamaları aşağıdaki gibidir.

Tablo 0. Toplam Bağlantı Etkileri

Bağlantı Etkileri/Sektörler	Sektör-1	Sektör-2
Toplam Geri Bağlantı Etkisi	1,4383	1,4198
Toplam İleri Bağlantı Etkisi	1,2840	1,5741

Sektörlerin toplam etkilerinin hesaplanmasında öncelikle incelenecek olan değişkenin katsayılarının hesaplanması gerekmektedir. Katsayılar ise ilgili değişkenin TL cinsinden değerinin sektörel girdi toplamalarına bölünmesiyle bulunur. Sırasıyla köşegen elemanları bu katsayılar olan kare matris ile Leontief ters matrisi çarpılır. Elde edilen çarpım matrisinin sütun toplamaları sektörlerin ilgili değişkenin geri bağlantı etkisi olmak üzere, satır toplamaları ise ileri bağlantı etkilerini vermektedir.

4.3. Kilit Sektörlerin Bulunması

Kilit sektör analizi girdi çıktı tablolarının incelenmesinde yaygın olarak kullanılan bir analizdir. Kilit sektörler, ekonominin ilerlemesi ve gelişmesi için var olan sektörlerden en fazla etkiye sahip olanlarının belirlenmesidir. Bu analiz sayesinde elde edilen kilit sektörlerin ileri ve geri bağlantı endeksleriyle ekonominin canlanmasını ve büyümesinde daha fazla potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Analizin yapılabilmesi için toplam ileri ve geri bağlantı etkileri yardımıyla elde edilen toplam ileri ve geri bağlantı endekslerinin bulunması gerekmektedir. Toplam ileri ve geri bağlantı endeksi sektörel toplam ileri ve geri bağlantı etkilerinin ilgili sektörün etki ortalamasına olan oranıdır. Örnek 2’li ekonomi için Tablo 3.’de verilen toplam bağlantı etkilerine göre bağlantı endekslerinin hesaplanması aşağıdaki gibi olacaktır.

Sektör-1 için bağlantı endeksleri aşağıdaki gibi hesaplanabilir;

$$\text{Toplam İleri Bağlantı Endeksi} = 1,2840 / ((1,2840 + 1,5741) / 2) = 0,8985$$

$$\text{Toplam Geri Bağlantı Endeksi} = 1,4383 / ((1,4383 + 1,4198) / 2) = 1,0065$$

Sektör-2 için bağlantı endeksleri aşağıdaki gibi hesaplanabilir;

$$\text{Toplam İleri Bağlantı Endeksi} = 1,5741 / ((1,5741 + 1,2840) / 2) = 1,1015$$

$$\text{Toplam Geri Bağlantı Endeksi} = 1,4198 / ((1,4198 + 1,4383) / 2) = 0,9935$$

Elde edilen geri ve ileri bağlantı endeksleri Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. İleri ve Geri Bağlantı Endeksleri

Sektörler	İleri Bağlantı Endeksi	Geri Bağlantı Endeksi
Sektör-1	0,8985	1,0065
Sektör-2	1,1015	0,9935

Sektörel bağlantı etkileri, sektörün ekonominin üretim yapısı içindeki öneminin bir göstergesidir. Nasıl tanımlanmış olursa olsun, bir sektörün ileri bağlantı etkisi, o sektörün çıktısının diğer sektörlerde ara girdi olarak ne ölçüde önemli olduğunun; geri bağlantı etkisi de, ara girdi talebi yoluyla diğer sektörlerin üretimlerini ne ölçüde uyardığının nicel birer göstergesidir. Hirschman, sektörlerin diğer sektörleri “besleme” ve “uyarma” güçlerini yansıtan ileri ve geri bağlantı etkilerinin, yatırım kararlarının alınmasında mutlaka dikkate alınması gerektiğini öne sürer. Hirschman’ın dengesiz büyüme modelinde, özellikle yatırım kararları alma yeteneği önemlidir; dolayısıyla, kalkınma stratejisinin yerindeliği, büyük ölçüde, yatırım kararlarını uyarma derecesine bağlı olacaktır. Gelişmekte olan ülkelerde, diğer sektörlerden önemli miktarlarda ara girdi kullanan, yani geri bağlantı etkileri yüksek olan sektörler ile nihai kullanımdan çok ara kullanıma yönelik üretim yapan, yani ileri bağlantı etkisi yüksek olan sektörler dengesiz kalkınma stratejisinde kilit sektör rolünü oynarlar. Geri bağlantı etkisi yüksek olan sektörlerdeki üretim artışları, bu sektörlerde aragirdi olarak kullanılan malların yurtiçinde üretilmesine yönelik girişimleri uyarması; benzer şekilde, ileri bağlantı etkisi yüksek olan sektörlerdeki üretim artışlarının da, bu sektörlerin çıktılarını aramalı olarak kullanan mevcut faaliyetlerin genişletilmesi ve yeni faaliyetlerin yaratılması girişimlerini uyarması beklenir. Dolayısıyla, görece olarak en kıt üretim faktörü olan sermayenin öncelikle bu sektörlerle tahsis edilmesi gerekir; bu sektörlerdeki büyüme diğer sektörleri de bağlantı etkileri aracılığıyla harekete geçirip peşinden sürüklenecektir. Hirschman’ın, bu görüşlerinden yola çıkılarak, sektörel yatırım önceliklerine ilişkin dörtlü bir sınıflama geliştirilebilir. Sektörlerin ileri ve geri bağlantı etkilerini birlikte dikkate alan bu sınıflamanın kategorileri aşağıdaki gibi özetlenebilir (Aydoğuş, 2011): TBI: Geri bağlantı endeksi TFI: İleri bağlantı endeksi olmak üzere;

Kategori I: Hem geri hem de ileri bağlantı endeksleri yüksek olan sektörler

(Yüksek TBI-Yüksek TFI) >1

Kategori II: Geri bağlantı endeksi yüksek, ileri bağlantı endeksleri düşük olan sektörler

(Yüksek TBI>1-düşük TFI)

Kategori III: İleri bağlantı endeksi yüksek, geri bağlantı endeksi düşük sektörler

(Yüksek TFI>1-düşük TBI)

Kategori IV: Her iki bağlantı endeksi de düşük olan sektörler
(Düşük TFI-düşük TBI)

En son yayınlanan sektörel enerji ve elektrik kullanım değerleri 2017 yılına ait olup 17 sektör için değerler verilmiştir. 64 sektörlü en son yayınlanan 2012 girdi çıktı tablosu NACE Rev. 2 dikkate alınarak 17 sektöre toplulaştırılmıştır. Ayrıca güncel kilit sektörlerin bulunması için RAS metodu kullanılarak 2012 girdi çıktı tablosu 2017 yılına güncellenmiştir. Enerji ve elektrik kullanımı incelenecek olan sektörler için kodları ve sekörel açıklamaları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. İncelenen Sektörler ve Kısaltmaları

Sektör Kodu	Sektörler
X1	B- Madencilik ve taşocakçılığı
X2	C- İmalat
X3	D- Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı
X4	E- Su temini; kanalizasyon, atık yönetimi ve iyileştirme
X5	F- İnşaat
X6	G- Toptan ve perakende ticaret; motorlu kara taşıtlarının ve motosikletlerin onarımı
X7	H- Ulaştırma ve depolama
X8	I- Konaklama ve yiyecek hizmeti faaliyetleri
X9	J- Bilgi ve iletişim
X10	K- Finans ve sigorta faaliyetleri
X11	L- Gayrimenkul faaliyetleri
X12	M- Mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler
X13	N- İdari ve destek hizmet faaliyetleri
X14	P- Eğitim
X15	Q- İnsan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri
X16	R- Kültür, sanat, eğlence, dinlence ve spor
X17	S- Diğer hizmet faaliyetleri

Tabloların güncellenmesinde kullanılan RAS yönteminin ana hedefi, bu tabloları güncellerken veya revize ederken, giriş-çıkış sütunlarını veya satırlarını veya tedarik ve kullanım tablolarını dengelemektir. Temel denklemler döngüsü bazen boşluk seviyesine bağlıdır. Bu denklemler aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$X_C^{yeni}(t_n).X_C^{yeni}(t_{n-1})....X_C^{yeni}(t_1).A.X_R^{yeni}(t_1)....X_R^{yeni}(t_{n-1}).X_R^{yeni}(t_n)=A^{yeni}$$

Bu denklemde:

$X_C^{yeni}(t_i)$: vektörü sütunun t_i kez iterasyonu sonucu oluşan yeni çıktı değeri, A: doğrudan girdi katsayı matrisi, $X_R^{yeni}(t_i)$: vektörü satırın t_i kez iterasyonu sonucu oluşan yeni çıktı değeridir (Trinh ve Phong, 2013). RAS yöntemini kullanarak güncelleme yapabilmek için Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2018 yılında hazırlanan aşağıdaki tablolar kullanılmıştır.

- TÜİK 2012 ulusal girdi-çıkış tablosu
- TÜİK üretim yoluyla Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH)
- TÜİK harcamalar yoluyla GSYH
- TÜİK gelir yöntemiyle GSYH
- TÜİK hanehalkı bütçe anketi veri seti
- TÜİK iş ve hizmet istatistikleri
- Maliye Bakanlığı bütçe istatistikleri
- TÜİK sektörel ithalat ve ihracat verileri
- Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB) ödemeler dengesi hizmet ticareti istatistikleri
- Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) kayıtlı işgücü verileri

Kilit sektörlerin bulunması için gerekli olan katsayıların bulunabilmesi için enerji ve elektrik kullanım değerleri TL cinsinden 2017 yılı baz alınarak hesaplanmıştır. Enerji kullanım değerleri petrol olarak ton cinsinden verilmiştir. Tablo 6’da yer alan enerji tüketimi değeri ton cinsinden olmak üzere bir varil petrolün değeri ile toplam enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre bir varil petrolün değeri 51,86 \$ olmak üzere 1 ton petrol 7,33 varilden oluşmakta ve dolar kuru 2017 ortalaması 3,641 tl için 1 ton petrol $51,86 \times 7,33 \times 3,641 = 380,1338$ TL’ dir. Hesaplamalar yardımıyla elde edilen enerji kullanım değerleri ton cinsinden petrol, Türk Lirası değerleri ve katsayıları Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Sektörlere Göre Toplam Enerji Tüketimi ve Değerleri(Bin/TL)

Sektör Kodu	Toplam enerji tüketimi (Petrol/ton)	TL değeri	Katsayı
X1	1.436.460	1.988.157	0,0108
X2	45.263.232	62.647.353	0,0156
X3	42.874.298	59.340.909	0,0207
X4	683.088	945.439	0,0330
X5	1.828.572	2.530.867	0,0019
X6	1.967.524	2.723.185	0,0064
X7	10.994.031	15.216.477	0,0027
X8	741.485	1.026.265	0,0107
X9	217.337	300.809	0,0063
X10	188.623	261.067	0,0035
X11	432.969	599.258	0,0021
X12	88.840	122.960	0,0010
X13	94.096	130.235	0,0006
X14	148.930	206.129	0,0016
X15	247.985	343.228	0,0052
X16	39.438	54.585	0,0028
X17	18.485	25.584	0,0005
Toplam	107.265.393	148.462.508	

Kaynak:TÜİK, Sektörel Enerji Tüketim İstatistikleri, 2017

TÜİK tarafından yayınlanan ve elektrik tüketimlerinin sektörel olarak yayınlanan tablo için 2017 yılı Türk Lirası cinsinden kullanım değerleri hesaplanmıştır. Hane halkı kullanım bedeli yerine sektörel incelemelerde bulunduğu için ticarethane kullanım bedeli dikkate alınarak hesaplamalar yürütülmüştür. Kullanılan 1 KWh ticarethane elektrik enerjisi kullanım bedeli 0,4154 TL olmak üzere işlemler yapılarak Tablo 7’ de sektörel tüketim değerleri, tutarları ve katsayılar verilmiştir (Enerji Enstitüsü, 2018).

Tablo 7. Sektörlere ve kullanım alanlarına göre toplam elektrik tüketimi, 2017

Sektör Kodu	Elektirik Tüketimi		
	(MWh)	(Bin TL)	Katsayı
X1	4.417.466	1.835.015	0,0108
X2	91.870.286	38.162.917	0,0156
X3	10.041.091	4.171.069	0,0207
X4	5.409.450	2.247.085	0,0330
X5	3.064.628	1.273.046	0,0019
X6	9.238.112	3.837.512	0,0064
X7	3.031.784	1.259.403	0,0027
X8	4.095.884	1.701.430	0,0107
X9	1.918.803	797.071	0,0063
X10	1.329.540	552.291	0,0035
X11	1.364.043	566.624	0,0021
X12	288.319	119.768	0,0010
X13	205.931	85.544	0,0006
X14	594.847	247.100	0,0016
X15	1.567.786	651.258	0,0052
X16	301.861	125.393	0,0028
X17	64.675	26.866	0,0005
Toplam	138.804.506	57.659.392	

Kaynak: TÜİK, Sektörel Enerji Tüketim İstatistikleri, 2017

5. UYGULAMA

Çalışmada öncelikle sektörler çoğaltan analizine tabi tutulmuştur. Buna göre çoğaltan analizi sonucunda sektörel olarak geri ve ileri bağlantı etkileri enerji ve elektrik kullanımı için Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Enerji ve Elektrik Kullanımı için Geri ve İleri Bağlantı Etkileri

Bağlantı Etkileri									
Sektörler	Enerji Kullanımı		Elektirik Kullanımı		Sektörler	Enerji Kullanımı		Elektirik Kullanımı	
	Geri	İleri	Geri	İleri		Geri	İleri	Geri	İleri
Sektör-1	0,02964	0,0178	0,01402	0,01643	Sektör-10	0,02133	0,00267	0,00929	0,00566
Sektör-2	0,04805	0,14019	0,02755	0,0854	Sektör-11	0,00707	0,0026	0,00468	0,00245
Sektör-3	0,59448	0,64095	0,05362	0,04505	Sektör-12	0,01181	0,00168	0,00609	0,00163
Sektör-4	0,02882	0,0165	0,04242	0,03921	Sektör-13	0,01246	0,00132	0,00583	0,00087
Sektör-5	0,02112	0,0084	0,0099	0,00422	Sektör-14	0,00484	0,00153	0,00326	0,00183
Sektör-6	0,02074	0,01035	0,01416	0,01459	Sektör-15	0,01153	0,00296	0,00985	0,00562
Sektör-7	0,0534	0,05887	0,0106	0,00487	Sektör-16	0,00802	0,00133	0,00697	0,00305
Sektör-8	0,01719	0,00729	0,01616	0,01209	Sektör-17	0,01561	0,00049	0,00757	0,00051
Sektör-9	0,0119	0,00358	0,01098	0,00948					

Elde edilen geri ve ileri bağlantı etkileri dikkate alınarak sektörler için endeks değerleri hesaplanarak Hirschmann kategorileri için kilit sektörler belirlenmiştir.

Tablo 9. Enerji ve Elektrik Kullanımı için Geri ve İleri Bağlantı Endeksleri

Bağlantı Etkileri									
Sektörler	Enerji Kullanımı		Elektrik Kullanımı		Sektörler	Enerji Kullanımı		Elektrik Kullanımı	
	Geri	İleri	Geri	İleri		Geri	İleri	Geri	İleri
Sektör-1	0,54866	0,32938	0,94215	1,10388	Sektör-10	0,39483	0,04948	0,62445	0,38007
Sektör-2	0,88928	2,59466	1,85138	5,73921	Sektör-11	0,13078	0,04805	0,31429	0,16497
Sektör-3	11,00303	11,86312	3,60366	3,02779	Sektör-12	0,21863	0,03100	0,40961	0,10965
Sektör-4	0,53348	0,30538	2,85077	2,63547	Sektör-13	0,23059	0,02451	0,39152	0,05846
Sektör-5	0,39094	0,1554	0,66546	0,28383	Sektör-14	0,08956	0,0283	0,21927	0,12317
Sektör-6	0,38395	0,19156	0,95195	0,9802	Sektör-15	0,21362	0,05481	0,66183	0,37759
Sektör-7	0,98841	1,08968	0,71220	0,32748	Sektör-16	0,14839	0,02455	0,46849	0,20482
Sektör-8	0,31809	0,13494	1,08632	0,81233	Sektör-17	0,29744	0,00899	0,509	0,03426
Sektör-9	0,22031	0,06619	0,73764	0,63683					

Enerji kullanım endeksleri incelendiğinde I. Kategori’ de Sektör-3 yer almak üzere Sektör-2 ve Sektör-7 ileri bağlantı endeksleri yüksek olduğundan III. Kategori de yer almaktadır. Diğer sektörlerin ise IV. Kategori’ de yer aldıkları görülmüştür. Elektrik kullanım endeksleri incelendiğinde I. Kategori’ de Sektör-2, Sektör-3 ve Sektör-4 olmak üzere II. Kategori ise, Sektör-8 ve Sektör-1’in ileri bağlantı endeksleri yüksek olduğundan III. Kategori’ de bulunmuştur. Diğer sektörler ise IV. Kategori’ de bulunmaktadır.

6. SONUÇ

Analiz sonuçlarına göre Türkiye’de enerji kullanımı konusunda kilit sektörün elektrik kullanımı ve tüketimi olduğu görülmüştür. Elektrik kullanımı için yapılan incelemelerde ise kilit sektörler Sektör-2: İmalat, Sektör-3: Elektrik Üretimi ve Dağıtımı, Sektör-4: Su Temini olarak belirlenmiştir. Her iki durum için kilit sektörler aynı anda incelenirse Sektör-3 geçiş sektörü olarak değerlendirilebilir. Bu durumda enerji konusunda elektrik ve imalat sektörlerinin Türkiye ekonomisi için kilit sektörler olduğu söylenebilir.

Enerji konusunda Türkiye’nin öz kaynaklarını değerlendirmede yetersiz olduğundan dolayı dışa bağımlılığı bilinen bir gerçektir. Enerji ve elektrik kullanımı ve üretiminde kıt kaynaklar yerine yeşil enerji olarak adlandırılan kaynakların tercih edilmesi öncelikli hale getirilmelidir. Türkiye fosil kaynaklar bakımından fakir olmasına rağmen güneş, rüzgâr ve su gibi yenilenebilir kaynaklar açısından zengin bir ülkedir. Özellikle yatırımların bu alanlara yönlendirilmesi ekonomik anlamda dışa bağımlılığın azaltılması ve cari açık gibi Türkiye’nin kronik hale gelmiş ekonomik sorunlarının çözümünü kolaylaştıracaktır. Ayrıca yeşil enerji yatırımları sayesinde CO² salınımının da önüne geçilerek evrensel bir sorun olan küresel ısınmanın çözümüne de yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Aydoğuş O., (2010), *Girdi-Çıktı Modellerine Giriş*, Efil Yayınevi, Ankara.
- Aydoğuş, O. vd. (2012), *İzmir Bölgesi Girdi-Çıktı Analizi*, İzmir Kalkınma Ajansı.
- Bayramoğlu, A. T., & Yurtkur, A. K. (2016). Türkiye’de Karbon Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme Analizi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(4), 31-46.
- Can, U. ve Berber, M. (2017). Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Sektörel Analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*.
- Çatalca, H. ve Ekren N. (1997), Türkiye’ de Elektrik Enerjisi Tüketiminin Girdi-Çıktı Modeli ile Analizi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, C:26, S:1,51-59.
- Güllü, M., & YAKIŞIK, H. (2017). Karbon Emisyonu ve Enerji Tüketiminin Büyüme Üzerindeki Etkileri: MIST Ülkeleri Karşılaştırması. *Sosyoekonomi*, 25(2).

- <https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FE%C4%B0GM%20Ana%20Rapor%2FT%C3%BCrkiye%20Elektrik%20Enerjisi%20Talep%20Projeksiyonu%20Raporu.pdf> (erişim 7 Mart 2019).
- <http://enerjiensitüsü.de/elektrik-fiyatları/> (erişim 15 Mart 2019).
- http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1108 (erişim 15 Mart 2019).
- Kar, M. ve Kımık, E. (2008). Türkiye’de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi.
- Sel, A. (2019). Girdi Çıktı Analizi ile Bulanık Hedef Programlama: Sektörel Üretim ve Elektrik Tüketim Değerleri Projeksiyonu. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 267-284.
- Sel A. Bircan H. (2019). Bölüm Adı: Bulanık Girdi Çıktı Modellerinde Kilit Sektör ve Çoğaltan Analizi, *Güncel Sorunlarıyla Türkiye Ekonomisi: Dinamik Bir Analiz*, Editör: Dr. Barış Aytekin, Yayın Yeri: İKSAD Yayınevi, Sayfa Sayısı: 334, Bölüm Sayfaları: 5-46, ISBN: 978-605-7695-81-9
- Sel, A., & Göktolga, Z. G. (2016). Sivas İli Temel Sektörlerinin Girdi Çıktı Yöntemiyle Analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 17(2), 1-21.
- Sel, A., Yıldız, Z., & Zengin, N. (2017). Girdi Çıktı Tablosunun RAS Yöntemiyle Tahmini ve Çoğaltan Analizi. Türkiye İhracatçılar Meclisi, İhracat Rakamları. (www.tim.org.tr) (erişim 10 Nisan 2019).
- Türkiye İstatistik Kurumu, Dış Ticaret İstatistikleri. (www.tuik.gov.tr) (erişim 15 Nisan 2019).
- Türkiye İstatistik Kurumu, İşgücü İstatistikleri. (www.tuik.gov.tr) (erişim 15 Nisan 2019).
- Türkiye İstatistik Kurumu, İstihdam Edilenlerin Yıllara Göre İktisadi Faaliyet Kolları ve Dağılımı. (www.tuik.gov.tr) (erişim 21 Nisan 2019).
- Türkiye İstatistik Kurumu, Ulusal Hesaplar, Girdi Çıktı Tabloları (www.tuik.gov.tr) (erişim 20 Nisan 2019).
- Terzi, H. (1998). Türkiye' de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sektörel Bir Karşılaştırma. *İktisat İşletme ve Finans*, 13(144), 62-71.
- Trinh, B. ve Phong, N. V. (2013). A Short Note on RAS Method. *Advances in Management and Applied Economics*, 3(4), 133.
- Ulrich P. ve Ulrike L. (2019). "Economic effects of an E-mobility scenario–input structure and energy consumption." *Economic Systems Research*: 1-14.
- Uzmen, R., & Arar, A. A. (2009). 21. Yüzyılda Enerji Kullanımı ve İklim Değişikliği.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 33-54. DOI: 10.1501/Csaum_0000000064

Koyck Modeli ile Yumurta Üretimi-Fiyat İlişkisinin Analizi

Şenol ÇELİK

Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyometri ve Genetik ABD, Bingöl/Türkiye, senolcelik@bingol.edu.tr
orcid.org/0000-0001-5894-8986

Turgay ŞENGÜL

Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü ABD, Bingöl, tsengul2001@yahoo.com

A. Yusuf ŞENGÜL

Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü ABD, Bingöl, aysengul@bingol.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada, Türkiye’de 1975-2018 yılları arası yumurta sayısı ile yumurta fiyatı ilişkisi gecikmesi dağıtılmış modellerle incelenmiştir. Yumurta üretimi bağımlı değişken, yumurta fiyatı ise bağımsız değişken olarak ele alınmıştır. Yumurta fiyatı, çiftçinin eline geçen ortalama taban fiyattır. Yumurta üretimi ise adet olarak sayılmıştır. Değişkenlere ait veriler yıllıktır ve 1975–2018 dönemini kapsamaktadır. Yumurta sayısı-fiyat ilişkisinin, gecikmesi dağıtılmış modellere uygunluğunu belirlemek için, değişkenler arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı 0.854 olarak hesaplanmıştır ve bu değer yeterlidir. Model sonuçlarına göre, yumurta fiyatındaki 1 TL’lik artış yumurta sayısını 4.11 tane artırırken, bir dönem önceki yumurta sayısındaki 1 adetlik artış yumurta üretimini yaklaşık 0.90 adet artırmaktadır. Yumurta üretimi ile fiyat ilişkisinin incelendiği Koyck modelinde çoklu belirleme katsayısı % 95.64 olup, yumurta üretiminin bir gecikmeli değeri Q_{t-1} anlamlı bulunmuştur ($p<0.0001$).

Anahtar Kelimeler: Koyck model, üretim, fiyat, yumurta.

JEL Kodları: C1, C5, Q4

Analysis of Koyck Model and Egg Production-Price Relationship

ABSTRACT

The aim of the study is to examine the delay of the relationship between the number of eggs and egg prices in Turkey by means of the distributed models. Egg production was considered as the dependent variable and the price as the independent variable. The price of an egg is the average minimum price received by the farmer. Egg production was counted in units. Data are cover the period 1975–2018. The correlation coefficient of the relationship between the variables was calculated to be 0.854 in order to determine the suitability of the number of eggs-price relationship to the distributed latency models and it was found that the value was sufficient. According to the model results, 1 TL increase in egg price increased the number of eggs by 4.11 and 1 increase in the number of eggs in the previous period increased the egg production by approximately 0.90. In Koyck model, where the correlation between egg production and price was examined, multiple coefficient of determination was found to be 95.64%, and a lagged value of egg production was found to be significant ($p<0.0001$).

Keywords: Koyck model, production, price, egg.

JEL Codes: C1, C5, Q4

1. GİRİŞ

Türkiye’de yumurta sektörü son yıllarda büyük ilerleme göstermiş olup, dünya yumurta üretimi içerisinde önemli bir konumda yer almaktadır. 2018 yılı itibarıyla yumurta sektörü 1080 adet işletme sayısı, 3 211 adet kümes sayısı, 19 644 milyar adet üretim ile sürekli gelişme kaydetmektedir (GKGM 2018; TÜİK 2018; YUMBİR 2019).

Günümüzde tavukçuluk önemli bir endüstri sektörü olmuş ve sürekli gelişmektedir. Yumurta tavukçuluğu, insan beslenmesinde çok gerekli bir gıda olan yumurtanın üretimi açısından çok önemli bir yetiştiricilik faaliyetidir. Yumurtanın besleyici değeri çok yüksektir ve tüm besinler içerisinde en değerli proteini içermektedir (YAYÇEP 2007). Bu nedenle yumurta tüketimi son derece önemlidir. 2017 yılına ait Türkiye’de ve dünyada kişi başına yumurta tüketimi Tablo 1’de verilmiştir. Japonya, Çin ve Rusya kişi başına yumurta tüketimi bakımından ilk sıralarda yer almaktadır (YUM-BİR 2018).

Tablo 1. 2017 yılında bazı ülkelerde kişi başına yumurta tüketimi

Ülke	Adet/kişi
Japonya	333
Çin	307
Rusya	305
Arjantin	280
ABD	277
İspanya	267
Yeni Zelanda	246
Danimarka	245
Avustralya	244
Kanada	242
Avusturya	235
Almanya	230
Macaristan	227
Fransa	219
İtalya	215
Türkiye	214

FAO 2017 yılı verilerine göre, Dünya yumurta üretiminde de Türkiye 8. Sıradadır ve önemli bir yerdedir. En fazla üretime sahip ilk 10 ülke Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Dünya yumurta üretiminde ilk 10 ülke

Sıra	Ülke	Üretim (ton)
1	Çin	31 338 856
2	ABD	6 258 795
3	Hindistan	4 847 500
4	Japonya	2 601 173
5	Brezilya	2 547 171
6	Meksika	2 171 198
7	Endonezya	1 527 135
8	Türkiye	1 205 075
9	Fransa	955 000
10	Ukrayna	886 500

Yumurta sayısı ve fiyatına ait 2005-2018 yılları arası değerler TÜİK(Türkiye İstatistik Kurumu) kayıtlarından alınmış olup Tablo 3’de gösterilmiştir. Genel olarak yumurta üretiminde ve fiyatında artış görülmektedir.

Tablo 3. Yumurta sayısı ve fiyatı (2005-2018)

Yıllar	Yumurta sayısı (1000)	Fiyat (Adet/TL)
2005	12 052 455	0.12
2006	11 733 572	0.14
2007	12 724 959	0.18
2008	13 190 696	0.18
2009	13 832 726	0.22
2010	11 840 396	0.20
2011	12 954 686	0.24
2012	14 910 774	0.28
2013	16 496 751	0.30
2014	17 145 389	0.25
2015	16 727 510	0.30
2016	18 097 605	0.31
2017	19 281 196	0.34
2018	19 643 711	0.38

Türkiye ayrıca yumurta ihracat ederek ülke ekonomisine önemli katkı sağlamaktadır. Tablo 4'de sunulan dünya yumurta ihracatında 2017 yılı itibarıyla Türkiye 3. Sıradadır (ITC 2017).

Tablo 4. Dünya yumurta ihracatı (1000 ABD doları)

Ülke	İhracat tutarı (1000 ABD \$)
Hollanda	720 983
ABD	419 376
Türkiye	376 146
Polonya	355 849
Almanya	293 731
Fransa	180 955
Belçika	170 343
Çin	162 341
İspanya	162 018
Malezya	110 946

Koyck modeli ile ilgili olarak çeşitli ürünlerin üretim-fiyat ilişkisi üzerine yapılmış çalışmalar vardır. Özçelik ve Özer (2006) ile Çetinkaya (2012)'nın buğday üretimi-fiyat ilişkisi, Dikmen (2006)'ın tütün üretimi-fiyat ilişkisi, Erdal (2006)'ın domates üretim-fiyat ilişkisi ve Erdal vd. (2009)'ın patates üretim-fiyat ilişkisi bu çalışmalardan bazılarıdır. Bir diğer çalışmada, simülasyon yapılarak Koyck modelinde parametre tahmini, testin gücü ve çeşitli hipotezler için testlerin kritik değerleri hesaplanmıştır (Frances ve Oest 2004).

Bu çalışmada, gecikmesi dağıtılmış modellerden koyck modeli kullanarak yumurta üretim miktarı ile fiyat arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Yumurta üretimi bağımlı değişken, yumurta fiyatı ise bağımsız değişken olarak ele alınmıştır. Yumurta fiyatı, çiftçinin eline geçen ortalama taban fiyattır. Yumurta üretimi ise adet olarak sayılmıştır. Veriler 1975–2018 dönemini kapsamaktadır (TÜİK, 2018).

Yumurta üretimi ve fiyat ilişkisini ortaya koymak için Koyck Modeli uygulanmıştır. Koyck modeli, bağımsız değişken gecikmelerinin bağımlı değişkeni belirli bir ağırlıkta etkilemekte ve belirli bir gecikme ağırlıklarının geometrik olarak azaldığı varsayımı ile modeli indirgenmiş bir hale getirerek,

regresyon denklemi tahmin etmektedir (Dikmen, 2005). Gecikmesi sonsuz dağıtılmış bir modelde Koyck, bütün β 'ların aşağıdaki gibi geometrik olarak azaldıklarını varsaymaktadır.

$$\beta_k = \beta_0 \lambda^k \quad k=0,1,2,\dots$$

Burada λ , ($0 < \lambda < 1$) dağıtılan gecikmenin azalma oranı, $1 - \lambda$ ise uyarlanma hızı ve β_k gecikme katsayısıdır (Koyck, 1954). λ 'nın değeri 1'e yaklaştıkça β_k 'deki azalma oranı hızlanmaktadır. Ortalama gecikme sayısı gecikmelerin ağırlıklı ortalaması olup $\lambda / (1 - \lambda)$ şeklindedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yumurta sayısı-fiyat ilişkisi arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı 0.854 olarak hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısı yüksek olduğu için yumurta üretimi ile yumurta fiyatları arasındaki korelasyonun yeterli olduğu görülmektedir. Gecikmesi dağıtılmış model

$$Q_t = \alpha + \beta_0 P_t + \beta_1 P_{t-1} + \beta_2 P_{t-2} + \dots + \beta_k P_{t-k} + u_t$$

şeklindedir Modelde; Q_t : Yumurta sayısı (adet), P_t : Yumurta fiyatı (TL/adet). Koyck modelinde gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ile 2 olarak belirlenmiştir. İkinci yıldan itibaren yumurta fiyatının, yumurta üretimine olan etkisi sıfır olmaktadır.

Üretimle fiyat arasındaki ilişki aşağıdaki denklemde en küçük kareler yöntemi ile hesaplanmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Yumurta üretimi-fiyat ilişkisinin modeli

Değişkenler	Katsayı	Std. hata	t-istatistiği	p
Sabit	10492315	447756.4	23.43308	0.0000
P	35.06916	32.69182	1.072720	0.2926
P(-1)	6.627313	50.82952	0.130383	0.8972
P(-2)	11.67862	39.84817	0.293078	0.7716
R ²	0.684133	Bağımlı değişken ortalaması		12289267
$\bar{R}^2$	0.650290	Bağımlı değişken std. sapması		3594104.
Regresyonun std. hatası	2125420.	Akaike bilgi kriteri		32.09331
Hata kareler toplamı	1.26E+14	Schwarz kriteri		32.27652
Log likelihood	-509.4929	Hannan-Quinn kriteri		32.15404
F-istatistiği	20.21494	Durbin-Watson istatistiği		0.306271
p (F-istatistiği)	0.000001			

Tablo 5'de verilen analiz sonucu bahsedilen ilişkinin modeli aşağıdaki gibidir.

$$Q_t = 10492315 + 35.069P_t + 6.627P_{t-1} + 11.679P_{t-2}$$

Modelde tahminin standart hatası 2125420, modelin F testi 20.215 olup, 0.000001 ile anlamlıdır. Belirlilik katsayısı (R^2) 0.684 olarak bulunmuştur. Model anlamlı bulunsu bile modelde çoklu bağlantı sorunu vardır. Bu sorunu gidermek için Koyck modeli tahmini yapılmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Koyck modeli sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Std. hata	t-istatistiği	p
C	973916.3	471765.9	2.064406	0.0455
P	4.107725	2.303181	1.783501	0.0821
Q(-1)	0.903474	0.061462	14.69974	0.0000
R ²	0.956401	Bağımlı değişken ortalaması		10337648
$\bar{R}^2$	0.954221	Bağımlı değişken std. sapması		4586957.
Regresyonun std. hatası	981421.9	Akaike bilgi kriteri		30.49861
Hata kareler toplamı	3.85E+13	Schwarz kriteri		30.62148
Log likelihood	-652.7200	Hannan-Quinn kriteri		30.54392
F-istatistiği	438.7301	Durbin-Watson istatistiği		1.978642
p (F-istatistiği)	0.000001			

Tablo 6'de sunulan Koyck modeli

$$Q_t = 973916.3 + 4.1077P_t + 0.9035Q_{t-1}$$

şeklinde. Model sonuçlarına göre, yumurta fiyatındaki 1 TL'lik artış yumurta sayısını 4.11 tane artırırken, bir dönem önceki yumurta sayısındaki 1 adetlik artış yumurta üretimini yaklaşık %90.35 artırmaktadır. Ortalama gecikme sayısı, $\lambda/(1-\lambda)=0.9035/0.0965=10.36$ olup, yumurta fiyatında meydana gelen değişimin yumurta üretimini önemli ölçüde etkilemesi için gereken zaman 10.36 yıldır. Bir başka deyişle yumurta üretimindeki değişimin %90.35'i yaklaşık 10 yıl 4 ayda meydana gelmektedir. Koyck modeli tekrar yazıldığında,

$$Q_t = \alpha + \beta_0 P_t + \lambda Q_{t-1} + u_t \text{ ve } \beta_k = \lambda^k \beta_0$$

$0 < \lambda < 1$ olduğundan dolayı ilk denkleme aşağıdaki gibi ulaşılmaktadır.

$$\beta_k = \beta_0 \lambda^k$$

$$\beta_k = \beta_0 \lambda^k$$

$$k=0 \quad \beta_0 = 4.1077 ; \lambda = 0.9035$$

$$k=1 \quad \beta_1 = \beta_0 \lambda = (4.1077)(0.9035) = 3.711$$

$$k=2 \quad \beta_2 = \beta_0 \lambda^2 = (4.1077)(0.9035)^2 = 3.353$$

$$Q_t = \alpha + \beta_0 P_t + \beta_1 P_{t-1} + \beta_2 P_{t-2} + u_t$$

$$Q_t = \alpha + \beta_0 P_t + (\beta_0 \lambda) P_{t-1} + (\beta_0 \lambda^2) P_{t-2} + u_t$$

Bu elde edilen bilgiler yukarıdaki denklemde Koyck modelinden türetilmiş olarak yeniden yazılırsa

$$Q_t = 973916.3 + 4.1077P_t + 3.711P_{t-1} + 3.353P_{t-2} + u_t$$

denklemini elde edilir.

Gecikmesi dağıtılmış bu modelde λ katsayısının $0 < \lambda < 1$ arasında olduğu için, gecikmeli fiyatların yumurta üretimi üzerinde giderek azalan bir etki yaptığı görülmüştür. Kısaca λ katsayısı modelde giderek sınırlandırıcı bir etkiye sahip olduğundan dolayı gecikmeli fiyatlara ait parametrelerin değeri giderek azalmaktadır. Burada 1 gecikmede fiyattaki %1'lik değişim, üretimi %3.71 arttırırken, 2

gecikmede ise %3.35 oranında artışa neden olmaktadır. Bu etki 3. yılda ve sonraki yıllarda azalarak sıfıra yaklaşmaktadır.

4. SONUÇ

Koyck modelinde çoklu belirleme katsayısı % 95.64 olup, yumurta üretiminin bir gecikmeli değeri Q_{t-1} anlamlı bulunmuştur. Yumurta fiyatlarında ortaya çıkan değişim yaklaşık 10 yılda yumurta sayısında önemli düzeyde bir etki yapacaktır. 2 yıl gecikmeli türetilmiş Koyck modelinde, 1 önceki dönemde fiyattaki 1 TL'lik artış, üretimi 11 adet arttırırken, 2 dönem önceki fiyatlardaki 1 TL'lik artış üretimi 18.13 adet azaltmaktadır.

KAYNAKLAR

- Çetinkaya, Ş. (2012). Türkiye'nin son on yıllık buğday üretimdeki miktar-fiyat ilişkisinin ekonometrik analizi: Koyck - Almon tekniği. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 1(4): 52-66.
- Dikmen, N. (2006). Koyck - Almon yaklaşımı ile tütün üretimi ve fiyat ilişkisi. Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15(2): 153-168.
- Doğan, H. G., Gürler, A. Z., Ayyıldız, B. ve Şimşek, E. (2014). Patates üretiminde üretim-fiyat ilişkisinin Koyck yaklaşımı ile analitik olarak değerlendirilmesi (TR 71 bölgesi örneği). Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2(1): 42-46.
- Erdal, G. (2006). Tarımsal ürünlerde üretim – fiyat ilişkisinin Koyck yaklaşımı ile analizi (domates örneği). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(2): 17-24.
- Erdal, H., Erdal, G. ve Esengün, K. (2009). An analysis of production and price relationship for potato in Turkey: A distributed lag model application. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 15(3): 243-250.
- FAOSTAT (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Livestock Primary. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>
- Frances, P. H., ve Oest, R. (2004). On the econometrics of the Koyck model. Econometric Institute Report, 7: 1-12.
- GKGM (2018). Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM>
- ITC (2017). International Trade Statistics Database. ITC calculations based on UN COMTRADE and ITC statistics.
- Özçelik, A. ve Özer, O. O. (2006). Koyck Modeliyle Türkiye'de buğday üretimi ve fiyatı ilişkisinin analizi. Tarım Bilimleri Dergisi, 12(4): 333-339.
- TÜİK (2018). Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr.
- YAYÇEP (2007). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yaygın Çiftçi Eğitimi Projesi. Kümes hayvancılığı, yumurta tavukçuluğu.
- YUM-BİR (2019). Yumurta Üreticileri Merkez Birliği, <https://www.yum-bir.org/UserFiles/File/yumurta-veriler2019web.pdf>.

Ülke Grupları İtibariyle Döviz Kuru ve Dış Ticaret İlişkisi: Türkiye Örneği (2003-2018)

Uğur AYIK

Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, ugur.ayik@erzurum.edu.tr
orcid.org/0000-0002-4181-2289

Gökhan ERKAL

Atatürk Üniversitesi, İİBF, Ekonometri, Erzurum, Türkiye, gerkal@atauni.edu.tr
orcid.org/0000-0002-5007-5065

Hüseyin ÖZER

Atatürk Üniversitesi, İİBF, Ekonometri, Erzurum, Türkiye, hozer@atauni.edu.tr
orcid.org/0000-0003-4915-6447

ÖZ

Çalışmanın temel amacı, reel efektif döviz kurundaki değişimlerin Türkiye'nin ihracat ve ithalatını ve dolayısıyla dış ticaret hacmini nasıl etkilediğini araştırmaktır. Bu amaçla 2003:1-2018:6 dönemini kapsayan aylık veriler kullanılarak dış ticaret ile reel efektif döviz kuru arasında uzun dönemli ilişkinin ve nedensellik ilişkisinin varlığı Ardışık Bağılanımlı Dağıtılmış Gecikme (Autoregressive Distributed Lag, ARDL) Sınır Testi ve Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile araştırılmıştır. Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde; reel efektif döviz kuru ile dış ticaret değişkenleri arasında eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisinin varlığı, dış ticaret değişkenlerinin dolar veya euro cinsinden alınmasına ve bu dış ticaret değişkenlerinin ait olduğu ülke grubuna göre farklılık göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Reel Efektif Döviz Kuru, Dış Ticaret Hacmi, İhracat, İthalat, ARDL Sınır Testi, Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

JEL Kodları: C01, C30, C32, C50, C51, C52, C53

Exchange Rate and Foreign Trade Relationship in Respect of Groups of Countries: The Case of Turkey (2003-2018)

ABSTRACT

The main objective of the study is to investigate how the changes in the real effective exchange rate affects Turkey's exports and imports and thus Turkey's foreign trade volume. With this purpose, ARDL Bound Test and Toda-Yamamoto Causality Test were used to investigate the existence of long-term relationship and causality relationship between foreign trade and real effective exchange rate by using monthly data covering 2003:1-2018:6 period. When the findings are evaluated in general; the existence of a cointegration and causality relationship between the real effective exchange rate and the foreign trade variables varies according to the foreign trade variables taken in dollar or euro and the country group in which these trade variables belong.

Keywords: Real Effective Exchange Rate, Foreign Trade Volume, Export, Import, ARDL Bound Test, Toda-Yamamoto Causality Test

JEL Codes: C01, C30, C32, C50, C51, C52, C53

1. GİRİŞ

Ücret ve faizin yanı sıra bir ülkenin ekonomisini şekillendiren üç önemli fiyattan biri de döviz kurudur. Günümüzde dünyada yapılan ticareti kısıtlayan engellerin kaldırılmasına yönelik çalışmalar, ülkelerin dış ticaret dengesizliklerinden kaynaklanan problemlerin yeni bir boyut kazanmasına ve döviz kurunun bu boyut içinde ülkelerin dış rekabet güçlerini belirleyen bir faktör durumuna gelmesine sebep olmuştur. Çünkü gelişmekte olan ülkelerin ekonomi politikalarında döviz kuru bir hayli önemlidir. Döviz kuru politikasını tanımlamada en önemli nokta ticaret dengesinin reel döviz kurlarındaki oynaklığa verdiği cevaptır. Bu sebepten, ekonomik birimlerin karar vermede dikkate aldıkları önemli parametrelerden olan döviz kuru üzerinde yapılan analizler günümüzde de önemini korumaktadır (Ay vd., 2009: 51-67).

2001 yılında yaşanan ekonomik kriz nedeniyle Türkiye'nin sabit döviz kuru sisteminden esnek döviz kuru sistemine geçiş yapması ile birlikte döviz kurunda dalgalanmalar meydana gelmiştir. Döviz kurunda meydana gelen bu oynaklığın ihracata ve ithalata etkisi merak konusu olmuştur. Geleneksel görüşe göre, döviz kuru oynaklığı ile ihracat arasında negatif bir ilişki vardır. Riskten kaçınan ihracatçı dövizdeki oynaklıktan dolayı bugün için daha az ihracat yapmak istemesi döviz kurundaki oynaklık ile ihracat arasında negatif yönlü bir ilişkiye neden olarak gösterilmiştir. Kısaca ifade etmek gerekirse, döviz kurundaki dalgalanma, uluslararası ticaret yapan tüccarlar için belirsizliğin artmasına ve böylece uluslararası ticaret hacminin azalmasına neden olmaktadır (Altın ve Süslü, 2017: 105-112).

Döviz kurlarıyla dış ticaret değişkenleri arasındaki ilişkiyi incelemek için farklı dönemlerde yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu değişkenler arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda bazen anlamlı bazen ise anlamsız sonuçlar ortaya çıkmıştır. Çalışmada döviz kuru olarak, reel efektif döviz kuru alınmıştır. Reel efektif döviz kuru verileri Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) elektronik veri dağıtım sisteminden (EVDS) alınan 2003=100 tüketici fiyat endeksi (TÜFE) bazlı verilerdir. Reel efektif döviz kurunun 100 seviyesinin üzerine çıkması Türk Lirasının değer kazandığını, 100 seviyesinin altına düşmesi Türk Lirasının değer kaybettiğini gösterir. Yani reel efektif döviz kurundaki artış Türk Lirasının değer kazandığını ve yabancı malların yerli mallar karşısında ucuzladığını; düşüş ise Türk Lirasının değer kaybettiğini ve yabancı malların yerli mallar karşısında değerinin arttığını ifade eder. Bu sonuçlarla, reel efektif döviz kuru ile ithalat arasında pozitif yönlü, ihracat ile arasında negatif yönlü bir ilişki söz konusu olmaktadır (www.tcmb.gov.tr).

Çalışmada reel efektif döviz kurundaki değişimlerin Türkiye'nin ihracat ve ithalatını ve dolayısıyla dış ticaret hacmini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Türkiye'nin toplam dış ticaretinin yanı sıra, 2017 dış ticaret istatistiklerine göre dış ticaret yoğunluğunun en fazla olduğu ülke grupları ile de ticaretinin reel efektif döviz kuru ile ilişkisi aylık veriler kullanılarak incelenmiştir.

Çalışmanın temel amacı, dış ticarete ait veriler ile reel efektif döviz kuru verileri arasında uzun dönemli ilişki ve nedensellik ilişkisinin var olup olmadığını araştırmaktır. Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisini tespit etmek için ARDL Sınır Testi, nedensellik ilişkisini tespit etmek için Toda-Yamamoto Nedensellik Testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonuç bölümünde analizlerden elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Döviz kurundaki değişimlerin dış ticarete etkisi üzerine hemen hemen her dönem yerli ve yabancı bir çok çalışma yapılmıştır. Ülke grupları itibarıyla Türkiye'nin dış ticareti ile döviz kuru arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmanın bu kısmında, daha önce Türkiye'de bu ve buna benzer konularda yapılan çalışmalar özet olarak tanıtılmış ve genel olarak değerlendirilmiştir.

Karagöz ve Doğan (2005), dış ticaret ile döviz kuru arasındaki eşbütünleşme ilişkisini incelediği çalışmada, Ocak 1995-Haziran 2004 dönemine ait aylık veriler kullanmıştır. Seriler 1. mertebeden durağan çıkmış ve bu durumda sahte regresyon sorunun olmadığı anlaşılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, döviz kuru ile ihracat ve ithalat değişkenleri arasında bire bir yapılan analizde eşbütünleşme ilişkisi bulunamamış fakat 2001 devalüasyon etkisi anlamlı çıkmıştır.

Yamak ve Korkmaz (2005), reel döviz kurundaki dalgalanmaların Türkiye'nin dış ticareti üzerindeki etkisini, farklı mal grupları dikkate alarak tespit etmeye çalışmıştır. Modern zaman serisi yöntemlerinin kullanıldığı çalışma, 1995:1-2004:4 dönemini kapsamaktadır. Ortaya çıkan sonuçlara göre, seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunamamıştır. Sermaye malları ticaretinin kısa dönemde dış ticaret dengesi ile reel döviz kurları arasındaki ilişkiyi belirlediği tespit edilmiştir.

Gül ve Ekinci (2006), ihracat ve ithalat ile reel döviz kurları arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığını Granger Nedensellik Testi kullanarak araştırmıştır. Serilere birim kök testi yapıp ve aralarında eşbütünleşme ilişkisinin var olup olmadığı belirlendikten sonra nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Analizde 1990:1-2006:8 dönemine ait aylık veriler kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. İhracat ve ithalattan reel döviz kurlarına doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur.

Ay vd. (2009), Türkiye'deki döviz kurları ile dış ticaret dengesi arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığını Sınır Testi yaklaşımı ile araştırmıştır. Çalışmada 1996:1-2006:12 dönemini kapsayan aylık veriler kullanılmıştır. Analizden çıkan sonuçlara göre; dış ticaret dengesi ile reel döviz kuru arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunamamış ve kur ayarlamalarının dış ticaret dengesi üzerinde etkili olmadığı görülmüştür.

Aktaş (2010), reel döviz kurları ile ihracat ve ithalat arasındaki ilişkiyi Vektör Otoregresyon (Vector Autoregression, VAR) analizini kullanarak incelemiştir. Analizde 1989:1-2008:4 dönemine ait üç aylık veriler kullanılmıştır. Çıkan sonuçlar, reel döviz kurundaki değişimlerin dış ticaret dengesi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Karaçor ve Gerçekker (2012), Türkiye'deki reel döviz kurları ile dış ticaret arasındaki ilişkinin varlığını; Durağanlık Testi, VAR Modeli, Eşbütünleşme Analizi ve Hata Düzeltme Modeli yöntemlerini kullanarak incelemiştir. Analizde 2003:1-2010:12 dönemine ait aylık veriler kullanılmıştır. Bulunan sonuçlara göre; reel döviz kurları ile dış ticaret hacmi arasında uzun dönemli ilişki bulunmuştur. Ayrıca, reel döviz kurundan dış ticaret hacmine doğru hem uzun hem de kısa dönemde nedensellik ilişkisi bulunmuş fakat dış ticaret hacminden reel döviz kuruna doğru sadece kısa dönemde nedensellik tespit edilmiştir.

Yaman (2012), Türkiye'de döviz kuru oynaklığının dış ticaret üzerindeki etkisini, Ocak 1987-Mayıs 2010 dönemine ait aylık veriler kullanarak araştırmıştır. Analizde GARCH Modeli ile tahmin yapılmış ve değişkenler arasında nedensellik yönünden bağımlı olup olmadığı Granger Nedensellik Testi ile belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; dış ticaretten döviz kurlarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiş fakat döviz kurlarından dış ticarete doğru nedensellik yönünden herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

Tapşın ve Karabulut (2013), ithalat ve ihracat değişkenleri ile reel döviz kuru arasında nedensellik yönünden bir ilişkinin varlığını, Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile tespit etmeye çalışmıştır. Analizde 1980-2011 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Analizden çıkan sonuçlara göre; ithalattan ihracata doğru ve reel döviz kuru endeksinden ithalata doğru tek yönlü nedensellik ilişkisine rastlanmıştır.

Yıldız (2014), 2005:01-2012:12 dönemine ait aylık veriler kullanarak reel döviz kuru ile dış ticaret arasındaki ilişkinin varlığını tespit etmeye çalışmıştır. Bulunan sonuçlara göre; reel efektif döviz kuru ile ithalat ve ihracat değişkenleri arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı tespit edilmiş, aralarında gerek tek yönlü gerekse çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuş ve bu nedensellik ilişkisinin özellikle reel efektif döviz kurundan ithalat ve ihracat değişkenlerine doğru olduğu belirlenmiştir.

Değer ve Demir (2015), reel efektif döviz kuru ile Türkiye'nin dış ticaret hacmi arasındaki uzun dönemli ilişkiyi ve nedensellik ilişkisini, 1997:1-2014:12 dönemine ait aylık veriler kullanarak belirlemeye

çalışmıştır. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisine rastlanmıştır. Granger Nedensellik Testinde ise, reel efektif döviz kurundan dış ticaret hacmine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Türkiye’de döviz kuru ile dış ticaret değişkenleri arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalarda farklı zaman serileri kullanıldığı için değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiler ve nedensellik açısından farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Türkiye’de daha önceki yıllarda konuyla ilgili yapılan bazı çalışmalardan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde; Karagöz ve Doğan (2005), Yamak ve Korkmaz (2005), Ay vd. (2009) ve Aktaş (2010) çalışmalarında döviz kuru ile dış ticaret değişkenleri arasında eşbütünleşme veya nedensellik ilişkisi bakımından anlamsız ilişkiler bulmalarına karşılık; Gül ve Ekinci (2006), Karaçor ve Gerçekler (2012), Yaman (2012), Tapşın ve Karabulut (2013), Yıldız (2014) ve Değer ve Demir (2015) çalışmalarında döviz kuru ile dış ticaret değişkenleri arasında eşbütünleşme veya nedensellik ilişkisi bakımından anlamlı ilişkilerin olduğunu tespit etmişlerdir.

3. VERİ SETİ, MODEL VE YÖNTEM

Çalışmada 2003M01-2018M06 dönemini kapsayan aylık veriler ile döviz kurundaki dalgalanmaların Türkiye’nin dış ticaretine etkisi analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan reel efektif döviz kuru verileri TCMB elektronik veri dağıtım sisteminden; dış ticaret verileri ise TÜİK veri tabanından dolar ve euro cinsinden alınmıştır. Mevsim etkisi görülen dış ticaret hacmi, ihracat ve ithalat serileri, Census X12 yöntemi uygulanarak mevsimsellik etkisinden arındırılmıştır. Reel efektif döviz kuru verilerinde ise mevsimsellik bulunmadığından mevsimsel düzeltme yapılmamıştır (www.tcmb.gov.tr).

Türkiye’nin toplam dış ticaretinin yanı sıra, ticaret yoğunluğunun en fazla olduğu ülke gruplarına ait dış ticaret değişkenlerinin bilgileri Tablo 1’de sunulmuştur. Çalışmada kurulan modellerde, Tablo 1’de belirtilen dış ticaret değişkenleri ile reel efektif döviz kuru arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Dış ticaret hacmi, ihracat ve ithalat verileri bağımlı değişken; reel efektif döviz kuru da bağımsız değişken olarak modellere alınmıştır. Ekonometrik çalışma 24 modelden oluşmaktadır ve her bir değişken için 186 gözlem yer almaktadır. Değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve mahiyetini ortaya koyma adına daha tutarlı tahmin sonuçları elde edebilmek için ekonometrik modellerde kullanılan tüm değişkenlerin doğal logaritmaları (ln) alınmıştır. Çalışmada dış ticaret değişkenleri (dış ticaret hacmi, ihracat, İthalat) ile reel efektif döviz kuru arasındaki ilişkileri incelemek için aşağıda tanımlanan üç örnek model kullanılmıştır.

$$\text{LnDTH}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \text{LnREDK}_t + e_t \quad (1)$$

$$\text{LnIHR}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{LnREDK}_t + e_t \quad (2)$$

$$\text{LnITH}_t = \theta_0 + \theta_1 \text{LnREDK}_t + e_t \quad (3)$$

Tablo 1. Modellerde Bağımlı Değişken Olarak Kullanılan Dış Ticaret Değişkenleri

Sembol	Açılımı	Birim	Kaynak
DTH	Dış Ticaret Hacmi	Dolar, Euro	TÜİK
IHR	İhracat	Dolar, Euro	TÜİK
ITH	İthalat	Dolar, Euro	TÜİK

Serilerin durağan olup olmadığı (birim kök içerip içermediği) Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey-Fuller, ADF) yöntemi ile test edilmiştir. Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığını saptamak için ARDL Sınır Testi uygulanmıştır. VAR modeline dayalı Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ve Etki-Tepki analizleri yapılmıştır. Oluşturulan ekonometrik modeller EViews 9 programı ile analiz edilmiştir.

3.1. Birim Kök Testi

Zaman serilerinde, stokastik sürecin zamana bağlı olarak değişip değişmediğini görmek için modele dahil edilecek serilerin durağan olup olmadıklarının tespiti önem arz etmektedir. Seriler durağan çıkmazsa, serilerin geçmiş ve gelecek değerlerini tahmin etmek olası olmamaktadır. Bu durumun sebebi, durağan olmayan serilerin ortalamasının zamana bağlı olarak değişirken, durağan serilerin ortalamasının zamana bağlı olarak değişmemesidir. Durağan olmayan serilerle kurulacak modellerde sahte regresyon veya otokorelasyon sorunu oluşmakta ve bu modellerden alınacak raporlara güven duyulmamaktadır (Kutlar, 2000: 12-13).

Modelde kullanılan değişkenlerin durağanlık seviyelerini bulmak amacıyla ADF birim kök testi uygulanmıştır.

Dickey-Fuller (DF) testi teori ve uygulamada aşağıdaki denklemlerle ifade edilir:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (4)$$

biçimindeki sabit terimsiz ve trendsiz,

$$\Delta Y_t = b_0 + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (5)$$

sabit terimli ve trendsiz ile,

$$\Delta Y_t = b_0 + b_1 t + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (6)$$

sabit terimli ve trendli regresyonlar bulunarak, bunlarla birlikte $\tau(\tau)$ veya DF istatistikleri ile MacKinnon kritik değerleri elde edilmektedir.

Eğer u_t hata terimleri otokorelasyonlu ise, 6 nolu denklem,

$$\Delta Y_t = b_0 + b_1 t + \delta Y_{t-1} + a_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (7)$$

biçiminde düzenlenir. Burada gecikmeli fark terimleri kullanılmaktadır. Gecikmeli fark terimlerinin sayısı, genellikle ampirik olarak belirlenir. Buradaki ana düşünce, 7 nolu denklemdeki hata teriminin otokorelasyonsuz olmasını sağlayacak kadar terimi modele katmaktır. Burada da sıfır hipotezi $\delta=0$ dır. Yani Y 'de birim kök vardır ve dolayısıyla Y durağan değildir. 7 nolu denklemdeki gibi modellere DF testi uygulanırsa, buna ADF testi denilmektedir. Her iki test istatistiğinin kritik değerleri aynıdır (Tarı, 2018: 388-390).

Çalışmada kullanılan toplam dış ticaret, AB ülke grubu ile dış ticaret, Uzak Doğu ülke grubu ile dış ticaret ve Yakın ve Orta Doğu ülke grubu ile dış ticaret değişkenlerine (dolar ve euro cinsinden) ve reel efektif döviz kuru değişkenine ADF birim kök testi uygulanıp sonuçları Tablo 3.2.-3.5'te rapor edilmiştir. ADF birim kök testlerindeki gecikme uzunlukları EViews 9 paket programındaki otomatik seçim kriterine göre belirlenmiştir. Parantez içinde yer alan değerler olasılık (prob.) değerlerini; Δ , serilerin farkının alındığını; ***,** ve * sırasıyla 0.10, 0.05 ve 0.01 anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

Tablo 2’de dolar cinsinden alınan toplam dış ticarete ait LnDTH, LnIHR ve LnITH serilerinin düzey seviyesindeki t-istatistiği prob. değerlerine bakıldığında serilerin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi sırasıyla 0.05, 0.10 ve 0.05 anlamlılık seviyelerinde reddedilir ve serilerin düzeyde durağan olduklarına karar verilir. Tablo 2’de euro cinsinden alınan toplam dış ticarete ait LnDTH, LnIHR ve LnITH serilerinin düzey seviyesindeki t-istatistiği prob. değerlerine bakıldığında serilerin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi reddedilemediğinden düzeyde durağan olmadıklarına ve birinci farkları alındığında 0.01 anlamlılık seviyesinde durağan hale geldiklerine karar verilir.

Tablo 2. ADF Birim Kök Test Sonuçları (Genel)

		Dolar	Euro
		Düzy	Düzy
Sabitli	LnDTH	-3.039 (0.033)**	-2.274 (0.181)
	LnIHR	-2.681 (0.079)***	-2.112 (0.240)
	LnITH	-3.110 (0.027)**	-2.368 (0.152)
	LnREDK	-1.121 (0.707)	-1.121 (0.707)
Sabitli ve Trendli	LnDTH	-2.344 (0.407)	-2.474 (0.340)
	LnIHR	-2.517 (0.319)	-2.457 (0.349)
	LnITH	-2.861 (0.177)	-2.361 (0.398)
	LnREDK	-2.579 (0.290)	-2.579 (0.290)
		Birinci Farkı	Birinci Farkı
Sabitli	LnDTH	-23.25 (0.000)*	-25.09 (0.000)*
	LnIHR	-26.30 (0.000)*	-16.28 (0.000)*
	LnITH	-21.15 (0.000)*	-22.89 (0.000)*
	LnREDK	-10.16 (0.000)*	-10.16 (0.000)*
Sabitli ve Trendli	LnDTH	-23.55 (0.000)*	-25.21 (0.000)*
	LnIHR	-26.47 (0.000)*	-16.39 (0.000)*
	LnITH	-21.44 (0.000)*	-23.02 (0.000)*
	LnREDK	-10.47 (0.000)*	-10.47 (0.000)*

Tablo 3’te dolar cinsinden alınan AB ülke grubu ile dış ticarete ait LnDTH, LnIHR ve LnITH serilerinin düzey seviyesindeki t-istatistiği prob. değerlerine bakıldığında serilerin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi sırasıyla 0.05, 0.10 ve 0.05 anlamlılık seviyelerinde reddedilir ve serilerin düzeyde durağan olduklarına karar verilir. Yine Tablo 3’te euro cinsinden alınan AB ülke grubu ile dış ticarete ait LnDTH serisinin t-istatistiği prob. değerine bakıldığında serinin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi 0.10 anlamlılık seviyesinde reddedilir ve serinin düzeyde durağan olduğuna karar verilir. LnIHR ve LnITH serilerinin ise düzey seviyesindeki t-istatistiği prob. değerlerine bakıldığında serilerin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi reddedilemediğinden düzeyde durağan olmadığı ve birinci farkları alındığında 0.01 anlamlılık seviyesinde durağan hale geldiklerine karar verilir.

Tablo 3. ADF Birim Kök Test Sonuçları (AB Ülke Grubu)

		Dolar	Euro
		Düzey	Düzey
Sabitli	LnDTH	-2.922 (0.044)**	-1.868 (0.346)
	LnIHR	-2.611 (0.092)***	-1.381 (0.590)
	LnITH	-3.062 (0.031)**	-2.149 (0.225)
	LnREDK	-1.121 (0.707)	-1.121 (0.707)
Sabitli ve Trendli	LnDTH	-3.672 (0.026)**	-3.284 (0.072)***
	LnIHR	-3.615 (0.031)**	-2.372 (0.392)
	LnITH	-3.006 (0.133)	-2.610 (0.276)
	LnREDK	-2.579 (0.290)	-2.579 (0.290)
		Birinci Farkı	Birinci Farkı
Sabitli	LnDTH	-22.52 (0.000)*	-16.33 (0.000)*
	LnIHR	-24.98 (0.000)*	-16.98 (0.000)*
	LnITH	-21.42 (0.000)*	-15.88 (0.000)*
	LnREDK	-10.16 (0.000)*	-10.16 (0.000)*
Sabitli ve Trendli	LnDTH	-22.61 (0.000)*	-16.35 (0.000)*
	LnIHR	-25.00 (0.000)*	-16.95 (0.000)*
	LnITH	-21.54 (0.000)*	-15.93 (0.000)*
	LnREDK	-10.47 (0.000)*	-10.47 (0.000)*

Tablo 4'te dolar cinsinden alınan Uzak Doğu ülke grubu ile dış ticarete ait LnDTH ve LnITH serilerinin düzey seviyesindeki t-istatistiği prob. değerlerine bakıldığında serilerin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi 0.01 anlamlılık seviyesinde reddedilir ve serilerin düzeyde durağan olduklarına karar verilir. LnIHR serisi ise düzeyde durağan olmayıp serinin birinci farkı alındığında 0.01 anlamlılık seviyesinde durağan hale gelmiştir. Tablo 4'te euro cinsinden alınan Uzak Doğu ülke grubu ile dış ticarete ait LnDTH ve LnITH serilerinin düzey seviyesindeki t-istatistiği prob. değerlerine bakıldığında serilerin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi sırasıyla 0.05 ve 0.01 anlamlılık seviyesinde reddedilir ve serilerin düzeyde durağan olduklarına karar verilir. LnIHR serisinin ise t-istatistiği prob. değerine bakıldığında serinin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi reddedilemediğinden serinin düzeyde durağan olmadığına ve serinin birinci farkı alındığında 0.01 anlamlılık seviyesinde durağan hale geldiğine karar verilir.

Tablo 4. ADF Birim Kök Test Sonuçları (Uzak Doğu Ülke Grubu)

		Dolar	Euro
		Düzey	Düzey
Sabitli	LnDTH	-3.695 (0.004)*	-3.210 (0.020)**
	LnIHR	-2.195 (0.208)	-1.711 (0.424)
	LnITH	-4.309 (0.000)*	-3.517 (0.008)*
	LnREDK	-1.121 (0.707)	-1.121 (0.707)
Sabitli ve Trendli	LnDTH	-2.694 (0.240)	-2.158 (0.509)
	LnIHR	-2.020 (0.586)	-2.313 (0.424)
	LnITH	-2.842 (0.184)	-2.520 (0.318)
	LnREDK	-2.579 (0.290)	-2.579 (0.290)
		Birinci Farkı	Birinci Farkı
Sabitli	LnDTH	-24.52 (0.000)*	-15.27 (0.000)*
	LnIHR	-27.37 (0.000)*	-28.63 (0.000)*
	LnITH	-5.660 (0.000)*	-15.50 (0.000)*
	LnREDK	-10.16 (0.000)*	-10.16 (0.000)*
Sabitli ve Trendli	LnDTH	-25.11 (0.000)*	-15.74 (0.000)*
	LnIHR	-27.48 (0.000)*	-28.65 (0.000)*
	LnITH	-14.74 (0.000)*	-16.03 (0.000)*
	LnREDK	-10.47 (0.000)*	-10.47 (0.000)*

Tablo 5’te dolar cinsinden alınan Yakın ve Orta Doğu ülke grubu ile dış ticarete ait LnDTH ve LnIHR serilerinin düzey seviyesindeki t-istatistiği prob. değerlerine bakıldığında serilerin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi 0.10 anlamlılık seviyesinde reddedilir ve serilerin düzeyde durağan olduklarına karar verilir. LnITH serisinin ise düzey seviyesindeki t-istatistiği prob. değerine bakıldığında serinin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi reddedilemediğinden düzeyde durağan olmadığına ve serinin birinci farkı alındığında 0.01 anlamlılık seviyesinde durağan hale geldiğine karar verilir. Tablo 5’te euro cinsinden alınan Yakın ve Orta Doğu ile dış ticarete ait LnDTH, LnIHR ve LnITH serilerinin düzey seviyesindeki t-istatistiği prob. değerlerine bakıldığında serilerin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi reddedilemediğinden serilerinin düzeyde durağan olmadıklarına ve birinci farkları alındığında 0.01 anlamlılık seviyesinde durağan hale geldiklerine karar verilir.

LnREDK serisine birim kök testi uygulandığında düzey seviyesindeki t-istatistiği prob. değerine bakıldığında serinin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi reddedilemediğinden düzeyde durağan olmadığına ve serinin birinci farkı alındığında 0.01 anlamlılık seviyesinde durağan hale geldiğine karar verilir.

Tablo 5. ADF Birim Kök Test Sonuçları (Yakın ve Orta Doğu Ülke Grubu)

		Dolar	Euro
		Düzey	Düzey
Sabitli	LnDTH	-2.589 (0.097)***	-2.097 (0.246)
	LnIHR	-2.636 (0.087)***	-2.192 (0.210)
	LnITH	-2.339 (0.160)	-2.043 (0.268)
	LnREDK	-1.121 (0.707)	-1.121 (0.707)
Sabitli ve Trendli	LnDTH	-1.572 (0.800)	-1.637 (0.774)
	LnIHR	-1.733 (0.732)	-1.861 (0.670)
	LnITH	-2.125 (0.527)	-2.267 (0.449)
	LnREDK	-2.579 (0.290)	-2.579 (0.290)
		Birinci Farkı	Birinci Farkı
Sabitli	LnDTH	-19.66 (0.000)*	-20.11 (0.000)*
	LnIHR	-20.17 (0.000)*	-20.45 (0.000)*
	LnITH	-21.25 (0.000)*	-21.75 (0.000)*
	LnREDK	-10.16 (0.000)*	-10.16 (0.000)*
Sabitli ve Trendli	LnDTH	-19.93 (0.000)*	-20.25 (0.000)*
	LnIHR	-20.45 (0.000)*	-20.60 (0.000)*
	LnITH	-21.33 (0.000)*	-21.77 (0.000)*
	LnREDK	-10.47 (0.000)*	-10.47 (0.000)*

Sonuç olarak, modellerde kullanılan değişkenlerin birim kök testlerine bakıldığında serilerin I(0) ve I(1) olduğu tespit edilmiştir. Değişkenler farklı seviyelerden durağan olduğundan değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığı ARDL Sınır Testi ile analiz edilecektir. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi ise durağanlığı ve eşbütünleşme ilişkisini dikkate almayan Toda-Yamamoto Nedensellik Yöntemi ile test edilecektir.

3.2. ARDL Sınır Testi

En az iki seri arasındaki eşbütünleşme ilişkisi incelenirken, seriler seviyelerinde durağan değilse bu seriler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tespiti için genellikle Engle-Granger ve Johansen Testleri uygulanmaktadır. Bu testlerin uygulanabilmesi için serilerin aynı mertebeden durağan olması şartı vardır. Ancak bu şart, Pesaran ve Pesaran (1997) ve Pesaran vd. (2001) tarafından literatüre kazandırılan Sınır Testi yöntemi ile artık aranmayan bir durum olmuştur. Bu testin uygulanmasının iki avantajı vardır:

1-Modelde kullanılacak değişkenlerin seviyede veya birinci farkta durağan olup olmamasına bakılmaksızın Sınır Testi uygulanabilir. Bu sebepten değişkenlere birim kök testi uygulanmasına gerek görülmemektedir. Fakat Pesaran vd. (2001)'deki kritik değerler sadece seviye veya birinci farkta durağan seriler için tablolaştırıldığından, serilerin ikinci mertebeden durağan olma ihtimaline karşın birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir.

2-ARDL Sınır Testinde kısıtsız hata düzeltme modeli kullanıldığından, Engle-Granger yöntemine göre daha iyi istatistiksel özelliklere sahiptir. Ayrıca, Sınır Testi küçük örneklerde Johansen ve Engle-Granger yaklaşımlarına göre daha güvenilir sonuçlar vermektedir (Narayan, 2005: 429).

ARDL Sınır Testi üç aşamada gerçekleştirilir. Birinci aşamada değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı sınanır. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi mevcut ise ikinci ve üçüncü aşamalara geçilir. İkinci aşamada uzun dönem, üçüncü aşamada ise kısa dönem tahmin sonuçları elde edilir (Narayan ve Smyth, 2006: 337). Testin birinci aşamasında kullanılan kısıtsız hata düzeltme modelinin bu çalışmaya uyarlanmış şekli aşağıdaki gibidir.

$$\Delta \ln DTH_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \Delta \ln DTH_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} \Delta \ln REDK_{t-i} + \alpha_3 \ln DTH_{t-1} + \alpha_4 \ln REDK_{t-1} + \varepsilon_t \quad (8)$$

$$\Delta \ln IHR_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln IHR_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} \Delta \ln REDK_{t-i} + \beta_3 \ln IHR_{t-1} + \beta_4 \ln REDK_{t-1} + \varepsilon_t \quad (9)$$

$$\Delta \ln ITH_t = \theta_0 + \sum_{i=1}^m \theta_{1i} \Delta \ln ITH_{t-i} + \sum_{i=0}^n \theta_{2i} \Delta \ln REDK_{t-i} + \theta_3 \ln ITH_{t-1} + \theta_4 \ln REDK_{t-1} + \varepsilon_t \quad (10)$$

Yukarıdaki eşitliklerde α, β, θ sabit terimleri, Δ fark işlemcisini, ε_t hata terimini, m ve n ise sırasıyla bağımlı ve bağımsız değişken için uygun gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. Bahmani-Oskooee ve Goswami (2003), sınır testi için kullanılan F testinin gecikme uzunluğuna karşı duyarlı olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu sebeple eşbütünleşme ilişkisinin varlığını sınamak amacıyla öncelikle Model 8-10'da kullanılan farkı alınmış değişkenlerin gecikme uzunluğunu gösteren m ve n değerlerine karar vermek gerekmektedir. Bu amaçla literatürde Akaike (AIC) ve Schwarz (SIC) gibi bilgi kriterleri kullanılmaktadır.

Bilgi kriterleri kullanılarak uygun gecikme uzunlukları bulunduğundan sonra ilgili değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olmadığını gösteren temel hipotez Model 8-10'da yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin düzey değerlerinin bir dönem gecikmeli değerlerinin anlamlılığının sınanmasıyla test edilebilir. Burada test edilen temel hipotezin bu çalışmaya uyarlanmış hali aşağıdaki gibidir:

$$H_0: \alpha_3 = \alpha_4 = 0 \quad (\text{Uzun dönem ilişkisi yoktur})$$

$$H_0: \beta_3 = \beta_4 = 0 \quad (\text{Uzun dönem ilişkisi yoktur})$$

$$H_0: \theta_3 = \theta_4 = 0 \quad (\text{Uzun dönem ilişkisi yoktur})$$

Bu hipotezleri test etmek için hesaplanan F istatistik değerleri Pesaran, vd. (2001)'de farklı önem seviyeleri için asimptotik olarak türetilen kritik değerlerle karşılaştırılır. Örneğin; Model 8'de hesaplanan F istatistik değeri belirlenen alt ve üst sınırın dışında kalırsa değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığına dair yorum yapılabilir. Hesaplanan F istatistik değeri alt sınırdan küçükse değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur yorumu yapılırken, hesaplanan F istatistik değeri üst sınırdan büyükse eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını gösteren temel hipotez (H_0) reddedilir ve değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır yorumu yapılabilir. Eğer hesaplanan F istatistik değeri alt sınır ve üst sınır arasında kalırsa eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığına dair bir yorum yapılamaz (Yılancı ve Özcan, 2010: 21-33).

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olması durumunda ARDL Sınır Testinin ikinci aşamasında, değişkenler arasındaki uzun dönem ARDL modelleri aşağıdaki gibidir:

$$\ln DTH_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \ln DTH_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} \ln REDK_{t-i} + \varepsilon_t \quad (11)$$

$$LnIHR_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta LnIHR_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} \Delta LnREDK_{t-i} + \varepsilon_t \quad (12)$$

$$LnITH_t = \theta_0 + \sum_{i=1}^m \theta_{1i} \Delta LnITH_{t-i} + \sum_{i=0}^n \theta_{2i} \Delta LnREDK_{t-i} + \varepsilon_t \quad (13)$$

ARDL Sınır Testi yaklaşımının son aşamasında, kısa dönem tahmin sonuçlarını belirlemek için ARDL yaklaşımına dayanan hata düzeltme modeli kullanılmaktadır. Hata düzeltme modeli ile kısa dönemde seriler arasında oluşan dengesizliğin ne kadarının uzun dönemde düzeltileceği belirlenmeye çalışılır. Hata düzeltme modelinin kararlılığının sağlanması için hata düzeltme değişkeninin katsayısının işaretinin negatif ve anlamlı olması gerekmektedir (Çağlayan, 2006: 427). Kısa dönem ilişkisini gösteren ARDL modelleri aşağıdaki gibidir:

$$\Delta LnDTH_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \Delta LnDTH_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} \Delta LnREDK_{t-i} + \alpha_3 HDT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (14)$$

$$\Delta LnIHR_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta LnIHR_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} \Delta LnREDK_{t-i} + \beta_3 HDT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (15)$$

$$\Delta LnITH_t = \theta_0 + \sum_{i=1}^m \theta_{1i} \Delta LnITH_{t-i} + \sum_{i=0}^n \theta_{2i} \Delta LnREDK_{t-i} + \theta_3 HDT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (16)$$

Model 14-16'da HDT ile gösterilen değişken hata düzeltme terimidir. Bu terimin katsayısının 0 ile -1 arasında olması halinde uzun dönem denge değerine tekdüze bir şekilde yaklaşma söz konusudur. Katsayının -1 ile -2 değerleri arasında bulunması hata düzeltme sürecinin uzun dönem denge değerleri etrafında azalan dalgalanmalar göstererek dengeye ulaşıldığını gösterirken bu değer pozitif veya -2'den küçük olması ise dengeden uzaklaşıldığını göstermektedir (Alam ve Quazi, 2003: 97).

Tahmin edilen bütün ARDL sınır testlerinde maksimum gecikme uzunluğu 12 olarak seçilmiş ve uygun gecikme uzunluğunu seçmek amacıyla Schwarz Bilgi Kriterinden yararlanılmıştır. Bağımlı ve bağımsız değişkenin uygun gecikme uzunlukları bulunduğundan sonra ARDL modeli tahmin edilmiştir. Tahmin edilen ARDL modeline ait hesaplanan F istatistik değeri kritik tablo alt ve üst sınır değerleri ile karşılaştırılıp değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olup olmadığına karar verilmiştir. Dış ticaret değişkenleri ile REDK değişkeni arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı 0.10 önem düzeyinde değerlendirilmiştir. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını ifade eden hipotez H_0 hipotezidir. Dolar ya da euro cinsinden alınan toplam dış ticaret, AB ülke grubu ile dış ticaret, Uzak Doğu ülke grubu ile dış ticaret ve Yakın ve Orta Doğu ülke grubuyla dış ticarete ait verilerle REDK arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı araştırılmış ve bulunan sonuçlar yorumlanmıştır.

ARDL Sınır Testi sonuçlarından elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, oluşturulan 24 ekonometrik modelin 18'inde bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasında uzun dönemli ilişki bulunamamış, 6'sında ise değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiye rastlanmıştır. AB ülke grubu ve Yakın ve Orta Doğu ülke gruplarıyla yapılan ticarete ait değişkenler dolar veya euro cinsinden alındığında, reel efektif döviz kuru ile aralarında eşbütünleşme ilişkisi bulunamamıştır. Toplam dış ticarete ait değişkenler dolar cinsinden alındığında, toplam dış ticaret hacmi ve toplam ithalat değişkenleri ile reel efektif döviz kuru değişkeni arasında eşbütünleşme ilişkisine rastlanmış olmasına karşın toplam ihracat değişkeni ile reel efektif döviz kuru değişkeni arasında eşbütünleşme ilişkisine rastlanmamıştır. Toplam dış ticarete ait değişkenler euro cinsinden alındığında, reel efektif döviz kuru ile aralarında eşbütünleşme ilişkisi bulunamamıştır. Uzak Doğu ülke grubu ile yapılan ticarete ait değişkenler dolar veya euro cinsinden alındığında, dış ticaret hacmi ve ithalat değişkenleri ile reel efektif döviz kuru değişkeni arasında eşbütünleşme ilişkisine rastlanılmış olup, ihracat değişkeni ile reel efektif döviz kuru değişkeni arasında uzun dönemli ilişki bulunamamıştır. Eşbütünleşme ilişkisinin tespit edildiği 6 modelde, ARDL Sınır Testinin ikinci ve üçüncü aşamalarında uzun dönem ve kısa dönem katsayılarının pozitif ve istatistiki olarak anlamsız çıkması, reel efektif döviz kuru değişkeninin dış

ticaret hacmi ve ithalat değişkenleri üzerinde uzun veya kısa dönemde pozitif bir etkiye sahip olduğunu ancak bu etkinin anlamlı bir etki olmadığını göstermiştir. Eşbütünleşme ilişkilerinin bulunduğu testlerin üçüncü aşamalarında HDT'ye ait katsayıların negatif ve anlamlı çıkması ile değişkenler arasında kısa dönemde meydana gelen sapmaların uzun dönemde ne kadar sürede dengeye geleceği tespit edilmiştir.

Dolar ya da euro cinsinden alınan dış ticaret değişkenleri ile REDK değişkeni arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı ARDL Sınır Testi ile incelenmiş olup VAR modeline dayalı Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile değişkenler arasında nedensellik yönünden bir bağın olup olmadığı araştırılmıştır.

3.3. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Ekonometrik modellere alınan bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında nedensellik yönünden bir ilişkinin varlığının ve eğer varsa bu ilişkinin yönünün ne olduğunun belirlenmesinde nedensellik testlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Toda-Yamamoto Nedensellik Testi, farklı seviyelerde durağan olan seriler arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak için kullanılmaktadır. Bu nedensellik testini kullanmanın bir diğer avantajı ise, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılırken birim kök ve eşbütünleşme testlerinin uygulanmasına gerek duyulmamasıdır (Tapşın ve Karabulut, 2013: 190-205).

Granger Nedensellik Testi spesifik parametrelere sıfır kısıtlamalarını gerektirdiğinden test istatistiği Wald veya χ^2 testi uygulanarak elde edilebilmektedir. Ancak VAR modellerinin durağan olmayan değişkenler içermesi halinde F veya χ^2 dağılımları standart olmayan asimptotik özellikler içerebilmektedir. Toda ve Yamamoto (1995) VAR modellerinin tahmininde serilerin durağan olup olmadığına bakılmaksızın seviye değerlerinin kullanıldığı nedensellik analizi geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri bu analizde seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı göz ardı edilmiştir. Testin uygulanmasında öncelikle VAR modeli için uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Toda-Yamamoto testi için VAR ($p+d_{max}$) modeli tahmin edilir. p VAR modelinden elde edilen optimal gecikme uzunluğunu, d_{max} serilerin maksimum bütünleşme derecesini göstermektedir. Toda-Yamamoto testinde kullanılan VAR ($p+d_{max}$) modelinin bu çalışmaya uyarlanmış hali aşağıdadır:

Dış Ticaret Hacmi ile REDK arasındaki nedensellik ilişkisine ait modeller:

$$LnDTH_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \alpha_{1(i+d)} LnDTH_{t-(i+d)} + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \alpha_{2(i+d)} LnREDK_{t-(i+d)} + \varepsilon_{1t} \quad (17)$$

$$LnREDK_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \beta_{1(i+d)} LnDTH_{t-(i+d)} + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \beta_{2(i+d)} LnREDK_{t-(i+d)} + \varepsilon_{2t} \quad (18)$$

İhracat ile REDK arasındaki nedensellik ilişkisine ait modeller:

$$LnIHR_t = \theta_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \theta_{1(i+d)} LnIHR_{t-(i+d)} + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \theta_{2(i+d)} LnREDK_{t-(i+d)} + \varepsilon_{3t} \quad (19)$$

$$LnREDK_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \phi_{1(i+d)} LnIHR_{t-(i+d)} + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \phi_{2(i+d)} LnREDK_{t-(i+d)} + \varepsilon_{4t} \quad (20)$$

İthalat ile REDK arasındaki nedensellik ilişkisine ait modeller:

$$LnITH_t = \vartheta_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \vartheta_{1(i+d)} LnITH_{t-(i+d)} + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \vartheta_{2(i+d)} LnREDK_{t-(i+d)} + \varepsilon_{5t} \quad (21)$$

$$LnREDK_t = \Psi_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \Psi_{1(i+d)} LnITH_{t-(i+d)} + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \Psi_{2(i+d)} LnREDK_{t-(i+d)} + \varepsilon_{6t} \quad (22)$$

şeklinde tanımlanmaktadır.

Yukarıda tanımlanan 17 numaralı modelde nedensellik ilişkisi için temel hipotez, $H_0: \alpha_{2(i+d)}=0$ olarak belirtilir. REDK değişkeninin, Dış Ticaret Hacmi (DTH) değişkeninin Granger nedeni olmadığını, alternatif hipotez ise $H_1: \alpha_{2(i+d)} \neq 0$ olup, REDK'nin DTH'nin Granger nedeni olduğunu gösterir. Bu hipotezler p serbestlik dereceli χ^2 dağılıma uygunluk gösteren Wald testiyle sınanılır. Diğer modeller için de benzer analiz yapılır. Burada eklenen ilave terimler (d_{max}) sınırlamaya dahil edilmemektedir (Yılancı ve Özcan, 2010: 28).

Çalışmanın önceki bölümlerinde ADF birim kök testleri yapılmıştır. Modellerdeki değişkenlerin bütünleşme dereceleri I(0) ve I(1) olarak bulunmuştur. Yani maksimum bütünleşme derecesi (d_{max}) 1 olarak tespit edilmiştir. Toda-Yamamoto testinin bundan sonraki aşamasında VAR modelinin uygun gecikme uzunluğu (p) belirlenmelidir. Birim kök testlerinden elde edilen maksimum bütünleşme derecesine (d_{max}), VAR modelinden elde edilen uygun gecikme uzunluğunun (p) eklenmesiyle genişletilmiş VAR modeli ($p+d_{max}$) oluşturulacaktır. Sonrasında bu modeldeki p gecikmeli değerlere Wald istatistiğinin uygulanması ile nedensellik ilişkisinin olup olmadığı test edilecektir (Gazel, 2017: 287-299).

VAR modeli için uygun gecikme uzunlukları (p), Benzerlik Oranı (Likelihood Ratio, LR), Son Kestirim Hatası (Final Prediction Error, FPE), Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criterion, AIC), Schwarz Bilgi Kriteri (Schwarz Information Criterion, SIC) ve Hannan-Quinn (HQ) bilgi kriteri yardımıyla bulunmuştur. Dış ticaret değişkenleri ile REDK değişkeni arasında nedensellik ilişkisinin varlığı 0.10 önem düzeyinde değerlendirilmiştir. Değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade eden hipotez H_0 hipotezidir. Dolar ya da euro cinsinden alınan toplam dış ticaret, AB ülke grubu ile dış ticaret, Uzak Doğu ülke grubu ile dış ticaret ve Yakın ve Orta Doğu ülke grubuyla dış ticarete ait değişkenler ile REDK değişkeni arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığı test edilmiş ve bulunan sonuçlar yorumlanmıştır.

Toda-Yamamoto Nedensellik Testi sonuçlarına bakıldığında, dolar veya euro cinsinden alınan Yakın ve Orta Doğu ülke grubu ile yapılan ticarete ait değişkenlerle reel efektif döviz kuru değişkeni arasında nedensellik yönünden bir ilişkiye rastlanmamıştır. Toplam dış ticaret, AB ülke grubu ile ticaret ve Uzak Doğu ülke grubu ile ticarete ait dış ticaret hacmi ve ithalat değişkenleri dolar veya euro cinsinden alındığında, reel efektif döviz kuru ile aralarında tek yönlü veya çift yönlü nedensellik ilişkisine rastlanmıştır. Değişkenler arasındaki tek yönlü nedensellik ilişkisi genellikle reel efektif döviz kurundan dış ticaret hacmi ve ithalat değişkenlerine doğrudur. Yani bu durum reel efektif döviz kurundaki değişimlerin dış ticaret hacmi ve ithalat değişkenlerinin geçmiş dönemlerdeki değerleri üzerinde etkisinin olduğunu ve halihazırda etkisinin sürdüğünü göstermektedir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Dünya nüfusunun artması ve insanların ihtiyaçlarında oluşan çeşitlilik, ekonomide ülke sınırlarının kalkmasına ve ülkelerin birbirleriyle ticari faaliyetlerde bulunmasına neden olmuştur. Kimi zaman mal kimi zaman ise hizmet alımı ve satımı, ülkeler arasındaki ekonomik ilişkilerin gelişmesine ve dünyada yeni pazarların oluşmasına zemin hazırlamıştır. Dünyadaki bu ekonomik faaliyetleri etkileyen birçok faktör vardır. Döviz kurları da bunlardan biridir. Kurlarda oluşan dalgalanma, ülkelerin ticari faaliyetlerinin artmasında veya azalmasında önemli bir etken durumundadır.

Türkiye'nin toplam dış ticaretinin yanı sıra 2017 dış ticaret istatistiklerine göre dış ticaret yoğunluğunun en fazla olduğu ülke grupları ile de ticaretinin reel efektif döviz kuru ile ilişkisi 2003:1-2018:6 dönemi için aylık veriler kullanılarak incelenmiştir. Dış ticaret değişkenleri olarak dış ticaret hacmi, ihracat ve ithalat değişkenleri kullanılmıştır. Türkiye'nin dış ülkelerle sürdürdüğü ticari faaliyetler genelde dolar

veya euro üzerinden yapılmaktadır. Örneğin; Türkiye'nin AB ile dış ticaretinde genelde euro kullanılmasına karşın Uzak Doğu ve Yakın ve Orta Doğu ülkeleriyle yapılan ticari faaliyetler genelde dolar üzerinden yürütülmektedir. Türkiye'nin farklı ülke ve ülke grupları ile yaptığı dış ticaret göz önünde bulundurulduğunda, çalışmada kullanılan dış ticaret verileri dolar ve euro cinsinden ayrı ayrı alınıp buna göre analizler yapılmıştır. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki ve nedensellik ilişkilerine bakılmadan önce serilerin durağanlığı ADF Birim Kök Testi ile tespit edilmiştir. Birim kök testi sonuçlarına göre seriler düzeyde ve birinci farkta durağan çıkmıştır. Seriler aynı mertebeden durağan olmadığı için geleneksel eşbütünleşme testleri olan Engle-Granger ve Johansen yöntemleri uygulanamamıştır. Serilerin durağanlık mertebelerini gözardı eden ARDL Sınır Testi yaklaşımı ile değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi incelenmiştir. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini tespit etmek için serilerin durağan olup olmadıklarını ve aralarında eşbütünleşme ilişkisinin var olup olmadığını göz ardı eden Toda-Yamamoto Nedensellik Testi kullanılmıştır.

Dış ticaret değişkenleri ile reel efektif döviz kuru değişkeni arasında uzun dönemli ilişki ve nedensellik ilişkisinin varlığı dış ticaret değişkeninin türüne (dış ticaret hacmi, ihracat, ithalat), değişkenlerin dolar veya euro cinsinden alınmasına ve ait olduğu ülke grubuna göre farklılık göstermektedir. Eşbütünleşme ve nedensellik testlerinde bulunan anlamlı ilişkiler genellikle reel efektif döviz kuru ile dış ticaret hacmi ve ithalat değişkenleri arasında olup, reel efektif döviz kuru ile ihracat değişkeni arasında ise yapılan tüm testlerde anlamsız ilişkiler bulunmuştur. Bu durum iktisadi olarak değerlendirildiğinde, reel efektif döviz kuru arttığında TL değer kazanacağından, yurt dışındaki mallar yurt içindeki mallara kıyasla ucuzlar- ithalat artar, ihracat azalır. Reel efektif döviz kurunun düşmesi durumunda ise TL değer kaybedeceğinden, yurt dışındaki mallar yurt içindeki mallara kıyasla pahalılaşır- ithalat azalır, ihracat artar. Yani reel efektif döviz kuru ile dış ticaret hacmi ve ithalat değişkenleri arasında doğru orantılı bir ilişki, ihracat değişkeni ile arasında ise ters orantılı bir ilişki söz konusudur. Oluşturulan ekonometrik modellerden ortaya çıkan tahmin sonuçlarına göre, istatistiki yorumlarla iktisadi yorumlar önemli oranda benzerlik göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Aktaş, C. (2010). Türkiye’de Reel Döviz Kuru İle İhracat ve İthalat Arasındaki İlişkinin VAR Tekniğiyle Analizi. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(11), 123-140.
- Alam, I. ve R. Quazi (2003). Determinants of Capital Flight: an Econometric Case Study of Bangladesh. *International Review of Applied Economics*, 17 (1), 97.
- Altın, H. ve Süslü, C. (2017). Türkiye İçin Döviz Kuru, İhracat ve İthalat Arasındaki Nedensellik İlişkisinin İncelenmesi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(2), 105-112.
- Ay, A., Üçler, G. ve Koçak, İ. (2009). Reel Döviz Kuru Dalgalanmalarının Dış Ticaret Üzerine Etkisinin Sınır Testi Yaklaşımı İle Analizi: Türkiye Örneği. *Selçuk Üniversitesi İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 51-67.
- Bahmani-Oskooee, M. ve Goswami, G. G. (2003). A Disaggregated Approach To Test The J-Curve Phenomenon: Japan Versus Her Major Trading Partners. *Journal of Economics and Finance*, 27 (1), 102-113.
- Çağlayan, E. (2006). Enflasyon, Faiz Oranı ve Büyümenin Yurtiçi Tasarruflar Üzerindeki Etkileri. *Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21(1), 427.
- Değer, O. ve Demir, M. (2015). Reel Efektif Döviz Kuru ve Dış Ticaret Hacmi Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 52(604), 7-21.
- Dickey, David, A. ve Fuller, Wayne, A. (1981). Likelihood Ratio. *Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root*, *Econometrica*, 49, 1057-1072.
- Gazel, S. (2017). BİST Sınai Endeksi ile Çeşitli Metaller Arasındaki İlişki: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 52, 287-299.
- Gül, E. ve Ekinci, A. (2006). Türkiye’de Reel Döviz Kuru İle İhracat ve İthalat Arasındaki Nedensellik İlişkisi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16, 165-190.
- Karaçor, Z. ve Gerçekler, M. (2012). Reel Döviz Kuru ve Dış Ticaret İlişkisi: Türkiye Örneği. *SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 289-312.

- Karagöz, M. ve Doğan, Ç. (2005). Döviz Kuru Dış Ticaret İlişkisi: Türkiye Örneği. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(2), 219-228.
- Kutlar, A. (2000). *Ekonometrik Zaman Serileri Teori ve Uygulama*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Narayan, P. K. ve Smyth, R. (2006). What Determines Migration Flows From Low-Income to High-Income Countries? An Empirical Investigation of Fiji-U.S. Migration 1972-2001. *Contemporary Economic Policy*, 24(2), 332-342.
- Narayan, P. K. (2005). The Saving And Investment Nexus For China: Evidence From Cointegration Tests. *Applied Economics*, 37 (17), 1979-1990.
- Pesaran, M. Hashem, Shin, Y. ve Smith, R. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289-326.
- Tapşın, G. ve Karabulut, A.T. (2013). Reel Döviz Kuru, İthalat ve İhracat Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 26, 190-205.
- Tarı, R. (2018). *Ekonometri*. Genişletilmiş 13. Baskı, Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- TCMB. Elektronik Veri Dağıtım Sistemi. Reel Efektif Döviz Kuru. <https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?evds/serieMarket> adresinden 12.12.2018 tarihinde alınmıştır.
- Toda, Hiro Y. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250.
- TÜİK. Dış Ticaret İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/menu.zul> adresinden 10.12.2019 tarihinde alınmıştır.
- TÜİK. Satınalma Gücü Paritesi. Sorularla Resmi İstatistikler Dizisi-4, ss.2. http://www.tuik.gov.tr/IcerikGetir.do?istab_id=146 adresinden 12.01.2019 tarihinde alınmıştır.
- Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. www.tcmb.gov.tr adresinden 01.05.2019 tarihinde alınmıştır.
- Yamak, R. ve Korkmaz, A. (2005). Reel Döviz Kuru ve Dış Ticaret Dengesi İlişkisi. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 2, 11-29.
- Yaman, D. (2012). Döviz Kuru Oynaklığının Dış Ticaret Üzerine Etkileri: Teori ve Uygulama. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yılancı, V. ve Özcan, B. (2010). Yapısal Kırımlar Altında Türkiye için Savunma Harcamaları ile GSMH Arasındaki İlişkinin Analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 11(1), 21-33.
- Yıldız, H. (2014). Reel Döviz Kuru-Dış Ticaret İlişkisi: Türkiye İmalat Sanayisi Sektörleri Üzerine Bir İnceleme. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Enflasyon ve Faiz Oranı Arasındaki İlişki: Türkiye Uygulaması

Hilmi ZENGİN

Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Trabzon, Türkiye, zengin@ktu.edu.tr

Ayçanur GÖK

Karadeniz Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Trabzon, Türkiye, aycanur.gok@gmail.com

ÖZ

Ekonomi politikalarının en önemli araçlarından olan faiz ve enflasyon arasındaki ilişkinin ampirik olarak incelenmesi ilk olarak Irving Fisher (1930) tarafından gerçekleştirilmiş ve literatürde “Fisher Hipotezi” olarak adlandırılmıştır. Fisher hipotezine göre, uzun dönemde enflasyon oranında meydana gelen değişim nominal faiz oranını etkilemektedir. Ekonometrik açıdan ele alındığında bu hipotez, enflasyon-faiz ikilisi arasında uzun dönem ilişkinin varlığını ifade etmektedir. Bu çalışmada, enflasyon ve faiz oranı arasındaki ilişki, 2009:1-2017:10 dönemi aylık veri seti, Johansen eşbütünleşme ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri yardımıyla Türkiye için incelenmiştir. Çalışmada kullanılan enflasyon ve faiz oranı değişkenleri Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası’ndan temin edilmiş olup mevsimsel etkilerinden arındırılmıştır. Analizde öncelikle değişkenlerin durağanlığı Geliştirilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri yardımıyla sınanmıştır. Johansen eşbütünleşme testinden elde edilen sonuçlar yardımıyla, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin geçerli olmadığı; Toda-Yamamoto nedensellik testi sonucunda ise, enflasyon oranından faiz oranına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular Fisher hipotezinin ifade ettiği gibi, enflasyon ve faiz oranının uzun dönemli bir ilişkiye sahip olmadığını göstermektedir, bu durumda Türkiye için Fisher (1930) çalışmasında ifade ettiği etki geçerli değildir. Ancak Toda-Yamamoto nedensellik testi değişkenlerin kısa dönemde ilişkili olduğunu ifade etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enflasyon, Faiz Oranı, Eşbütünleşme Testi, Toda Yamamoto Nedensellik Testi

JEL Kodları: E31, E43, C32

The Relationship Between Inflation and Interest Rate: Turkey Application

ABSTRACT

The empirical examination of the relationship between interest and inflation, one of the most important instruments of economic policies, was first carried out by Irving Fisher (1930) and is called ‘Fisher Hypothesis’ in the literature. According to Fisher hypothesis, the change in inflation rate effects the nominal interest rate in the long-run. This hypothesis, when viewed from an econometric perspective, implies the existence of a long-term relationship between the inflation and interest rate. In this study was examined the relationship between inflation and interest rate, 2009:1-2017:10 monthly data set with Johansen cointegration and Toda-Yamamoto causality tests for Turkey. Inflation and interest rate variables used in the study are obtained from Central Bank of Turkey Republic and are removed from seasonal effects. In the analysis, primarily the stability of the variables was tested with the aid of the Augmented Dickey-Fuller and Phillips-Perron unit root tests. According to Johansen cointegration test, there is no the cointegration relationship between variables; as a result of the Toda-Yamamoto causality test, there is a one-way causality relationship from the inflation rate to interest rate. The findings, as implied by the Fisher hypothesis, there is no the relationship between inflation and interest rates in long term for Turkey. But the Toda-Yamamoto causality test implies that the variables are related in the short-run.

Keywords: Inflation, Interest Rate, Cointegration Test, Toda Yamamoto Causality Test

JEL Codes: E31, E43, C32

1. GİRİŞ

Faiz kavramı, paranın kiralanması karşılığında ödenen bedel şeklinde tanımlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle faiz, ekonomide tasarruf yapan bireylerin, yatırım yapmak isteyip de gerekli sermayesi olmayan girişimcilere tasarruflarını ödünç vermeleri karşılığında aldıkları bedeldir. Bu anlamda yapılan tasarruf genellikle para olmakta ve dolayısıyla faiz de “para halindeki sermayenin” kirası anlamına gelmektedir (Dinler, 2008).

Ekonomide çok önemli bir işleve sahip olan faiz oranı ise, bireylerin hem tasarruf hem de yatırım kararlarını etkiler. Yatırım projelerinin karlılık düzeylerine göre sıralanması ve hayata geçirilme süreci faiz oranları tarafından belirlenir. Bu anlamda faiz oranları, bireylerin yatırım ve tüketim kararlarını etkileyen önemli bir ekonomik değişkendir (Parasız, 2009).

Hem gelişmiş hem de az gelişmiş bütün ülkelerde yaşanan en önemli istikrarsızlıklardan bir tanesi de enflasyondur. Ekonomide sürekli artan bir fiyatlar genel seviyesinin oluşması bir yandan ekonomik birimlerin karar vermede zorluk yaşayacağı bir ortam hazırlarken diğer taraftan belirsizliğin artmasına sebep olmaktadır. Enflasyon, bütün ülkelerde aynı sebepten kaynaklanmaz ve aynı oranda ortaya çıkmaz (Çelik, 2013). İktisat literatüründe pek çok tanımı yapılan enflasyon, fiyatlar genel seviyesinin sürekli olarak artması şeklinde tanımlanabilir. Diğer taraftan paranın satın alma gücünde meydana gelen azalma olarak da ifade edilmektedir. Aynı zamanda enflasyon, iktisadi birimlerin gelir düzeylerini koruyabilmek için daha fazla parasal gelir talep etmeleri ya da reel gelirlerini yükseltmek için çalışmalarını durumudur (Sönmez, 2007).

Enflasyon ve faiz oranı kavramlarını ve bu değişkenlerin birbirleri ile olan ilişkilerini gösteren Fisher Hipotezi hakkında günümüze kadar pek çok görüş öne sürülmüş; bu alanda literatüre büyük katkı sağlayacak çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, 2009-2017 dönemine ilişkin aylık verileri kullanarak zaman serileri analizi ile Türkiye’de enflasyon ve faiz oranı arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Giriş bölümünün ardından ikinci bölümde literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde veri seti ve ekonometrik metodoloji, dördüncü bölümde ampirik bulgular ve son bölümde de sonuç bölümü yer almaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Nominal faiz oranları ile enflasyon oranları arasındaki ilişkiyi ele alan Fisher Hipotezi, herhangi bir dönemdeki nominal faiz oranlarının yine aynı dönemdeki reel faiz oranları ile beklenen enflasyon oranı toplamına eşit olduğunu ileri sürmektedir. Enflasyon ve faiz değişkenleri arasındaki ilişkinin ampirik olarak incelenmesi ilk olarak Irwing Fisher (1930) tarafından gerçekleştirilmiş ve literatürde “Fisher Hipotezi” olarak adlandırılmıştır. Fisher hipotezine göre; uzun dönemde nominal faiz oranları enflasyon oranında meydana gelen bir artışla (azalışla) bire bir artmakta (azalmakta) fakat reel faiz oranları enflasyon oranında meydana gelen bu artıştan (azalıştan) etkilenmemektedir. Özetle, nominal faiz oranları ile beklenen enflasyon reel faiz oranlarını etkilemeden birlikte hareket etmektedir.

Ekonometrik açıdan Fisher’in ileri sürdüğü bu hipotezin var olup olmadığı ise söz konusu değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı araştırılarak ortaya konulabilir. Bu amaçla birçok ülke için enflasyon ve faiz oranı arasındaki geçerliliği değişik yöntemler ve farklı zaman dilimleri kullanılarak test edilmiştir. Tablo 1 ve Tablo 2’de verilen literatür özetlerinden de açıkça görüleceği üzere çeşitli ülkeler ve Türkiye için yapılan analizlerde enflasyon ve faiz değişkenleri arasındaki ilişki incelenmiştir.

Tablo 1. Faiz Oranı ve Enflasyon İlişkisi Üzerine Literatür Özeti (Yabancı Ülkeler)

YAZAR(LAR)	ÜLKE(LER)	DÖNEM	YÖNTEM	BULGULAR
Atkins (1989)	ABD ve Avusturalya	1953-1971 ^Q	E-G Eşbütünleşme-Granger Nedensellik	$EO \leftrightarrow FO$ $EO \rightarrow FO$
Mishkin (1991)	ABD	1964-1986 ^M	E-G Eşbütünleşme	$EO \leftrightarrow FO^{LR}$ $EO \neq FO^{SR}$
Berument ve Jelassi (2002)	26 ülke	1966-1998 ^M	Panel Eşbütünleşme	$EO \leftrightarrow FO$
Wong ve Wu (2003)	G7 ve 8 Asya Ülkeleri	1958-1999 ^M	Araç Değişkenli Regresyon Yöntemi	$EO \leftrightarrow FO$ $EO \neq FO$
Clemente vd. (2004)	G7 Ülkeleri	1960-2001 ^Q	Bai Perron Panel Eşbütünleşme	$EO \leftrightarrow FO$
Panopoulou (2005)	14 OECD Ülkeleri	1960-2004 ^Q	Panel Eşbütünleşme	$EO \leftrightarrow FO$
Westerlund (2008)	20 OECD Ülkeleri	1980-2004 ^Q	Panel Eşbütünleşme	$EO \leftrightarrow FO$
Obi vd. (2009)	Nijerya	1970-2007	E-G Eşbütünleşme	$EO \leftrightarrow FO$
Osterholm (2009)	Norveç	1850-2004	J-J Eşbütünleşme	$EO \neq FO$
Jareno ve Tolentino (2012)	İspanya	1993-2004 ^M	Box Jenkins Yöntemi	$EO \leftrightarrow FO$
Alimi ve Ofonyelu (2013)	Nijerya	1970-2011	J-J Eşbütünleşme - Toda Yamamoto Nedensellik	$EO \leftrightarrow FO$ $EO \rightarrow FO$

Not: E-G, J-J, EO ve FO sırasıyla, Engle Granger, Johansen Juselius, Enflasyon Oranı ve Faiz Oranını ifade etmektedir. Üst indislerden Q ve M sırasıyla çeyreklik ve aylık veri setini göstermektedir.

Tablo 2. Faiz Oranı ve Enflasyon İlişkisi Üzerine Literatür Özeti (Türkiye)

YAZAR(LAR)	DÖNEM	YÖNTEM	SONUÇ
Çakmak vd. (2002)	1989-2001 ^M	VAR Analizi	EO≠FO
Turgutlu (2004)	1978-2003 ^Q	Parçalı Eşbütünleşme- EG Eşbütünleşme	EO↔FO ^(PE) EO≠FO ^(E-G) (TÜFE) EO↔FO ^(PE) EO↔FO ^(E-G) (ÜFE)
Şimşek ve Kadılar (2006)	1987-2004 ^Q	ARDL Sınır Testi	EO↔FO
Yılancı (2009)	1989-2008 ^Q	E-G Eşbütünleşme	EO≠FO
Bayat (2012)	2002-2015 ^M	Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme	EO≠FO
Mercan (2013)	1992-2013 ^M	Sınır Testi -Granger Nedensellik	EO↔FO EO→FO
Hacıoğlu ve Yerlikaya (2014)	1988-2013 ^M	J-J Eşbütünleşme-Granger Nedensellik	EO↔FO EO↔FO
Kanca vd. (2015)	1980-2013	J-J Eşbütünleşme-Granger Nedensellik	EO↔FO EO→FO
Atgür ve Altay (2015)	2004-2013 ^M	L-S Eşbütünleşme - J-J Eşbütünleşme	EO↔FO
Köksel ve Destek (2015)	2002-2014 ^M	Maki Eşbütünleşme - Granger Nedensellik	EO↔FO EO→FO
Akıncı ve Yılmaz (2016)	1980-2012	J-J Eşbütünleşme	EO↔FO
Doğan vd. (2016)	2003-2015 ^Q	J-J Eşbütünleşme-Granger Nedensellik	EO≠FO EO→FO
Öruç (2016)	1988-2014 ^Q	E-G Eşbütünleşme - J-J Eşbütünleşme	EO↔FO
Bolatoğlu (2017)	1990-2015 ^M	E-G Eşbütünleşme - J-J Eşbütünleşme	EO↔FO
Çinko (2017)	2003-2017 ^M	Sınır Testi	EO↔FO

Not: E-G, J-J, EO ve FO sırasıyla, Engle Granger, Johansen Juselius, Enflasyon Oranı ve Faiz Oranını ifade etmektedir. Üst indislerden Q ve M sırasıyla çeyreklik ve aylık veri setini göstermektedir.

3. VERİ SETİ VE EKONOMETRİK METODOLOJİ

Türkiye’de enflasyon ve faiz oranı arasındaki ilişki 2009-2017 dönemi aylık Üretici Fiyat Endeksi (ÜFE) ve Faiz Oranı verileri kullanılarak ele alınmıştır. Veri seti, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) Elektronik Veri Dağıtım Sistemi’nden temin edilmiştir. Faiz oranı değişkeni için bankalarca açılan mevduatlara uygulanan ağırlıklı ortalama faiz oranı (bir aya kadar vadeli) ve enflasyon değişkeni için ise ÜFE verileri kullanılmıştır. Değişkenler logaritmaları alındıktan sonra mevsimsel etkilerden arındırılıp analize dahil edilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında, serilerin durağanlık seviyelerinin belirlenmesi amacıyla ADF ve PP birim kök testi uygulanmıştır. İkinci aşamada, seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı, Johansen eşbütünleşme testiyle analiz edilmiş ve son olarak seriler arasındaki nedensellik ilişkileri sınanmış, bunun için de Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılmıştır.

Augmented Dickey-Fuller birim kök testi hata teriminde otokorelasyon sorununu dikkate alır ve otokorelasyonsuz değer elde edilinceye kadar bağımlı değişkene ait gecikmeli değerleri bağımsız değişken olarak modele dahil edilmektedir. Hata terimleri arasındaki otokorelasyon sorunun ortadan kalktığı gecikme optimal gecikme uzunluğu olarak belirlenir (Küçükaksoy, 2015).

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \theta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta y_{t-i} + u_i \quad (1)$$

ADF testi, (1) numaralı denklemdeki θ katsayısının istatistiki olarak sıfıra eşit olup olmadığını test etmektedir. Bu testten elde edilen t istatistiği MacKinnon kritik değerleri ile karşılaştırılır. Eğer t istatistiği MacKinnon kritik değerinden mutlak değerce büyükse incelenen zaman serisi durağan, tersi durumda ise durağan değildir ve durağan hale gelinceye kadar da farkının alınması gerekmektedir (Karaca, 2003). Phillips-Perron (1988), Dickey-Fuller testinde serilerin trend etkisini ve ortaya çıkabilecek standart hatasının farklı olmasına dayalı etkilerin yokluğunu eleştirmiş ve kendi adlarıyla bilinen birim kök testini geliştirmişlerdir.

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 + \theta y_{t-1} + u_i \quad (2)$$

PP testi, DF ve ADF testlerinin hata terimine ilişkin varsayımları, esnektir. ADF testi hata terimlerinin bağımsız ve homojen olduğunu kabul etmekte, PP testinde ise hata terimleri arasında zayıf bağımlılığa ve homojenliğe izin verilmektedir (Tarı, 2011). Johansen (1988, 1991, 1995) ve Johansen-Juselius (1990) eşbütünleşme testi, aşağıda verilen (3) numaralı regresyon modeli dikkate alınarak yapılmaktadır:

$$\Delta Y_t = \beta(\alpha' Y_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_{1t}) - \delta_0 - \delta_{1t} + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (3)$$

Denklem (3)'te yer alan Y_t , t dönemine ait gözlenen değişkenlerin $p \times 1$ vektörünü; β terimi, $p \times r$ katsayılar matrisini; α , r eşbütünleşik vektörlerini ifade eden $p \times r$ katsayılar matrisini; α_0 , eşbütünleşik vektörler için kesikli $r \times 1$ vektörünü; α_{1t} , eşbütünleşik vektörlerde lineer deterministik trendlerine olanak tanıyan $r \times 1$ katsayılar vektörünü; δ_0 , denklemdeki $p \times 1$ kesikli vektörünü; δ_{1t} , $p \times 1$ lineer trend katsayılar vektörünü ve γ_i , $i=1 \dots k$ 'ya kadar olan ve gecikme uzunluğunu tanımlayan $p \times p$ matrislerini ifade etmektedir.

Değişkenler arasındaki ilişkinin yönünün belirlenebilmesi için kullanılan yöntemler incelendiği zaman seviyesinde durağan değişkenler için Granger (1969) tarafından ileri sürülen VAR modelinin uygulandığı görülmektedir. Seviyesinde durağan olmayıp da aynı derecede durağanlaşan değişkenler içinde Engle ve Granger (1987) tarafından ileri sürülen Vektör Hata Düzeltme Modeli kullanılmaktadır.

Toda ve Yamamoto (1995) tarafından geliştirilen değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin araştırıldığı gecikmesi arttırılmış VAR modelinde ise ele alınan değişkenlerin seviyesinde durağan olmaması sorun olarak görülmemektedir. Bu modelde yöntemin uygulanması için gerekli olan değişkenlerin maksimum entegre seviyesinin ($d_{\max}$) gecikme uzunluğu k 'dan küçük olmasıdır. Toda-Yamamoto yönteminde değişkenlerin seviyesinde durağan olup olmadıklarına bakılmadan, seviyesindeki değişkenler ile maksimum entegre derecesi kadar fazladan gecikme eklenir ve $(k+(d_{\max}))$. dereceden VAR modeli tahmin edilip modifiye edilmiş WALD testi (MWALD) uygulanır (Soyyigit, 2011).

4. AMPRİK BULGULAR

Değişkenler arasındaki uzun dönem ve nedensellik ilişkisi incelemeye önce serilerin durağanlık derecelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü durağan olmayan zaman serileriyle yapılan çalışmalarda sahte regresyonlar ortaya çıkabilmekte ve modelde yer alan değişkenler arasında var olmayan bir ilişkinin elde edilmesine neden olabilmektedir. Bu amaçla, çalışmada kullanılan değişkenlerin durağan olup olmadıklarını belirleyebilmek için logaritması alınan ve mevsimsellikten arındırılan serilere Genişletilmiş Dickey-Fuller ve Phillips ve Perron birim kök testleri uygulanmış ve sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	ADF Birim Kök Testi		PP Birim Kök Testi	
	Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli
FO	-2.552832 (1)	-3.244268 (1)	-2.992282	-3.695340
Δ FO	-5.574220 (0)***	-5.706416 (0)***	-5.190521***	-5.181757***
EO	0.140635 (1)	-2.321261 (1)	0.411010	-1.935196
Δ EO	-7.126748 (0)***	-7.110833 (0)***	-6.998330***	-6.978669***

Not: Δ ifadesi değişkenlerin birinci farklarını gösterir. ADF testinde parantez içindeki değerler Schwarz Bilgi Kriterine göre seçilen gecikme uzunluklarıdır ve maksimum gecikme uzunluğu 12 olarak alınmıştır. ***, ** ve * işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

ADF ve PP birim kök testi sonucuna göre tüm seriler birinci farkında durağan olduğu için, böyle seriler birinci dereceden entegre seriler olarak adlandırılır. Serilerin uzun dönemde ilişkili olup olmadıklarını belirlemek için seriler eşbütünleşme testine tabi tutulur. Tablo 4'te, Johansen-Juselius Eşbütünleşme Test sonuçları verilmiştir. Tablo 4'te verilen test sonuçları incelendiğinde hem iz testi hem de maksimum özdeğer testi için "sıfır eşbütünleşme vardır" boş hipotezi %5 ve %1 anlamlılık düzeylerinde kabul edilmektedir. Sonuç olarak seriler arasında uzun dönem ilişki yani eşbütünleşme yoktur.

Tablo 4. Johansen-Juselius Eşbütünleşme Test Sonuçları

	$r = 0$	$r \leq 1$
İz Testi	10.81925	0.015671
Maksimum Özdeğer Testi	10.80358	0.01671

Not: İz testinde $r=0$ boş hipotezi için %5 ve %1 anlamlılık düzeylerindeki kritik değerler, sırasıyla 15.49471 ve 19.93711'dir. Maksimum Özdeğer Testinde $r=0$ boş hipotezi için %5 ve %1 anlamlılık düzeylerindeki kritik değerler sırasıyla, 14.26460 ve 18.52001'dir.

Faiz oranlarında meydana gelen bir değişim mi enflasyon oranlarını etkiler yoksa enflasyon oranlarında meydana gelen bir değişim mi faiz oranlarını etkiler? Enflasyon ve faiz oranı değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkilerinin belirlenebilmesi amacıyla bu çalışmada Toda ve Yamamoto nedensellik analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Toda ve Yamamoto Nedensellik Test Sonuçları

Modeller	F istatistik	Olasılık değeri
EO→FO	5.284130***	0.0020
FO→EO	1.357661	0.2604

Not: Tabloda yer alan *, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeyinde anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 5, enflasyon değişkeni ile faiz oranı değişkeni arasındaki nedensellik sınaması sonuçlarını göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre enflasyon değişkeninden faiz oranı değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Yani enflasyon değişkeninde meydana gelen bir değişim faiz değişkenini değiştirmekte iken, faiz değişkeni enflasyonu etkilememektedir. Ekte yer alan diagnostik test sonuçlarına göre model de bir sorun tespit edilmemiştir.

5. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada 2009: 01-2017: 10 dönemleri arası aylık veriler kullanılarak enflasyon ile faiz oranları arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Enflasyon oranları için ÜFE; faiz oranları için ise bankalarca açılan mevduatlara uygulanan ağırlıklı ortalama faiz oranlarından bir aya kadar vadeli faiz oranı verileri kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkileri araştırmak amacıyla da Johansen-Juselius Eşbütünleşme Testi ve Toda-Yamamoto Nedensellik Testi kullanılmıştır.

Johansen-Juselius eşbütünleşme testi ile enflasyon ve faiz oranı değişkenleri arasındaki uzun dönemli ilişki araştırılmış ve sonuç olarak da değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi bulunamamıştır.

Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi ise Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile sınanmış ve enflasyon değişkeninden faiz oranı değişkenine doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Elde edilen bu sonuca göre enflasyon değişkeni faiz oranlarının nedenini oluşturmaktadır. Böylelikle Türkiye için uygulanan enflasyon ve faiz geçişkenliğine yönelik politikaların kısa dönem için etkin olabileceği uzun dönemde ise geçersiz olacağı söylenebilir. Elde edilen sonuçlarda enflasyondan faiz oranına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin çıkması Fisher Hipotezi'nin öngördüğü gibi herhangi bir dönemde enflasyonda meydana gelen bir değişimin reel faiz oranını etkilemeksizin nominal faiz oranında aynı değişimi meydana getireceği tezini destekler niteliktedir.

KAYNAKÇA

- Akıncı, M. ve Yılmaz, Ö. (2016). Enflasyon-Faiz Oranı Takası: Fisher Hipotezi Bağlamında Türkiye Ekonomisi İçin Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi. *Sosyoekonomi*, 24(27), 33-55.
- Alimi, S. R. and Ofonyelu, C. C. (2013). Toda-Yamamoto Causality Test Between Money Market Interest Rate and Expected Inflation: The Fisher Hypothesis Revisited. *European Scientific Journal*, 9(7), 125-142.
- Atgür, M. ve Altay, O. N. (2015). Enflasyon ve Nominal Faiz Oranı İlişkisi: Türkiye Örneği (2004-2013). *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2), 521-533.
- Atkins, F. J. (1989). Co-integration, Error Correction and the Fisher Effect. *Applied Economics*, 21(12), 1611-1620.
- Bayat, T. (2012). Türkiye'de Fisher Etkisinin Geçerliliği: Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme Yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 38, 47-60.
- Berument, H. ve Jelassi M. M. (2002). The Fisher Hypothesis: A Multi-Country Analysis. *Applied Economics*, 34(13), 1645-1655.
- Bolatoğlu, N. (2006). Türkiye'de Enflasyon ve Nominal Faiz Oranları Arasındaki Uzun Dönemli İlişki: Fisher Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 1-15.
- Clemente, J. , Montañés, A. and Reyes, M. (2004). Structural Breaks, Inflation and Interest Rates: Evidence for the G7 countries. *The former EconWPA in its series Econometrics with number 0401005*.
- Çakmak, E. , Aksu H. ve Başar S. (2002). Fisher Hipotezinin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi: 1989-2001. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 16(3-4), 31-40.
- Çelik, K. (2013). *Genel Ekonomi*. (5. Baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çinko, L. (2017). Türkiye'de Fisher Hipotezinin Geçerliliğinin Sınanması. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 6(1), 53-64.
- Dinler, Z. (2008). *İktisat*. (2. Baskı). Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları.
- Doğan, B. , Eroğlu, Ö. ve Değer, O. (2016). Enflasyon ve Faiz Oranı Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(1), 405-425.
- Hacıoğlu, V. ve Yerlikaya, Ö. (2015). Fisher Hipotezi ve Beklentilerin Rolü. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(2), 109-130.
- Jareño, F. and Tolentino, M. (2012). The Fisher Effect in the Spanish Case: A Preliminary Study. *Asian Economic and Financial Review*, 2(7), 841-857.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254.
- Johansen, S. ve Juselius K. (1990). Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to the Demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210.
- Johansen, S. (1991). Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica*, 59, 1551-1580.
- Johansen, S. (1995). Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive models. Oxford University Press on Demand.
- Kanca, O. , Üzümcü, A. ve Deniz, A. (2015). Fisher Etkisi Türkiye Ekonomisi İçin Geçerli mi? Bir Zaman Serisi Analizi: 1980-2013. *Verimlilik Dergisi*, (3), 45-66.

- Karaca, O. (2003). Türkiye’de Enflasyon-Büyüme İlişkisi: Zaman Serisi Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 4(2), 247-255.
- Köksel, B. ve Destek, M. A. (2015). Türkiye Ekonomisinde Fisher Hipotezinin Test Edilmesi: 2002-2014 Dönemi Üzerine Bir Ampirik Analiz. *Journal of International Social Research*, 8(41), 1247-1253.
- Küçükaksoy, İ., Çiftçi, İ. ve Özbek, R. İ. (2015). İhracata Dayalı Büyüme Hipotezi: Türkiye Uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 691-720.
- Mercan, M. (2013). Enflasyon ve Nominal Faiz Oranları Arasındaki Uzun Dönem İlişkinin Fisher Hipotezi Çerçevesinde Test Edilmesi: Türkiye Örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2(4), 368-384.
- Mishkin, F. S. (1991). Is the Fisher Effect for Real?: A Reexamination of the Relationship Between İnflation and Interest Rates. (No. w3632). *National Bureau of Economic Research*.
- Obi, B. , Nurudeen, A. ve Wafure, O. B. (2009). An Empirical Investigation of the Fisher Effect in Nigeria: A Cointegration and Error Correction Approach. *International Review of Business Research Papers*, 5(5), 96-109.
- Örüş, E. (2016). Fisher Etkisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(13), 298-311.
- Österholm, P. (2009). The Time-Series Properties of Norwegian İnflation and Nominal Interest Rate. *Applied Economics*, 41(10), 1303-1309.
- Panopoulou, E. (2005). A Resolution of the Fisher Effect Puzzle: A Comparison of Estimators. The Institute for International Integration Studies Discussion Paper Series iisdp067, IIS.
- Parasız, İ. (2009). *Para Banka ve Finansal Piyasalar*. (9. Baskı). Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Soyyigit, S. (2011). Türkiye’de İhracata Dayalı Sanayileşme Stratejisi Uygulamaları ve İmalat Sanayii Üzerinde Etkinliği: Nedensellik Analizi (1990-2008). *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 60 (2), 135-156.
- Sönmez, C. (2007). Enflasyon Hedeflemesinde Mali Piyasaların Rolü: Hisse Senedi Getirileri ile Enflasyon Arasındaki İlişkinin Analizi. İstanbul: İMKB Yayını.
- Şimşek, M. ve Kadılar C. (2006). Fisher Etkisinin Türkiye Verileri ile Testi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 7(1), 99-111.
- Tarı, R. (2011). *Ekonometri*. (7. Baskı). Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- Toda, H. Y. and Yamamoto T. (1995). Statistical Inferences In Vector Autoregressions With Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.
- Turgutlu, E. (2004). Fisher Hipotezinin Tutarlılığının Testi: Parçalı Durağanlık ve Parçalı Koentegrasyon Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 55-74.
- Yılcı, V. (2009). Fisher Hipotezinin Türkiye İçin Sınanması: Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme Analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(4), 205-213.
- Westerlund, J. (2008). Panel cointegration tests of the Fisher effect. *Journal of Applied Econometrics*, 23(2), 193-233.
- Wong, K.F. and Wu H.J. (2003). Testing Fisher Hypothesis in Long Horizons for G7 and Eight Asian Countries. *Applied Economics Letters*, 10(14), 917-923.

Ek 1. Johansen-Juselius Eşbütünleşme Testi Diagnostic Sonuçları

Tablo 6. Optimal Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC
0	98.66553	NA	0.000477	-1.973	-1.920
1	504.2503	786.3379	1.32e-07	-10.168	-10.010
2	531.4042	51.5369*	8.20e-08*	-10.6409*	-10.3771*
3	532.5087	2.051171	8.70e-08	-10.582	-10.213
4	533.2336	1.316570	9.31e-08	-10.515	-10.040
5	534.6722	2.554258	9.82e-08	-10.463	-9.882
6	537.9101	5.616810	9.98e-08	-10.447	-9.761
7	539.1090	2.030872	1.06e-07	-10.390	-9.599
8	542.6551	5.861870	1.07e-07	-10.381	-9.484

Not: *, bilgi kriterleri tarafından seçilmiş optimal gecikme uzunluğunu, LR; ardışık modifiye edilmiş LR test istatistiğini, FPE; son tahmin hatasını, AIC; akaike bilgi kriterini, SC; schwarz bilgi kriterini, HQ; Hannan-Quinn bilgi kriterini göstermektedir.

Tablo 7. AR Karakteristik Polinomunun Kökleri

Root	Modulus
0.998758	0.998758
0.843321	0.843321
0.447066 - 0.115322i	0.461701
0.447066 + 0.115322i	0.461701

Tablo 8. Ardışık Bağımlılık Testi

Gecikme Uzunluğu	LM-İstatistiği	p-değeri
1	2.501153	0.6444
2	2.680642	0.6126
3	2.200642	0.6989

Tablo 9. Değişen Varyans Testi

χ^2 istatistiği	p-değeri
44.59483	0.2482

Ek 2. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Diagnostic Sonuçları

Tablo 10. Optimal Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	98.66553	NA	0.000477	-1.972766	-1.920011	-1.951428
1	504.2503	786.3379	1.32e-07	-10.16837	-10.01011	-10.10436
2	531.4042	51.53699*	8.20e-08*	-10.64090*	-10.37713*	-10.53421*
3	532.5087	2.051171	8.70e-08	-10.58181	-10.21253	-10.43244
4	533.2336	1.316570	9.31e-08	-10.51497	-10.04018	-10.32293
5	534.6722	2.554258	9.82e-08	-10.46270	-9.882398	-10.22798
6	537.9101	5.616810	9.98e-08	-10.44714	-9.761337	-10.16975
7	539.1090	2.030872	1.06e-07	-10.38998	-9.598664	-10.06991
8	542.6551	5.861870	1.07e-07	-10.38072	-9.483891	-10.01797

Not: *, bilgi kriterleri tarafından seçilmiş optimal gecikme uzunluğunu, LR; ardışık modifiye edilmiş LR test istatistiğini, FPE; son tahmin hatasını, AIC; akaike bilgi kriterini, SC; schwarz bilgi kriterini, HQ; Hannan-Quinn bilgi kriterini göstermektedir.

Tablo 11. AR Karakteristik Polinomunun Kökleri

Root	Modulus
0.999082	0.999082
0.891358	0.891358
0.461550 - 0.326206i	0.565189
0.461550 + 0.326206i	0.565189
-0.028169 - 0.083088i	0.087733
-0.028169 + 0.083088i	0.087733

Tablo 12. Ardışık Bağımlılık Testi

Gecikme Uzunluğu	LM-İstatistiği	p-değeri
1	2.187888	0.7012
2	1.690269	0.7925
3	1.532955	0.8208

Tablo 13. Değişen Varyans Testi

χ^2 istatistiği	p-değeri
32.42964	0.6392

The Adaptive Method For Econometric Modeling Time Series Forecasting

Esmira Mirmammad qizi Ahmadova

Azerbaijan State University of Economic (UNEC), Baku, Azerbaijan, fbc.baku@gmail.com

ABSTRACT

This article deals with the adaptive methods for econometric modeling in the study of the GDP of Azerbaijan for 1997–2018. The research purpose is to obtain short-term forecasts of the dynamic development of the economy of Azerbaijan in the conditions of the period of transition to a market economy.

The methodological basis of the research consists of the adaptive methods of econometric analysis of the GDP of Azerbaijan, being a macroeconomic indicator, using which we considered the structure and dynamics of the GDP of Azerbaijan based on annual data in the article. The calculations were performed and graphs were plotted using freely distributed modern software — the statistical environment R— which is one of the most dynamically developing programs in its class.

The research is deemed relevant as the economic tooling used in the article is related to one of the current directions of statistical analysis and forecasting of time series, and at the same time these issues have not been addressed to a sufficient extent in domestic and foreign publications.

In this view, the article provides a method for constructing mixed autoregressive models—the moving-average method — as well as a study of the model properties, and their empirical comparison with the adaptive autoregressive model. Diverse econometric tests performed in the course of the study showed us that the constructed econometric models meet all the essential postulates of econometric analysis, i.e. meet the conditions of the specification, parametrization, and verification.

The results obtained in the article are of high relevance and great importance. They can be applied in practice, as well as used both to monitor the development of the economy of Azerbaijan as a whole, and as a tool for retrospective analysis. The conclusions provided in the article can be successfully applied to forecast the short - term development of the Azerbaijani economy.

Keywords: Forecasting, Time Series, Adaptive Method, Econometric Modeling, GDP, Economy

1. INTRODUCTION

Gross domestic product is now pretty much the main indicator that measures the social and economic development of countries. Definitely, GDP, with a dominating scale of the economy, remains the main instrument for measuring economic development and the welfare of citizens [1]. At the same time, GDP, as a measure of the scale of the economy and social and economic development has been a major discourse of the scientific community, which has intensified with the development of the processes of digital transformation of the economy and public life.

The disadvantages of this indicator include the inability of GDP to reflect the qualitative state of the economy, highlighting the intensive and extensive factors of its development, and to understand whether economic growth is sustainable. GDP was created by Simon Kuznets in 1934 as the monetary value of all goods produced in a particular country for a certain period. Despite the fact that the significance of the GDP indicator is overestimated, many economists consider it the main goal of development and a reflection of the economy condition. In this regard, the analysis and forecasting of this indicator is one of the main problems at the present stage.

A number of Azerbaijan's GDP from 1995 to 2018 and quarterly data from 2001 to 2019 were taken as a time series.

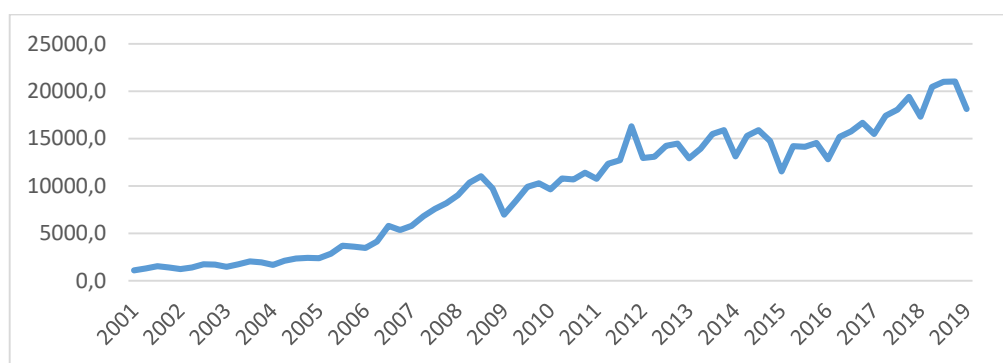


Fig. 1. Azerbaijan GDP dynamics, quarterly data, in million manats (resource: data from the State Statistics Committee of Azerbaijan)

GDP and its fluctuations were one of the most favorable subjects for researchers and economists in the field of macroeconomics. For this purpose, various methods for predicting the movement, fluctuations, or volatility of the dynamics of this indicator have been tested. The most popular among them are econometric methods. Recently, modern computational approaches such as artificial neural networks and fuzzy expert systems have gained popularity because they are more flexible and accurate than traditional methods. However, there is still no unified view on which methods are more reliable [2].

Bashiri Behmiri, Niaz and Pires Manso, José Ramos in their articles investigated and grouped the basic methods for forecasting time series, which include the subject of research in this article, i.e. GDP.

In the literature on forecasting, there are two main categories of forecasting methods: quantitative and qualitative. Quantitative methods are numerical and quantitative are variables; they include two categories of methods: econometric methods and non-standard methods. Among them, econometric models are grouped into three classes of models: Time Series Models, Financial Models, and Structural Models. On the other hand, the main non-standard methods that are most often used in forecasting time series are artificial neural networks and support vector machines. On the other hand, qualitative methods are the dolphin method, fuzzy logic and expert systems, as well as the text mining method. Time series models include three main categories: naive models, exponential smoothing models, and autoregressive

models such as the ARIMA (Autoregressive integrated moving average) and ARCH Autoregressive conditional heteroskedasticity, as well as GARCH (Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity).

The results of these methods were compared with the results of methods of reference vector machines and artificial neural networks. The results of selective forecasting showed that the ARIMA model provides the lowest forecasting efficiency among the mentioned methods. Fernandez (2010) [3] performed off-program forecasting for short-term and long-term horizons using the ARIMA model. The result proves that the ARIMA model surpasses for a very short-term horizon forecast to artificial neural networks and support vector machine approaches; however, the ARIMA model provides the worst accurate forecasts for a long-term horizon forecast.

Since the number of forecasting methods is enormous, the choice of the method most suitable for a particular scenario is of concern to all forecasters. The accuracy of various forecasting methods has been studied by many researchers. These studies typically use prediction accuracy after sampling. Makridakis and Hibon [4] were the first to compare a large number of basic methods. Their study used more than 100 time series, taken from a wide range of real situations. The main conclusion was that simple methods, such as exponential smoothing, surpassed the complex ones [5].

Makridakis continued the study [6]. This time, the number of series used was increased to 1001, and the number of methods was increased to 15. The results of the new study were similar to the results of the previous research and were summarized in the following provisions:

1. Statistically complex or complex methods not necessarily surpass simple methods.
2. The relative evaluation of the effectiveness of different methods varies depending on the accuracy measure used.
3. The accuracy with which various methods are combined, on average, exceeds the accuracy of individual combined methods and is very high compared to other methods.
4. The accuracy of various methods depends on the length of the corresponding forecast horizon.

The first adaptive models were developed in the early 50s of the XX century [1]. They are based on the method of exponential smoothing proposed by R.G. Brown. Subsequently, R. Wade, D. Mat, J. Box, G. Jenkins, P. Harrison, D. Ward, G. Tail, S. Wage, R. Markland, P. R. Winters, R.F. Mayer, J.A. Muller, D. Trigg, A. Leach, M.L. Shawn, W. Chow, S. Roberte, R. Reed, A. Rao, A. Shapiro, Yu.P. Lukashin, E.M. Levitskiy, A.G. Ivanenko, A.A. Frenkel, E.M. Chetyrkin, V.V. Wensel made a great contribution to the development and improvement of adaptive forecasting methods.

Subsequently, these findings were reproduced by other researchers. Among them are Geurts and Kelly [7], Clemen [8], Fildes, Hibon, Makridakis and Meade [9], Makridakis S & Hibon M. [10].

As a result of analysis of the literature on the topic under discussion, forecasting the GDP of Azerbaijan in the short term is based on forecasting the time series using the family model of the autoregressive integrated moving average (ARIMA) and the adaptive Holt-Winters model.

The Holt-Winters model is one of the most popular time series forecasting methods. This method is quite widespread. It is used in monitoring social and economic development, as well as for purposes such as anomaly detection and planning. The adaptive methods started developing since the work by C. Holt (1957) [11]. In the future, this matter was thoroughly studied by R.G. Brown, J. Boxing and G. Jenkins, Yu. P. Lukashin and others [12-14].

Holt-Winters is a time series behavior model; it is a way of modeling three aspects of a time series: typical value (average), slope (trend) in time and cyclic repeating pattern (seasonality). The Holt-Winters model uses exponential smoothing to encode multiple values from the past and use them to predict “typical” values for the present and future.

The Holt-Winters prediction algorithm allows users to smooth out time series and use this data for forecasting; the later historical data is assigned more weight when forecasting than older ones.

Holt-Winters uses three types of exponential smoothing methods:

Single exponential smoothing - suitable for predicting data without a trend or seasonal pattern, where the level of data can change over time.

Double exponential smoothing - to predict data where trends exist.

Triple exponential smoothing - used to predict data on trend and/or seasonality.

The Holt-Winters method is a way to structurally model three aspects of time series; typical initial value (level), time slope (trend) and cyclical repeating pattern (seasonality). Each of these three variables is adaptive.

Instead of the Holt model, it is better to build its modification, namely the Holt-Winters method, which in general is described by the following system of equations:

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{Y}_{T+\tau} = (a_T + \tau b_T) + c_{T-s+\tau} \\ a_t = \alpha(Y_t - c_{t-s}) + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) \\ b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \\ c_t = \gamma(Y_t - a_t) + (1 - \gamma)c_{t-s}, \end{array} \right. \quad (3.3)$$

where s – seasonality step in the model, a_t , b_t and c_t - model parameters, $\alpha, \beta, \gamma \in (0,1)$ – constant smoothing. In this case, when evaluating the model in R, the following values were obtained: $\alpha = 0,7953$, $\beta = 0,0015$ и $\gamma = 0,202$. Thus, the model looks like this:

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{Y}_{T+\tau} = (a_T + \tau b_T) + c_{T-s+\tau} \\ a_t = 0,7953(Y_t - c_{t-s}) + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) \\ b_t = 0,0015(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \\ c_t = 0,202(Y_t - a_t) + (1 - \gamma)c_{t-s}, \end{array} \right. \quad (3.4)$$

Forecasted values and their correlation with reality are best viewed on the chart (see Fig. 3.6.)

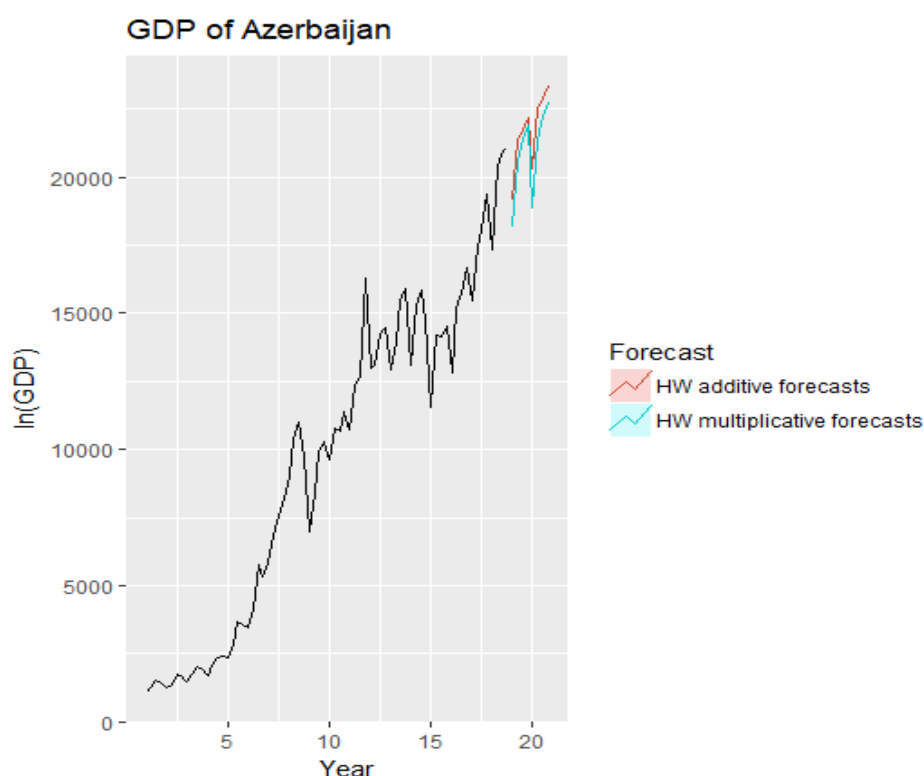


Fig. 2. Azerbaijan's GDP chart and forecast according to Holt-Winters additive and multiplicative models (source: author's development)

Table 1. Tests for the normal distribution of residues of the Holt-Winters model

Method	Value	Adj. Value	Probability
Lilliefors (D)	0,1002	NA	0.0706
Cramer-von Mises (W2)	5,9106	0,08268	$5,249 \cdot e^{-12}$
Watson (U2)	0.082200	0.082684	0.1622
Anderson-Darling (A2)	0.541873	0.546823	0.1596

source: made by author

The test results for normal distribution indicate the fact that we won't reject the hypothesis of a normal distribution of residues at a 5% significance level for the Holt-Winters multiplicative model, which means the model is appropriate.

In this article, we will consider one of the most effective adaptive forecasting methods called Auto ARIMA.

ARIMA is a very popular statistical method for forecasting time series. ARIMA is an auto regression integrated moving average. The models work on the following assumptions: The data series is stationary, which means that the mean and variance should not change over time. A series can be made stationary by converting or differentiating data. The data provided as input should be a one-dimensional sequence, since ARIMA uses past values to predict future values [3].

ARIMA (p, d, q) consists of three components - AR (autoregressive term), I - (differentiating term) and MA (moving average) and is represented by the following equation (1):

$$Z_t = (1-L)^d * y_t = \Delta^d * y_t \quad (1)$$

where $\Delta^d * y_t$ - d^{th} difference y_t

The model (1) is an integrated autoregressive model with errors in the form of a moving average, or ARIMA (p, d, q) [4]. In general, model (1) has the form (2) and can be written as (3):

$$\Delta^d * y_t = \mu + \gamma_1 \Delta^d y_{t-1} + \gamma_2 \Delta^d y_{t-2} + \dots + \gamma_p \Delta^d y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}, \quad (2)$$

where $\Delta^d * y_t = y_t - y_{t-1} = (1 - L) y_t$

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1} a_i y_{t-i} + \sum_{i=0} b_i y_{t-i} \quad (3)$$

Let have a look at each of these components. The term AR refers to past values used to forecast the next value [2]. The term AR is defined by the parameter "p" in ARIMA. The p value is determined using the PACF graph. The term MA is used to determine the number of past forecast errors used to predict future values. The parameter "q" in ARIMA is represented by the term MA. The ACF chart is used to determine the correct q value. The differentiation order determines how many times the differentiation operation is performed on a series to make it stationary. Tests such as ADF and KPSS can be used to determine if a series is stationary and help determine the d value.

An econometric analysis of the time series to the available data: Azerbaijan's GDP was carried out using a four-step iterative procedure, including identification, assessment and diagnostic verification of the model.

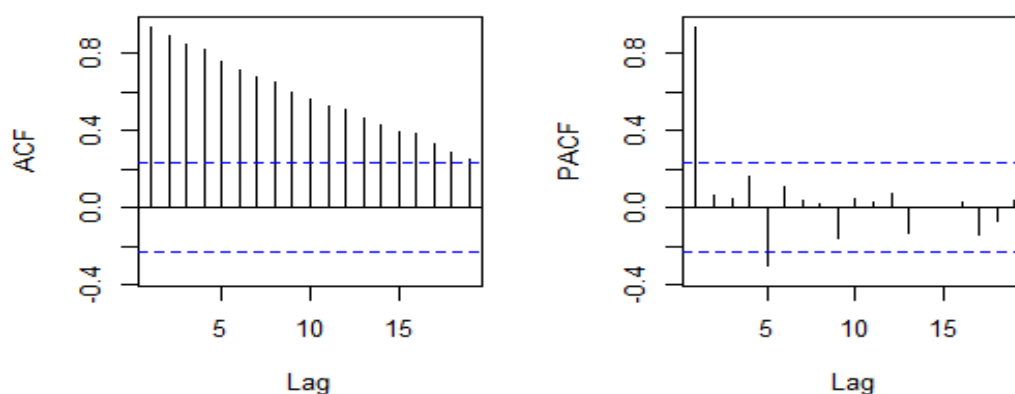


Fig. 3. Correlogram for Azerbaijan's GDP indicators (resource: drawn up by author)

After carrying out a preliminary analysis by selecting the appropriate model from the ARIMA class with a seasonal component, according to the Akaike criterion, using the R software, we selected the following seasonal ARIMA model (1,0,0) (0,1,1) [4], which reflects quarterly dynamics of Azerbaijan's GDP. The model parameters are estimated using the maximum likelihood estimation (MLE). MLE is widespread due to its good asymptotic properties:

consistency

asymptotic normality,

asymptotic efficiency.

The concentrated logarithmic likelihood function is calculated using the following formula:

$$\ell(\theta|Y) = -T/2(\log(2\pi e) + \log(\sigma^2)) \quad (4)$$

where θ — is the vector of model parameters, and T is the number of observations. The likelihood function (4) can be used to evaluate model parameters, as well as to calculate information criteria and select the optimal model.

Table 2. Parameters of the ARIMA model (1,0,0) (0,1,1) [4], for a variable: GDP of Azerbaijan, quarterly data

Variable	Coefficient	Standard error (s.e.)	t- statistics
AR1	0,8024	0,0751	10,6844
SMA(1)	-0,6324	0,1082	5,8447
drift	269,9098	51,9586	5,7946

source: author calculations using R software

The table above (see table 2) shows that all coefficients are significant at the level of 0.1 or 10%.

As a result of modeling, we obtained a regression model of the ARIMA class ((p, d, q), presented in the following form:

$$y = 269,9098 + 0,8024 * y_{t-1} - 0.6324 * y_{t-4} + \varepsilon$$

Now let's move on to tests and criteria for comparing models and highlighting the best from the point of view of forecasting from those considered.

Table 3. Model Test Results

Model	AIC – criterion	BIC	p-value	RMSE	MAPE	X-squared
Fit1	1300.79	1321.28	0.7091	871.297	11.31	2.1453
Fit2	1261.51	1282.00	0.0473	767.389	6.72	9.6235
ARIMA(1,0,0)(0,1,1)[4]	1125.78	1134.66	0.9274	856.9216	8.47	0.8803

Source: Author's calculations using R software

The average percentage of MAPE deviation according to the table is the smallest in the Holt-Winters Fit2 multiplicative model. Although according to the AIC criterion, the best model for forecasting is the ARIMA model (1,0,0) (0,1,1) [4]. According to the criterion of the smallest square root of the standard error, the Holt-Winters Fit2 multiplicative model is used.

Both models considered above have both positive and negative aspects. Both are equitable and can be used to forecast the GDP of Azerbaijan in the short term.

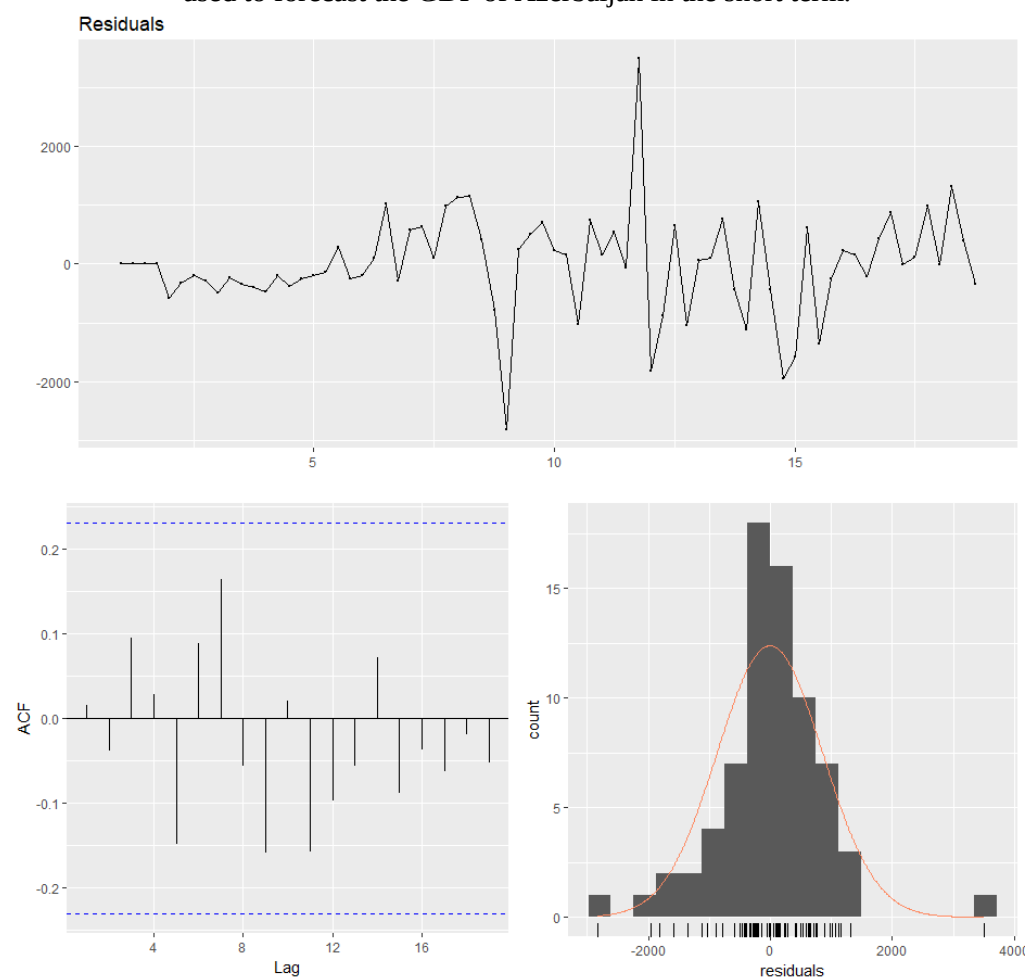


Fig. 4. Chart of the residuals of the ARIMA model (1,0,0) (0,1,1) [4] (resource: drawn up by author)

Descriptive statistics and the test results for the presence of autocorrelation (Jung-Box test performed for 4 lags) are given in Table. 1.

Table 4. Sample volume, descriptive statistics, and test results

Model	Sample volume	Asymmetry	Jung-box test	Excess	White test
ARIMA(0,1,1)(1,0,1)[4],	88	0.351778	5,37	0.885849	$\chi^2 = 8.8502$, df = 2, p-value = 0.01197

source: drawn up by author

The values of the asymmetry (Skewness) and excess (Kurtosis) are minimal, which speaks in favor of the normality of the residues. The schedule of autocorrelation of residues does not go beyond the boundaries of an acceptable level. No emissions in residues were noticed. Residues have an almost normal distribution. The simplest and most commonly used getsroskedasticity test is White test.

Let's do the white test.

Hypotheses:

Ho: homoskedasticity,

H1: heteroskedasticity.

White stats: χ^2 estimated = 8,85.

$$\chi^2_{0,05,cr}(2) = 5,99$$

$$\chi^2 > \chi^2_{0,05,cr} \Rightarrow \text{there is no heteroskedasticity in the model.}$$

Using this test, it is assumed that the variance of the regression errors is one and the same function of the observed values of the regressors. According to White test, χ^2 calculated = 8.85 is greater than χ^2 tabular, which at a significance level of 5% is 5.99, respectively. From this we can conclude that the null hypothesis is not rejected, that is, heteroskedasticity does not take place. Heteroskedasticity at a significance level of 5% is considered insignificant, i.e. random errors are homoskedastic.

Thus, the best model, according to statistical and econometric characteristics, is the ARIMA model (0,1,1) (1,0,1) [4]. Let's consider the forecast of Azerbaijan's GDP according to this model. Graphically, it is presented in Fig. 4

Forecasts from ARIMA(1,0,0)(0,1,1)[4] with drift

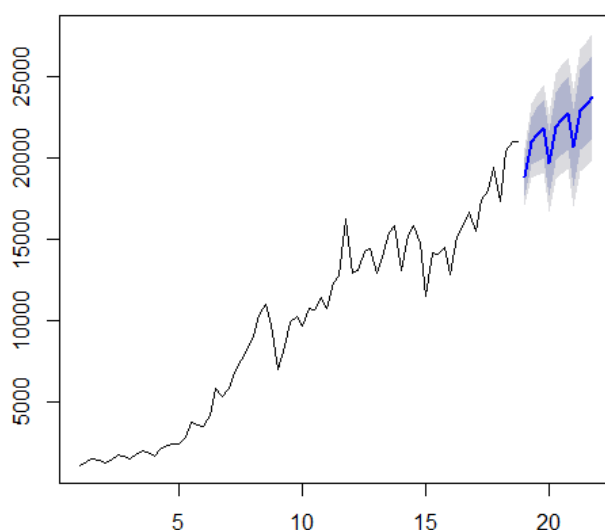


Fig. 5. Azerbaijan GDP dynamics taking into account forecast values (resource: drawn up by author)

2. CONCLUSION

The article examined and analyzed the adaptive Holt-Winters model and the ARIMA autoregressive moving average model (p, d, q). As a result of the simulation, three models were obtained, two of which have good econometric characteristics and were recognized as appropriate for short-term forecasting of the time series - the GDP of Azerbaijan. Despite the fact that models of the ARIMA class (p, d, q) are easy to forecast, these models have several disadvantages. These include the following:

Interpretation of parameters is not obvious. That is, model coefficients are not amenable to the usual interpretation inherent in regression models;

Model instability. Since forecasting requires maintaining the conditions for the development of the economic system, which is difficult to do, since the development of the economy is stochastic. This factor is not reflected in the model in any way, which makes this model vulnerable and unreliable in long-term forecasting;

Assessment procedures can be costly;

It is difficult to control the appropriateness of parameter estimates;

The confidence interval expands with time, which indicates a loss in the accuracy of the forecast and an increase in error;

The further dynamics of GDP is not clear, because the confidence interval includes opposite directions of development;

The forecast GDP values reflect and extrapolate the latest indicators with repeating dynamics;

Nevertheless, this model is one of the most practical and most easily applicable for forecasting time series and at the same time has good econometric properties and meets the criteria of modeling and forecasting in modern conditions.

Based on the simulation results, it was revealed that the GDP dynamics of Azerbaijan will have a positive trend and an upward trend in the short term. The recommended models are recommended for monitoring the economy of Azerbaijan, building short-term forecasting and developing business plans and investment policies. Forecasts should be built within the confidence interval and for the short term.

REFERENCES

- Zolov O. N., Matnenko N. N. Problems of using GDP as an indicator of the effectiveness of assessing social and economic development // Issues of Economics and Management. - 2019. - No. 5. - P. 1-6. - URL <https://moluch.ru/th/5/archive/138/4418/> (reference date: 11/30/2019).
- Bashiri Behmiri, Niaz and Pires Manso, José Ramos, Crude Oil Price Forecasting Techniques: A Comprehensive Review of Literature (June 6, 2013). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2275428> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2275428>
- Fernández, S. and WISE, L. R. (2010), An Exploration of Why Public Organizations 'Ingest' Innovations. Public Administration, 88: 979-998. doi:10.1111/j.1467-9299.2010.01857.x
- Makridakis S & Hibon M, Accuracy of forecasting : an empirical investigation (with discussion, Journal of the Royal Statistical Society A, 142, 97-145, 1979
- C.K.Ng, A New Adaptive-Control Forecasting Method. Nature & Wildlife, Aug 20, 2018
- Makridakis S, Chatfield C, Hibon M, Lawrence M, Mills T, Ord K & Simmons L F, The M2 competition : a real-time judgmentally based forecasting study, International Journal of Forecasting, 9, 5-23, 1993.
- Geurts M D & Kelly J P, Forecasting demand for special services, International Journal of Forecasting, 2, 261-272, 1986.
- Clemen R, Combining forecasts : a review and annotated bibliography with discussion, International Journal of Forecasting, 5, 559-608, 1989.
- Fildes R, Hibon M, Makridakis S & Meade N, Generalising about univariate forecasting methods : further empirical evidence, International Journal of Forecasting, 14, 339-358, 1998.

- Makridakis S & Hibon M, The M3 competition : results, conclusions and implications, *International Journal of Forecasting*, 16, 451-476, 2000.
- Williams, T. M. "Adaptive Holt-Winters Forecasting." *The Journal of the Operational Research Society* 38, no. 6 (1987): 553-60. doi:10.2307/2582769.
- Lukashin Yu.P., Adaptive methods of short-term forecasting of time series: Textbook. Allowance. - M.: Finance and Statistics, 2003. - 416 p.: ISBN 5-279-02740-5
- Holt, C. E. (1957). *Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted averages* (O.N.R. Memorandum No. 52). Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh USA. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2003.09.015>
- Winters, P. R. (1960). Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. *Management Science*, 6, 324–342. <https://doi.org/10.1287/mnsc.6.3.324>
- Statistical Yearbook of Azerbaijan 2005, Baki, 2005, 802 p., p. 28-29
- Statistical Yearbook of Azerbaijan 2010, Baki, 2010, 810 p., p. 33-34
- Statistical Yearbook of Azerbaijan 2015, Baki, 2015, 814 p., p. 37-38
- Statistical Yearbook of Azerbaijan 2018, Baki, 2018, 817p., p. 39-40

Çevrimiçi Oyun Kriterlerinin DEMATEL Tabanlı Analitik Ağ Süreci (DANP) İle Değerlendirilmesi

Gözde KOCA

Dr. Öğr. Üyesi, BŞEÜ, İşletme Bölümü, Bilecik, Türkiye, gozde.koca@bilecik.edu.tr
orcid.org/0000-0001-6847-6812

Özüm EĞİLMEZ

Dr. Öğr. Üyesi, BŞEÜ, İşletme Bölümü, Bilecik, Türkiye, ozum.egilmez@bilecik.edu.tr
orcid.org/0000-0001-5251-5629

Yakup SEÇKİN

Yüksek Lisans Öğrencisi, BŞEÜ, İşletme Bölümü, Bilecik, Türkiye, yyakupseckin@gmail.com
orcid.org/0000-0002-1302-6379

ÖZ

Bu çalışmada, çevrimiçi oyun kriterlerinin, hem çevrimiçi oyuncular hem de çevrimiçi oyun geliştiriciler tarafından Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) ve Analitik Ağ Süreci (ANP) ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. DEMATEL yöntemi; çevrimiçi oyun kriterleri arasında ilişkiyi ortaya koymak, ANP yöntemi ise bu kriterlerin ağırlıklarının belirlenerek öncelik sıralamasının yapılması için kullanılmıştır. Kriterlerin değerlendirilmesinde, 10 erkek oyuncu ve 10 erkek oyun geliştirici seçilmiştir. Çalışmada kullanılan çevrimiçi oyun kriterleri literatürden derlenerek 3 ana kriter ve 10 alt kriter olacak şekilde belirlenmiştir. Sonuçta, geliştiriciler için en önemli kriter “içe yönelik motivasyon” olarak, oyuncular için ise “sistem kalitesi” olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, büyümekte olan oyun sektöründe oyuncuların oyun seçiminde ve oyun geliştiricilerinin de oyun tasarımlarında başarıya ulaşmalarında rehber olabilecektir.

Anahtar Sözcükler: Çevrimiçi Oyun, DEMATEL, ANP, Dizayn Stratejileri, Davranışsal Niyet.

JEL Kodları: C44, C42, C49

Evaluation of Online Game Criteria by DEMATEL Based Analytical Network Process (DANP)

ABSTRACT

In this study, it is aimed to evaluate the criteria of online games with DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) and Analytical Network Process (ANP), which are both Multi Criteria Decision Making (MCDM) methods by both online players and online game developers. The DEMATEL method has been used to reveal the relationship between online game criteria. ANP method has been used to determine the weights of these criteria and to prioritize them. After all, the most important criteria for developers has been determined as “intrinsic motivation”. For the players, it has been determined as the “system quality”. This study can guide players and game developers in the growing game industry.

Keywords: Online Game, DEMATEL, ANP, Design Strategies, Behavioral Intent.

JEL Codes: C44, C42, C49

1. GİRİŞ

Günümüzün teknolojik gelişmeleri yeni sektörlerin oluşumuna yol açmaktadır. Yaratıcılığı içeren *yenilik endüstrisi (creativeindustry)* olarak adlandırabileceğimiz kavram da bu oluşumlardan biri olarak anılmaktadır. Film endüstrisi ile başlayan dönem, çevrimiçi oyun endüstrisi ile dijital yeni dünyamızda önemli bir yer edinmiştir. Elektronik oyunlar, dijitalleşme ile akıllı telefonlarla birlikte her an bağ kurabildiğimiz bir yapı halini almıştır. Sosyal değişimin bu anlamda ekonomik değişimin de öncülü olduğu düşünüldüğünde, karşılaşılan potansiyelin büyüklüğü sadece şirketlerin değil ülkelerin dahi bu konuda stratejik bakmalarını sağlamıştır.

Ülkemizde Ankara Kalkınma Ajansı'nın hazırladığı, Ankara Dijital Oyun Sektörü Raporu (2016) dahilinde küresel oyun endüstrisinin pazar büyüklüğü 2016 yılı itibarıyla toplamda 99,6 milyar dolar olduğu belirtilmiştir. 2016 yılı itibarıyla ülke düzeyindeki oyun gelirleri; Çin'in 24,2 milyar dolar gelir ile birinci sırada yer aldığı ve onu 23,4 milyar dolar ile ABD ve 12,4 milyar dolar ile Japonya'nın takip ettiği görülmektedir. Toplam Batı Avrupa (Almanya, Fransa, İngiltere, İspanya, İtalya) oyun gelirleri toplamı ise 17,3 milyar dolardır. Endüstrideki en büyük 5 ülke toplam oyun gelirlerinin yaklaşık %70'ini domine etmektedir. Türkiye ise 685 milyon dolarlık yıllık gelirle 16. sırada yer almaktadır. Bu büyüme eğiliminin teknolojik olanakların da (örneğin sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi teknolojilerin de altyapı ve donanım gibi alanlarda sektöre dahil olması) gelişmesiyle birlikte önümüzdeki dönemde de artarak devam etmesi beklenmektedir (IDATE, 2015).

Yenilik Endüstri'si sadece ekonomik anlamda değil aynı zamanda davranışsal bilim bağlamında da ilgi görmektedir. Son kullanıcıların değişen psikografik özellikleri, çevrimiçi oyun sektörü ve tüketicilerin bu sektöre verdikleri değer incelenmiştir (Wei ve Lu, 2014). Tüketicilerin niyetleri, beklentileri ve motivasyonları ilgili oyun(lar)dan alacakları tatminin öncülü konumundadır. Karşılıklı ilişkisel bir yapının oluşu, olaya hem oyun yaratıcıları hem de kullanıcı tarafından bakılması- sektör ve tüketicisi bağlamında daha iyi anlamlandırılması gerekliliğini doğurmaktadır. Bu sebepten dolayı bu çalışma ile şu araştırma sorusu cevaplandırılmaya çalışılmıştır: geliştirici ve oyuncu bağlamında çevrimiçi oyuna bakış açısı nasıl değişmektedir? Bu soruya cevap bulabilmek adına, çevrimiçi oyunları içerik tasarım, kalite ve motivasyon ana kriterleri bağlamında analiz ederek hem ekonomik hem de davranışsal perspektifle geliştirici ve kullanıcı için önemli olan kriterler ortaya konulmuştur. Bu sayede, sektör için karşılıklı tarafların bakış açılarının ortaya konulması, ilişkisel yapıdan yola çıkarak oluşturulacak sektörel ve bireysel stratejilere de ışık tutacaktır.

Bu çalışma, kullanılan kriterlerin anlatıldığı literatür taraması, metodoloji, bulgular ve sonuç ve tartışma bölümlerinden oluşmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Araştırmanın ana kriterleri Hwang vd. (2014) çalışmalarında kullanılan literatürden derlenmiş kriterlerden seçilmiştir. Literatürde yer alan sayısız araştırma analiz birimlerini karar verici veya kullanıcı bağlamında seçmişlerdir (Norman, 2002; Jacop ve Ip, 2005; Wu, 2008; Lo ve Wen, 2010; Souza ve Freitas, 2017). Yaratıcılık ve yenilik endüstrisinde karşılıklı ilişkileri ortaya çıkarmak adına geliştirici ve oyuncu analiz birimlerine sorulan ana kriterler ve alt kriterler aşağıdaki gibidir:

Oyun İçerik Tasarımı Ana Kriteri

Bir oyunun temel yapı taşlarından biri olup, dört alt kriterle ifade edilmektedir. Bunlardan ilki, oyun grafikleri, arayüzü, ses ve animasyonları vb. unsurlardan oluşan *Estetik*; oyunun sisteminin tüm kurallarının tanımlandığı *Mekanik*; sürükleyici oyun dünyası, sınırsız haritalar, canlı yüksek sahneler gibi gerçekçiliğe yakın sanal bir ortam sağlaması vb. unsurlardan oluşan *Teknolojik* ve oyunun bir hikayeye sahip olması unsurunun karşılığı olan *Hikaye*'den oluşmaktadır (Schell, 2019).

Kalite Ana Kriteri

Değer kavramının bir yansıması olan kalite, kullanıcıların tatminin temel bir öncüsü kabul edilmektedir. Oyunun kaliteli olup olmaması bilgi, sistem ve servis kalitesi başlıkları altında 3 alt kriter tarafından analize dahil edilmiştir. Resmi kaynaklardan oyunla ilgili doğru, güncel ve güvenilir bilgiler sağlanması *Bilgi Kalitesi*'ni ifade ederken; oyunun hızlı ve hatasız çalışması, yoğun anlarda bile oyun hızlı tepkiler verebilmesi *Sistem Kalitesi*'ni ve müşteri hizmetlerinin sorunlara hızlı dönüş yapması, doğru, güvenilir ve yeterli bilgileri sağlaması ise *Servis Kalitesi* olarak adlandırılmaktadır (Rodgers vd., 2005).

Motivasyon Ana Kriteri

Kullanıcı ve geliştirici tarafları için motivasyon; tam anlamıyla hem ortak hem de ayrıştırıcı bir etki yarattığı söylenebilir. Tarafların birey olarak davranışsal motivasyonlarının ortaya konması salt sektörel yapıyı değil aynı zamanda oyunların içeriğine kadar uzanan geniş bir alanın aydınlatılmasına yardımcı olacaktır. *Dışsal Motivasyon*, beklentilerle ilişkilendirilen bir çeşit ödül mekanizmasının (parasal ödül, şöhret, statü ve kupa vb.) yönlendirmelerle bir sonuç ya da ödül elde etmesi olarak anlamlandırılabilirken; *İçe Yönelik Motivasyon*, oyunun sizin psikolojik ihtiyaçlarınızı karşılaması ve karakterinizi yansıtmaması olarak yansıtılmakta ve son olarak *Sosyal Motivasyon* ise takım çalışması, rekabet ve sosyalleşme gibi unsurları içermektedir (Koo, 2009).

3. METODOLOJİ

3.1. Veri Toplama

Kriterlerin değerlendirilmesi için 20 yaşın üstünde, en az 5 yıldır çevrimiçi oyun oynayan 10 erkek oyuncu (oyuncu olarak 10 uzman) ve 20 yaşın üstünde, en az 5 yıldır çevrimiçi oyun geliştiren 10 erkek oyun geliştirici (oyun geliştirici olarak 10 uzman) seçilmiştir. Oyunculara ve oyun geliştiricilere LinkedIn üzerinden, Kasım 2019 – Aralık 2019 dönemi arasında ulaşılmıştır. Her kişi, hazırlanan soruların cevaplandırılması için geçmesi gereken süre ortalama 20 dakikadır.

3.2. Bütünleştirilmiş DEMATEL-ANP Yöntemi (DANP)

Bu çalışmada kriterler arasındaki etki yapısını ortaya koyabilmek için DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Her kriter arasındaki etki yapısı ortaya konduktan sonra en önemli kriterleri belirlemek amacıyla tüm kriterler ANP yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Dolayısıyla, değerlendirme çerçevesi iki ana aşama içermektedir: (1) DEMATEL tekniğini kullanarak hem oyuncular hem de oyun geliştiriciler için kriterler arasında etki-ilişkiler haritasının oluşturulması, (2) Etki ilişkiler haritasına dayalı ANP'yi birleştirerek her kriterin ağırlıklarının hem oyuncular hem de oyun geliştiriciler için hesaplanmasıdır.

3.2.1. DEMATEL

DEMATEL (The Decision Making Experiment and Evaluation Laboratory) yaklaşımı, 1973 yılında Cenevre'de, karmaşık kriterler arasındaki etki faktörlerini analiz etmek için yapısal bir model oluşturmak ve analiz etmek için genişletilmiş bir yaklaşımdır (Muhammad ve Cavus, 2017; Shieh vd., 2010).

DEMATEL metodolojisi aşağıda özetlenmiştir (Fontele ve Gabus, 1976; Wu, 2008):

Adım1: Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması

x_{ij}^k Tam sayı skoru k. uzman tarafından verilmektedir. Bu skor i. kriterin j. kriter üzerindeki etki seviyesini gösterir. $n \times n$ 'lik matris olan A, Eşitlik 1'de gösterildiği gibi uzmanların bireysel skorlarının ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Kullanılan DEMATEL ikili karşılaştırma ölçeği ise Tablo 1'de verilmiştir.

$$a_{ij} = \frac{1}{H} \sum_{k=1}^H x_{ij}^k \quad (1)$$

H: Toplam uzman sayısı

Tablo 1. DEMATEL ikili karşılaştırma ölçeği (Shieh vd, 2010)

Sayısal Değer	Tanım
0	Etkisiz
1	Düşük Etki
2	Orta Etki
3	Yüksek Etki

Adım2: Normalize Edilmiş Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması

Normalize edilmiş direkt ilişki matrisi (X) Eşitlik 2 yardımıyla direkt ilişki matrisi (A) kullanılarak elde edilmektedir.

$$X = k \cdot A \quad (2)$$

$$k = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Adım 3: Toplam etki matrisinin oluşturulması

Toplam etki matrisi (T_C), Eşitlik 4 yardımıyla normalize edilmiş direkt ilişki matrisi (X) kullanılarak elde edilmektedir. I birim matrisi ifade etmektedir.

$$T_C = X(I - X)^{-1} \quad (4)$$

Adım 4: Nedensel diyagramın elde edilmesi

Satırların ve sütunların toplamı ayrı ayrı vektör R ve vektör C olarak Eşitlik 5 ve Eşitlik 6 kullanılarak hesaplanmaktadır. Daha sonra, "önem" olarak adlandırılan yatay eksen (C+R), ölçütün ne kadar önemli olduğunu ortaya koyan C'ye R eklenerek yapılmaktadır. Benzer şekilde, "ilişki" adlı dikey eksen (C-R), C'yi R'den çıkararak yapılmaktadır.

$$T = [t_{ij}]_{n \times n}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$C = \left[\sum_{j=1}^n t_{ij} \right]_{n \times 1} = [t_i]_{n \times 1} \quad (6)$$

$$R = \left[\sum_{i=1}^n t_{ij} \right]_{1 \times n} = [t_j]_{1 \times n} \quad (7)$$

3.2.2. ANP

Bu bölümde, Bütünleştirilmiş DEMATEL-ANP yöntemi için DEMATEL'in toplam etki matrisi ANP'nin süper matrisine dönüştürülür. ANP metodolojisi aşağıda özetlenmiştir (Hwang vd., 2014):

Adım 5: Normalize Edilmiş direkt etki matrisinin oluşturulması

Toplam etki matrisi (T_p), DEMATEL yönteminin sonucuna göre belirlenmiştir. Toplam etki matrisindeki kısıtlar arasındaki etki dereceleri farklı olduğundan, toplam etki matrisi T_p 'nin tüm kısıtları normalleştirilmektedir. Toplam etki matrisi T_p 'nin normalleştirilmiş elemanları $t_{ij}^z = \frac{t_{ij}^p}{\sum_{i=1}^n t_{ij}^p}$ şeklinde

olur ve normalleştirilmiş toplam etki matrisi T_z aşağıdaki gibidir:

$$T_z = \begin{bmatrix} t_{11}^z & \dots & t_{1j}^z & \dots & t_{1n}^z \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{i1}^z & \dots & t_{ij}^z & \dots & t_{in}^z \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{n1}^z & \dots & t_{nj}^z & \dots & t_{nn}^z \end{bmatrix} \quad (8)$$

Kullanılan ANP ikili karşılaştırma ölçeği ise Tablo 2'de verilmiştir. Bu ölçek AHP'de (Analitik Hiyerarşi Prosesi) kullanıldığı gibidir.

Tablo 2. ANP ikili karşılaştırma ölçeği (Saaty, 1980)

Satır-Sütun	Sütun-Satır	Önem Derecesi
Sayısal Değeri	Sayısal Değeri	
1	1	Eşit Derecede Önemli
3	1/3	Orta Derecede Önemli
5	1/5	Güçlü Derecede Önemli
7	1/7	Çok Daha Güçlü Derecede Önemli
9	1/9	Son Derece Önemli
2,4,6,8	1/2, 1/4, 1/6, 1/8	Ara Değerler

Adım 6: Ağırlıklı süpermatrisin (W_w) oluşturulması

Ağırlıklı süper matris (W_w), Eşitlik 9 yardımıyla ağırlıksız süper matris W ile normalleştirilmiş toplam etki matrisi T_z çarpılarak hesaplanmaktadır.

$$W_w = T_z \times W \quad (9)$$

Adım 7: Limit Süpermatrisin elde edilmesi

Süpermatrisin oluşturulmasından sonra, Eşitlik 10 yardımıyla süpermatris sonsuz defa çarpıldığında ağırlıklar elde edilir. Elde edilmiş süpermatrisin her bir sütunun toplamı 1'e eşit olacaktır.

$$\lim_{l \rightarrow \infty} W_w^l \quad (10)$$

4. BULGULAR

Çalışmanın bulguları iki kısımda incelenmiştir. İlk kısımda oyunculara ait bulgular, ikinci kısımda ise oyun geliştiricilere ait bulgular sunulmuştur.

4.1. Oyunculara Ait Bulgular

Oyuncular tarafından çevrimiçi oyun kriterlerinin değerlendirilmesinde, öncelikle kriterler arası ilişkiler DEMATEL yöntemi ile ortaya konmuş, bu kriterlerin ağırlıkları ise ANP ile belirlenmiştir. Oyuncuların değerlendirmeleri sonucu ortaya çıkan direkt ilişki matrisi Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Oyuncular için direkt ilişki matrisi

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0	2,1	2,1	2,1	1,3	2,7	1,3	1,7	1,8	1,4
K2	2,3	0	2,5	1,8	1,5	2	2,2	2,1	2,1	2,4
K3	2,5	2,3	0	2,8	2	2,3	1,8	1,8	2,1	1,9
K4	1,9	1,9	1,8	0	2,1	1,5	1,1	1,8	2,2	2,1
K5	1,5	1,8	1,6	2	0	1,6	2	1,8	1,6	2
K6	2,3	2,6	2,5	1,7	1,5	0	1,9	1,9	1,9	1,8
K7	1,6	1,9	1,8	1,2	1,9	2,2	0	1,6	1,6	2
K8	1,2	1,4	1,3	1,7	1,6	1,6	1,3	0	1,7	1,9
K9	1,4	1,4	1,4	1,8	1,8	1,5	1,2	1,9	0	2
K10	1,4	1,6	1,4	2	1,8	1,8	1,7	1,7	2,2	0

Tablo 3'te verilen direkt ilişki matrisi, oyuncular tarafından verilen cevapların ortalamaları alınarak belirlenmiştir. Tablo 4'te çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin oyuncular tarafından belirlenen önemleri ve etki durumları sunulmuştur.

Tablo 4. Çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin oyuncular tarafından belirlenen önemleri ve etki durumları

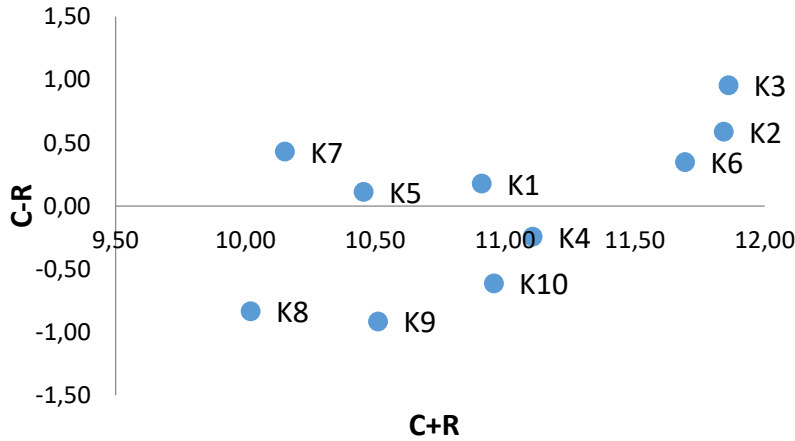
Kriterler	C	R	C+R	C-R
K1	5,5437	5,3669	10,9106	0,1767
K2	6,2148	5,6280	11,8428	0,5868
K3	6,4086	5,4523	11,8609	0,9563
K4	5,4311	5,6755	11,1066	-0,2444
K5	5,2831	5,1728	10,4559	0,1104
K6	6,0202	5,6737	11,6939	0,3465
K7	5,2914	4,8609	10,1523	0,4305
K8	4,5931	5,4272	10,0203	-0,8342
K9	4,7984	5,7130	10,5114	-0,9146
K10	5,1715	5,7855	10,9570	-0,6139

Tablo 4'e göre elde edilmiş sonuçlar incelendiğinde, oyuncular tarafından çevrimiçi oyun kriterlerinin değerlendirilmesi probleminde en önemli üç kriter sırasıyla (C+R);teknoloji (K3), mekanik (K2) ve sistem kalitesi (K6) olduğu görülmektedir. En az öneme sahip kriter ise dışa yönelik motivasyon (K8) kriteridir.

Öte yandan, C-R değerleri incelendiği zaman, diğer kriterler tarafından etkilenen kriterlerin, hikaye (K4), sosyal motivasyon (K10), dışa yönelik motivasyon (K8) ve içe yönelik motivasyon (K9) kriterleri olduğu görülmektedir. Bu kriterler arasından en çok içe yönelik motivasyon (K9) diğer kriterler

tarafından etkilenmektedir. Diğer kriterleri etkileme gücü daha fazla olan kriterlerin de; teknoloji (K3), mekanik (K2), servis kalitesi (K7), sistem kalitesi (K6), estetik (K1) ve bilgi kalitesi (K5) kriterleri olduğu için C-R değerlerinin sıfırdan büyük olması dolayısıyla anlaşılmaktadır. Bu kriterler arasından da, diğer kriterleri etkileme gücü en yüksek olan kriter teknoloji (K3) kriteridir.

Şekil 1’ de Tablo 4 yardımıyla oyuncular için oluşturulan çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin nedensel diyagramı verilmiştir.



Şekil 1. Oyuncular için oluşturulan çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin nedensel diyagramı

Çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin önem ve etki durumlarının daha net bir şekilde görülmesi ve incelenmesi için Şekil 1’de verilen nedensel diyagramdan faydalanılır. Diyagramda, C-R için sıfır çizgisinin altında kalan kriterler (K4, K8, K9, K10), diğer kriterler tarafından etkilenen kriterlerdir. C-R için sıfır çizgisinin üstünde kalan kriterler (K1, K2, K3, K5, K6, K7) ise, diğer kriterleri baskın bir şekilde etkileyen kriterlerdir. C+R ekseninde ise, sıfırdan uzaklaştıkça kriterin önemi artmaktadır. Oyuncular için yapılan ANP yöntemi için SuperDecisions 3.2.0 programı ile elde edilen ağırlıklandırılmış süpermatris ve limit matris sırasıyla Tablo 5 ve Tablo 6’da verilmiştir. Oyuncular tarafından değerlendirilen çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin ağırlıkları Şekil 2’de verilmiştir.

Tablo 5. Oyuncular için oluşturulan ağırlıklandırılmış süpermatris

Main Network: Unnamed file 0: Weighted Super Matrix											
Clusters	Nodes	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
KIRITERLER	K1	0.000000	0.062222	0.073705	0.098124	0.000000	0.092419	0.000000	0.146938	0.059452	0.067786
	K2	0.065311	0.070366	0.143253	0.065712	0.098884	0.423171	0.169200	0.230626	0.080831	0.087623
	K3	0.181135	0.092474	0.128067	0.152579	0.364292	0.484410	0.387371	0.290825	0.100647	0.096897
	K4	0.000000	0.134150	0.286779	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.178864	0.159281
	K5	0.000000	0.169574	0.000000	0.222414	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.137555	0.147498
	K6	0.753554	0.180642	0.368196	0.204649	0.536825	0.000000	0.443429	0.331611	0.153877	0.176272
	K7	0.000000	0.290572	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.288775	0.264644
	K8	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	K9	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	K10	0.000000	0.000000	0.000000	0.256523	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Tablo 6. Oyuncular için oluşturulan limit matris

Clusters	Nodes	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
KIRITERLER	K1	0.065124	0.065124	0.065124	0.065124	0.065124	0.065124	0.065124	0.065124	0.065124	0.065124
	K2	0.186319	0.186319	0.186319	0.186319	0.186319	0.186319	0.186319	0.186319	0.186319	0.186319
	K3	0.247469	0.247469	0.247469	0.247469	0.247469	0.247469	0.247469	0.247469	0.247469	0.247469
	K4	0.100052	0.100052	0.100052	0.100052	0.100052	0.100052	0.100052	0.100052	0.100052	0.100052
	K5	0.057633	0.057633	0.057633	0.057633	0.057633	0.057633	0.057633	0.057633	0.057633	0.057633
	K6	0.256806	0.256806	0.256806	0.256806	0.256806	0.256806	0.256806	0.256806	0.256806	0.256806
	K7	0.060931	0.060931	0.060931	0.060931	0.060931	0.060931	0.060931	0.060931	0.060931	0.060931
	K8	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	K9	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	K10	0.025666	0.025666	0.025666	0.025666	0.025666	0.025666	0.025666	0.025666	0.025666	0.025666

Main Network: OYUNCU-ANP.sdm: Priorities			
Here are the priorities.			
Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	K1	0.06512	0.065124
No Icon	K2	0.18632	0.186319
No Icon	K3	0.24747	0.247469
No Icon	K4	0.10005	0.100052
No Icon	K5	0.05763	0.057633
No Icon	K6	0.25681	0.256806
No Icon	K7	0.06093	0.060931
No Icon	K8	0.00000	0.000000
No Icon	K9	0.00000	0.000000
No Icon	K10	0.02567	0.025666

Şekil 2. Oyuncular tarafından değerlendirilen çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin ağırlıkları

Şekil 2'ye göre oyuncular tarafından değerlendirilen çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin ağırlıklarına bakıldığında ilk üç sırada sırasıyla sistem kalitesi (K6), teknoloji (K3) ve mekanik (K2) bulunmaktadır. Son üç sırada ise sosyal motivasyon, içe yönelik motivasyon ve dışa yönelik motivasyon yer almaktadır.

4.2. Oyun Geliştiricilere Ait Bulgular

Oyun geliştiriciler tarafından çevrimiçi oyun kriterlerinin değerlendirilmesinde, öncelikle kriterler arası ilişkiler DEMATEL yöntemi ile ortaya konmuş, bu kriterlerin ağırlıkları ise ANP ile belirlenmiştir. Oyun geliştiricilerin değerlendirmeleri sonucu ortaya çıkan direkt ilişki matrisi Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Oyun geliştiriciler için direkt ilişki matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0	1,6	2,1	1,9	1,5	1,6	1,1	1,9	2,1	1,3
K2	1,6	0	2,2	1,8	1,5	2,1	1,3	1,9	2	1,7
K3	2,2	2	0	1,2	1	2,5	1,9	1,1	1,5	1,4
K4	2	1,9	1,5	0	1,7	1,1	0,9	2,1	2,5	1,8
K5	1,2	1,2	1,2	1,7	0	0,9	1,4	1,2	1,5	1,6
K6	1,7	1,6	2,3	1,1	1,2	0	1,9	1,4	1,5	1,2
K7	0,9	1	1,3	0,6	1,7	1	0	1,1	1	1,1
K8	1,7	1,9	1,1	1,8	1	1,2	0,9	0	1,5	1,8
K9	1,7	1,4	1,2	2,2	1,6	1,3	1	1,7	0	1,5
K10	1,3	1,1	0,8	1,6	1,2	1,1	1,2	1,8	2	0

Tablo 7’de verilen direkt ilişki matrisi oyun geliştiriciler tarafından verilen cevapların ortalamaları alınarak belirlenmiştir. Tablo 8’de çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin oyun geliştiriciler tarafından belirlenen önemleri ve etki durumları sunulmuştur.

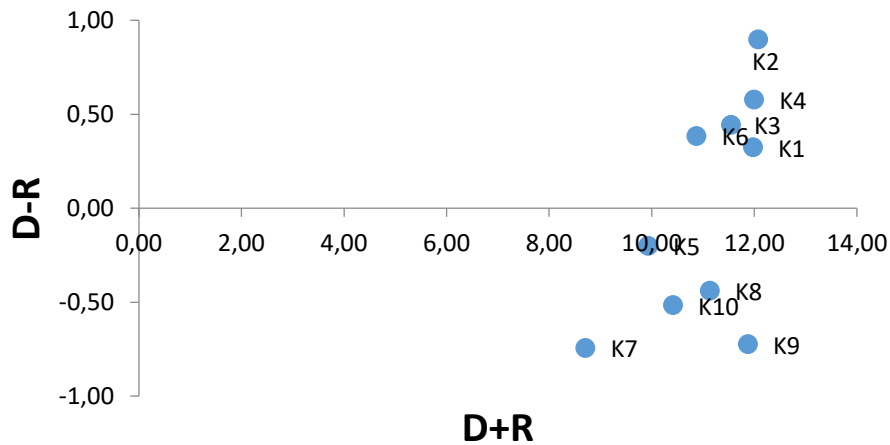
Tablo 8. Çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin oyun geliştiriciler tarafından belirlenen önemleri ve etki durumları

Kriterler	Ci	Ri	Ci+Ri	Ci-Ri
K1	6,1469	5,8228	11,9697	0,3242
K2	6,4860	5,5879	12,0739	0,8981
K3	5,9932	5,5496	11,5428	0,4436
K4	6,2858	5,7078	11,9936	0,5779
K5	4,8608	5,0626	9,9234	-0,2017
K6	5,6271	5,2435	10,8706	0,3836
K7	3,9791	4,7242	8,7033	-0,7451
K8	5,3440	5,7840	11,1280	-0,4400
K9	5,5731	6,2971	11,8702	-0,7240
K10	4,9466	5,4633	10,4099	-0,5166

Tablo 8’e göre elde edilmiş sonuçlar incelendiğinde, oyuncular tarafından çevrimiçi oyun kriterlerinin değerlendirilmesi probleminde en önemli üç kriter sırasıyla (C+R); mekanik (K2), hikaye (K4) ve estetik (K1) olduğu görülmektedir. En az öneme sahip kriter ise servis kalitesi (K7) kriteridir.

Öte yandan, C-R değerleri incelendiği zaman, diğer kriterler tarafından etkilenen kriterlerin, bilgi kalitesi (K5), servis kalitesi (K7), sosyal motivasyon (K10), dışa yönelik motivasyon (K8) ve içe yönelik motivasyon (K9) kriterleri olduğu görülmektedir. Bu kriterler arasından en çok servis kalitesi (K7) diğer kriterler tarafından etkilenmektedir. Diğer kriterleri etkileme gücü daha fazla olan kriterlerin de; sistem kalitesi (K3), mekanik (K2), estetik (K6), teknoloji (K1) ve Hikaye (K4) kriterleri olduğu için C-R değerlerinin sıfırdan büyük olması dolayısıyla anlaşılmaktadır. Bu kriterler arasından da, diğer kriterleri etkileme gücü en yüksek olan kriter mekanik (K2) kriteridir.

Şekil 3’ de Tablo 8 yardımıyla oyun geliştiriciler için oluşturulan çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin nedensel diyagramı verilmiştir.



Şekil 3. Oyun geliştiriciler için oluşturulan çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin nedensel diyagramı

Şekil 3'te verilen diyagramda, C-R için sıfır çizgisinin altında kalan kriterler (K5, K7, K8, K9, K10), diğer kriterler tarafından etkilenen kriterlerdir. C-R için sıfır çizgisinin üstünde kalan kriterler (K1, K2, K3, K4, K6) ise, diğer kriterleri baskın bir şekilde etkileyen kriterlerdir. Oyun geliştiriciler için yapılan ANP yöntemi için SuperDecisions programı ile elde edilen ağırlıklandırılmış süpermatris ve limit matris sırasıyla Tablo 9 ve Tablo 10'de verilmiştir. Oyun geliştiriciler tarafından değerlendirilen çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin ağırlıkları Şekil 4'te verilmiştir.

Tablo 9. Oyun geliştiriciler için oluşturulan ağırlıklandırılmış süpermatris

Clusters	Nodes	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
KRITERLER	K1	0.019325	0.038620	0.114794	0.080245	0.101510	0.133713	0.000000	0.086542	0.067971	0.079652
	K2	0.061096	0.105163	0.094491	0.055797	0.171804	0.233843	0.500000	0.085208	0.063626	0.088078
	K3	0.050472	0.107552	0.000000	0.060034	0.177009	0.233843	0.500000	0.110309	0.089518	0.085872
	K4	0.084692	0.114847	0.169976	0.129629	0.000000	0.000000	0.000000	0.203066	0.082404	0.123646
	K5	0.068590	0.000000	0.000000	0.074931	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.088594	0.106048
	K6	0.090883	0.156865	0.138475	0.067264	0.177009	0.000000	0.000000	0.099539	0.102553	0.104259
	K7	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	K8	0.149131	0.202424	0.216036	0.177367	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.151651	0.200544
	K9	0.222865	0.274529	0.266229	0.177367	0.372669	0.398600	0.000000	0.207668	0.164973	0.211900
	K10	0.252946	0.000000	0.000000	0.177367	0.000000	0.000000	0.000000	0.207668	0.188709	0.000000

Tablo 10. Oyun geliştiriciler için oluşturulan limit matris

Clusters	Nodes	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
KRITERLER	K1	0.078919	0.078919	0.078919	0.078919	0.078919	0.078919	0.078919	0.078919	0.078919	0.078919
	K2	0.097013	0.097013	0.097013	0.097013	0.097013	0.097013	0.097013	0.097013	0.097013	0.097013
	K3	0.097012	0.097012	0.097012	0.097012	0.097012	0.097012	0.097012	0.097012	0.097012	0.097012
	K4	0.107429	0.107429	0.107429	0.107429	0.107429	0.107429	0.107429	0.107429	0.107429	0.107429
	K5	0.045947	0.045947	0.045947	0.045947	0.045947	0.045947	0.045947	0.045947	0.045947	0.045947
	K6	0.099600	0.099600	0.099600	0.099600	0.099600	0.099600	0.099600	0.099600	0.099600	0.099600
	K7	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	K8	0.129119	0.129119	0.129119	0.129119	0.129119	0.129119	0.129119	0.129119	0.129119	0.129119
	K9	0.234818	0.234818	0.234818	0.234818	0.234818	0.234818	0.234818	0.234818	0.234818	0.234818
	K10	0.110143	0.110143	0.110143	0.110143	0.110143	0.110143	0.110143	0.110143	0.110143	0.110143

Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	K1	0.07892	0.078919
No Icon	K2	0.09701	0.097013
No Icon	K3	0.09701	0.097012
No Icon	K4	0.10743	0.107429
No Icon	K5	0.04595	0.045947
No Icon	K6	0.09960	0.099600
No Icon	K7	0.00000	0.000000
No Icon	K8	0.12912	0.129119
No Icon	K9	0.23482	0.234818
No Icon	K10	0.11014	0.110143

Şekil 4. Oyun geliştiriciler tarafından değerlendirilen çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin ağırlıkları

Şekil 4'e göre oyun geliştiriciler tarafından değerlendirilen çevrimiçi oyun tasarımına ait kriterlerin ağırlıklarına bakıldığında ilk üç sırada sırasıyla içe yönelik motivasyon (K9), dışa yönelik motivasyon (K8) ve sosyal motivasyon (K10) bulunmaktadır. Son üç sırada ise mekanik, bilgi kalitesi ve servis kalitesi yer almaktadır.

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Çevrimiçi oyun sektörü bağlamında yapılan bu araştırma, yaratıcılık ve kullanıcı ile buluşma sürecinin yalnızca 3 ana ve 10 alt kriter dahil edilerek oluşturulan bir yapı çerçevesinde incelenmiştir. Çevrimiçi oyun kriterleri DEMATEL ve ANP metodu ile ilişkisel yapı hakkında fikir veren kriterler değerlendirilerek önem sıralamaları yapılmıştır.

Çalışma sonuçları, çevrimiçi oyun kriterlerinin her iki gruba göre farklılaştığını göstermektedir. Geliştiriciler için Motivasyon ana kriteri, alt kriterleri ile birlikte en önemli ilk üç sırayı alırken, oyuncular için ilk üç sırada sırasıyla sistem kalitesi, teknoloji ve mekanik bulunmaktadır ve geliştiricilerin tam tersine Motivasyon kriteri en az öneme sahip bulunmuştur. Motivasyon ana kriterinin her iki uçta bulunması, çevrimiçi oyun denildiğinde kullanıcılar için ilk akla gelen olgu olduğu yargısını sarsmıştır. Kullanıcılar çalışma sorunsalına daha somut ve ekonomik bağlamda bakarken, geliştiricilerin ise tamamen farklı olarak, soyut ve davranışsal bağlamda oyunlara anlam yükledikleri söylenebilir. Bu sonuçlar bize, ele alınan kriterler dışında başka kriterlerin kullanıcıların oyun oynama niyetlerinde daha açıklayıcı olabileceği sinyallerini vermektedir. Benzer şekilde araştırmaya katılan geliştiriciler ise sektörün talep ettiklerinin dışında bir motivasyonla hareket ettikleri düşüncesini ortaya koymaktadır. Bu durum araştırmanın aşağıdaki kısıtları dahilinde de değerlendirilebilir:

İlk olarak araştırma Türkiye gibi yenilik endüstrisinde nispeten daha alt sıralarda yer alan ve katılımcıları da yine ülke sınırlarında yaşayan vatandaşlardan oluşmaktadır. Dolayısıyla, kültürel bağlam göz önüne alındığında literatürden farklı bakış açılarının yer alması beklenilebilir.

İkinci olarak ise; verilerin yüz yüze değil, internet üzerinden toplanmasıdır. Bu sebepten, katılımcıların psikografik özellikleri analiz dışında tutulmuştur. Bu durum da, motivasyonlarını anlamlandırma da kısıtlılık oluşturabilir.

Gelecek çalışmalar için, farklı kültürel bağlamda farklı demografik özellikler bağlamında benzer bir çalışma yapılabilir. Çevrimiçi oyun sektörünü oluşturan diğer tüm değişkenler incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Ankara Kalkınma Ajansı 2016, Ankara Dijital Oyun Sektörü Raporu.
- Fontela, E., & Gabus, A. (1976). The DEMATEL Observer, DEMATEL 1976 Report. Battelle Geneva Research Center, Geneva.
- Hwang, B.-N., Pai, N.-Y., Lu, C.-C., & Keny, Y. (2014)The Design Decision of Online Game Development Based on a MCDM Model Combining Dematel with ANP Method. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 63(2).486-498.
- IDATE Digiworld, Annual Survey of the French Video Game Industry, Second Edition, 2015
- Jacops, G., & Ip, B., (2005). Establishing User Requirements: Incorporating Gamer Preferences Into Interactive Games Design.*Design Studies*, 26(3), 243-255.
- Koo, D.-M., (2009). The Moderating Role of Locus of Control on the Links Between Experiential Motives and Intention to Play Online Games. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 466-474.DOI:http://dx.doi:10.1016/j.chb.2008.10.010
- Lo, Y.-F. & Wen, M.-H., (2010) A Fuzzy-AHP Based Technique for the Decision of Design Feature Selection in Massively Multiplayer Online Role-Playing Game Development.*Expert Systems with Applications*, 37(12), 8685-8693. DOI: http://dx.doi.10.1016/j.eswa.2010.06.059
- Muhammad, M. N., & Cavus, N., (2017). Fuzzy DEMATEL Method for Identifying LMS Evaluation Criteria. *Procedia Computer Science*, 120, 742-749.DOI: http://dx.doi.10.1016/j.procs.2017.11.304
- Norman, D.A., (2002)*The Design of Everyday Things*. New York: Basic Books.
- Rodgers, W., Negash, S., & Suk, K. (2005). The moderating effect of online experience on the antecedents and consequences of online satisfaction. *Psychology & Marketing*, 22(4), 313-331.DOI:http://dx.doi.10.1002/mar.20061

Schell, J. (2019). *The Art of Game Design: A book of lenses*. USA: Elsevier.

Shieh, J.-I., Wu, H.-H., &Huang, K.-K. (2010). A DEMATEL Method in Identifying Key Success Factors of Hospital Service Quality. *Knowledge-Based Systems*, 23(3), 277-282.DOI: <http://dx.doi.10.1016/j.knosys.2010.01.013>

Wu, W.-W., (2008) Choosing Knowledge Management Strategies by Using a Combined ANP and DEMATEL Approach. *Expert Systems with Applications*, 35(3), 828-835.DOI: <http://dx.doi.10.1016/j.eswa.2007.07.025>

Ekonomik Özgürlük ve Mutluluk Endeksleri Temelinde Ülkeler İçin Kümeleme Analizi

Mehmet AKSARAYLI

Prof. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Yöneylem Anabilim Dalı, İzmir-Türkiye, mehmet.aksarayli@deu.edu.tr

Hüseyin KAYA

Yüksek Lisans Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, İzmir-Türkiye, huseyinkayadeu@gmail.com

ÖZ

Wall Street Journal, Heritage Vakfı ile birlikte her yıl “Ekonomik Özgürlük Endeksi” adında bir endeks yayınlamaktadır. Bu endekste Birleşmiş Milletlere üye olan bütün ülkeler yer almakta ve endeks içerisinde yer alan on bağımsız değişken sonucu ortaya çıkan toplam skorlara göre ülkeleri sıralamaktadır. Bu bağımsız değişkenler iş özgürlüğü, ticaret özgürlüğü, mali özgürlük, kamu harcamaları, parasal özgürlük, yatırım özgürlüğü, finansal özgürlük, mülkiyet hakları, yolsuzlukla savaş, işgücü özgürlüğü olmak üzere analizde kullanılmıştır. Her değişkenin kendi içerisinde bir hesaplama yöntemi bulunmakta ve bu hesaplama sonucunda ortaya bir skor çıkmaktadır. Ekonomik özgürlük endeksi bu skorlar sonucunda elde edilmektedir. Ekonomik özgürlük endeksinde üst sıralarda olan ülkeler büyük refaha ve sürdürülebilir büyümeye sahip ülkelerdir. “Dünya Mutluluk Raporu” birincisi, Nisan 2012’de “Refah ve Mutluluk: Yeni Bir Ekonomik Paradigma Tanımlama” konulu bir BM Üst Düzey toplantısını desteklemek üzere yayınlanan ve o zamandan itibaren de yayınlanmaya devam eden bir rapordur. Bu rapor, ulusal mutluluk hakkındaki mevcut küresel verileri sunmakta ve ortaya çıkan mutluluk biliminden elde edilen ilgili kanıtları gözden geçirmektedir; bu, insanların yaşam kalitesinin, tutarlı, güvenilir ve geçerli bir şekilde değerlendirilebileceğini göstermiştir. Ülkelerin ve bireylerin refah düzeyini oluşturan sosyo-ekonomik faktörler Dünya Mutluluk Raporu’nun genel çerçevesini belirlemektedir. Bunların içerisinde sayabileceğimiz birçok faktör bulunmakla birlikte en önemlileri, kişi başına düşen gelir ve alım gücü, ileriye dönük yaşam beklentisi, siyasi istikrar ve güven ortamı, sosyal yardım ve cömertlik olarak düşünülebilir. Yapılan mutluluk araştırmaları sonucunda ekonomik özgürlüğü nispeten daha yüksek ülkelerin, mutluluk oranlarının da bununla paralel olarak yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu konu üzerinde etkili olan faktörler yukarıda bu endekslerin bulunmasında kullanılan bağımsız değişkenlerle doğrudan alakalıdır. Günümüz ekonomik dünyasında beşeri sermayenin niteliği ve bu endekslerin sonuçları, doğrudan yabancı yatırımların karar aşamasındaki en belirleyici faktörlerdir. Bu çalışmanın amacı makro ve mikro açıdan ekonomik birimlerin, ekonomik özgürlük endeksi ve Dünya Mutluluk Raporu ile ilgili araştırmalardan elde edilen verilerin karşılaştırılarak, aralarındaki ilişkinin yönünü ve boyutunu incelemektir. Bu analiz için ülkelerin 2015-2017 dönemindeki verilerinden yararlanılmıştır. Analiz için hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümeleme analizi yöntemi kullanılmıştır. Kümeleme yöntemi olarak k ortalamlar yaklaşımı ele alınmıştır. Elde edilen kümeler analiz edilmiş ve yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kümeleme Analizi, Ekonomik Özgürlük İndeksi, Dünya Mutluluk İndeksi

JEL Kodları: C02, C44, I00

Cluster analysis based on economic freedom and happiness index for countries

ABSTRACT

The Heritage Foundation and the Wall Street Journal annually publishes an index called the “Economic Freedom Index”. This index includes all the member states of the United Nations and lists the countries according to the total scores of the ten independent variables included in the index. These independent variables were used in the analysis: work freedom, trade freedom, financial freedom, public expenditures, monetary freedom, investment freedom, financial freedom, property rights, fight against corruption and labor freedom. Each variable has its own

calculation method, which results in a score. The economic freedom index is obtained as a result of these scores. Countries that rank high in the economic freedom index are those with great prosperity and sustainable growth. “World Happiness Report”, the first was released in April 2012 in support of a UN High level meeting on “Wellbeing and Happiness: Defining a New Economic Paradigm” and has since then continued to be published. This report presents available global data on national happiness and reviews relevant evidence from the emerging science of happiness; this has shown that people's quality of life can be assessed in a consistent, reliable and valid way. The socio - economic factors that make up the welfare of countries and individuals determine the overall framework of the World Happiness Report. Although there are many factors that can be mentioned, the most important ones can be considered as income and purchasing power per capita, prospective life expectancy, political stability and trust environment, social assistance and generosity. As a result of happiness researches, it is observed that countries with higher economic freedom and happiness rates are high in parallel. The factors influencing this issue are directly related to the independent variables used in finding these indices above. In today's economic world, the nature of human capital and the results of these indices are the most decisive factors in the decision-making process of foreign direct investments. The aim of this study macro and micro aspects of economic agents, economic freedom index and the World Happiness Report comparison of data obtained from research on, is to examine the direction and magnitude of the relationship between them. For this analysis, the data of the countries in 2015-2017 periods were used. For the analysis, hierarchical and non-hierarchical cluster analysis method was used. K means approach as a clustering method is considered. The obtained clusters were analyzed and interpreted.

Keywords: Cluster Analysis, World Economic Freedom Index, World Happiness Index

JEL Codes: C02, C44, I00

1. GİRİŞ

Ekonomik özgürlük, her insanın kendi emeğini ve malını kontrol etmesinin temel hakkıdır. Ekonomik açıdan özgür bir toplumda, bireyler istedikleri şekilde çalışmak, üretmek, tüketmek ve yatırım yapmakta serbesttirler. Ekonomik açıdan özgür toplumlarda, hükümetler emeğin, sermayenin ve malların özgürce hareket etmesine izin verir ve özgürlüğü korumak ve sürdürmek için gerekli olanın ötesinde zorlama veya özgürlük kısıtlamasından kaçınırlar.

Devlet, bireylerin, işletmelerin ve hükümetlerin kendilerinin faaliyet gösterdiği kurumsal ve politika çerçevesini belirler. Devlet ve mutluluk arasındaki bağlantılar her iki yönde de işler: hükümetlerin mutluluğu etkilediği ve çoğu ülkede vatandaşların mutluluğu ne tür hükümetleri desteklediklerini belirler. Bazen bu bağlantıları her iki yönde de izlemek mümkündür.

Bu çalışmada Ekonomik Özgürlük ve Dünya Mutluluk Raporu verilerini kullanarak benzer özellikteki ülkelerin özgürlük ve mutluluk değişkenleri altında nasıl gruplandığını incelemek amaçlanmıştır. Uygulamada sonuca ulaşmak için hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümeleme analizi yöntemlerine başvurulmuştur.

2. DÜNYA MUTLULUK RAPORU

Dünya Mutluluk Raporu, birincisi 2012 yılının nisan ayında “Refah ve Mutluluk: Yeni Bir Ekonomik Paradigmanın Tanımlanması” konulu Birleşmiş Milletler yüksek düzeyli toplantısını desteklemek üzere yayınlanan ve 2012’den itibaren her yıl yayınlanmaya devam eden bir rapordur. İlk rapor, ulusal mutluluk hakkındaki mevcut küresel verileri sunmuş ve ortaya çıkan mutluluk bilimi ile ilgili kanıtları gözden geçirerek, insanların yaşam kalitesinin tutarlı, güvenilir ve geçerli bir şekilde çeşitli faktörler tarafından değerlendirilebileceğini göstermiştir. Her rapor, güncellenmiş değerlendirmeler, refah biliminin derinliklerine inen özel konular ve belirli ülke ve bölgelerde mutluluk üzerine bir dizi bölüm içerir. Raporlar genellikle merkezi bir tema altında yazılsa da bazen odaklandığı farklı noktalarda olmuştur.

Dünya Mutluluk Raporu verileri “Gallup World Poll” isimli bir şirket tarafından toplanmaktadır. Gallup her yıl 150’den fazla ülkede, 15 yaşından büyük yaklaşık 1000 kişiye bu anketi yapmaktadır. Gallup bu anketleri yaparken katılımcılardan 10 basamaklı bir merdiven düşüncelerini ve mümkün olan en iyi yaşam 10, mümkün olan en kötü yaşam da 0 olacak şekilde kendilerini kaçınıcı basamakta gördüklerini sorar, bu merdivene “Cantril Merdiveni” adı verilir. Dünya Mutluluk Konseyi bu anketin verilerini başka veri kaynakları ile birleştirerek Dünya Mutluluk Raporu’nu oluşturur. Dünya Mutluluk Raporu’nda bulunan ülkeler birçok veri ve faktörden oluşmasına rağmen tek bir endekse göre sıralanırlar, “Mutluluk Endeksi”.

Mutluluk Endeksi oluşturulurken bu endeks ile en çok ilgili 7 anahtar faktör belirlenmiştir. Bu faktörler; ekonomi, aile, sağlık, özgürlük, güven, cömertlik ve yolsuzluk olarak belirlenmiştir. Bu faktörlerin yanında ek olarak “Distopya” adı verilen bir faktör daha hesaplamaya alınmaktadır. Distopya, dünyanın en mutsuz insanlarına sahip olan hayali bir ülkedir. Bu 8 faktörün toplamı “Mutluluk Skoru” olarak adlandırılıp tek bir değer ile ülkeleri mutluluklarına göre sıralamamızı sağlamaktadır.

3. EKONOMİK ÖZGÜRLÜK

“Ekonomik Özgürlük Endeksi” Heritage Foundation tarafından 1995’te yayınlanmaya başlamıştır. Ekonomik özgürlük endeksinin kuruluşundan bu yana, hukukun üstünlüğü, sınırlı hükümet, mevzuat verimliliği ve serbest piyasa gibi ana faktörlerle açıklanabileceğini aynı zamanda basit ama çok önemli bir gösterge olduğunu kanıtlamıştır. Ekonomik özgürlük daha fazla refah getirir. Ekonomik Özgürlük Endeksi, ekonomik özgürlük ile çeşitli olumlu sosyal ve ekonomik hedefler arasındaki pozitif ilişkiyi belgelemektedir. Ekonomik özgürlük idealleri daha sağlıklı toplumlar, daha temiz ortamlar, kişi başına daha fazla refah, insani gelişme, demokrasi ve yoksulluğun ortadan kaldırılması ile güçlü bir şekilde ilişkilidir. Yüksek derecede ekonomik özgürlüğe sahip olan ülkeler, bireylerin ağır hükümet

düzenlemeleri ve vergilendirmesi ile serbest kaldıklarında yenilik yapma ve gelişme yeteneklerinden daha fazla yararlanmaları sebebiyle gelişir. Serbest piyasa sistemi, kaynakların en verimli şekilde tahsis edilmesini teşvik eder ve iş ve tüketim için mevcut seçenekleri en üst düzeye çıkaran dinamik bir ortam oluşturur. Özgürlüğün kendisi önemli bir değerdir ve ekonomik özgürlük, insan toplumunun ilerlemesini ölçtüğümüz çok çeşitli önemli ekonomik ve sosyal başarıları mümkün kılan zenginliği üretmek için hayati bir mekanizmadır. Ekonomik özgürlük, 4 ana faktör ve bu ana faktörleri açıklayan 12 nitel ve nicel alt faktörle dayanarak hesaplanmaktadır.

Hukukun Üstünlüğü: (mülkiyet hakları, hükümetin bütünlüğü, yargı etkinliği)

Devlet Büyüklüğü: (kamu harcamaları, vergi yükü, mali sağlık)

Mevzuat Verimliliği: (iş özgürlüğü, emek özgürlüğü, para özgürlüğü)

Pazar Açıklığı: (ticaret özgürlüğü, yatırım özgürlüğü, finansal özgürlük)

Bu kategorilerdeki on iki ekonomik özgürlük değişkeninin her biri 0 ila 100 arasında derecelendirilmiştir. Derecelendirme şuan itibari ile 186 ülkeyi kapsamaktadır. Bir ülkenin genel puanı, bu on iki ekonomik özgürlük değişkeninin ortalamasının alınmasıyla elde edilir ve her birine eşit ağırlık verilir. Ekonomik Özgürlük Endeksi, ekonomik özgürlüğün olumlu faydalarını sağlamada her bileşeni eşit derecede önemli görmektedir. Ülke puanlarının belirlenmesinde her özgürlük eşit olarak ağırlıklandırılmaktadır. Ekonomik reformları düşünen ülkeler, en düşük puan aldıkları faktörlerde ekonomik performansını iyileştirmek için önemli fırsatlar bulabilirler. Bu faktörler, ekonomik büyüme ve refah üzerinde önemli bağlayıcı kısıtlamalar olduğunu gösterebilir.

4. KÜMELEME ANALİZİ

Kümeleme analizi, bir kümedeki hangi nesnelerin benzer olduğunu bulmak için kullanılabilen, yüzlerce numaralandırma gibi çeşitli matematiksel yöntemler için genel bir isimdir. Kümeleme analizinin matematiksel yöntemleri bunu matematiksel olarak başarır. Bu yöntemler, gerçek nesneleri sıralamak yerine veri olarak tanımlanan nesneleri sıralar. Benzer açıklamalara sahip nesneler, matematiksel olarak aynı kümede toplanır (Romesburg, 2004:2) Kümeleme yöntemleri aşamalı (aşama sıralı ya da hiyerarşik kümeleme) ve aşamalı olmayan (aşama sıralı olmayan ya da hiyerarşik olmayan) küme yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Alpar, 2013:324).

4.1. Hiyerarşik Kümeleme Yöntemleri - Ward's Yöntemi

Hiyerarşik kümeleme analizinde kullanılan çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler; tek bağlantı, tam bağlantı, medyan kümeleme, ortalama bağlantı, merkezi kümeleme ve Ward yöntemi olarak sıralanabilir (Akdamar, 2019). Bu yöntemleri karşılaştıran literatürdeki çalışmalarda, genellikle Ward yöntemi en iyi sonuç veren yöntem olarak görülmektedir (Kuiper and Fisher, 1975; Blashfield, 1976; Hands and Everitt, 1987; Ferreira ve Hitchcock, 2009). Ward yöntemi ile bir kümedeki varyansı en aza indirecek gruplar oluşturulmaktadır (Murtagh ve Legendre, 2014:275).

Bir hiyerarşik kümeleme analizi yöntemi olan ward's yöntemi aynı zamanda en küçük varyans yöntemi olarak da bilinmektedir (Alpar, 2013:333). Ward's yöntemi, az sayıda gözlemin bulunduğu çalışmalar için gerçekçi ve optimum sonuçlar verdiği için, gözlem sayısı az olan çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (H.C. Çelik ve Kahyaoğlu, 2007:574; Özgen ve H.C. Çelik, 2008:71). Bundaki amaç, kümeler içindeki varyansı minimum kılmaktır. Bu amaçla hata kareler toplamına (ESS) ilişkin formülünden yararlanılır (Ş. Çelik, 2013:182).

$$ESS = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}$$

Formüldeki; i'inci gözlemin skorunu ve n veri sayısını ifade eder. Kümeleme işleminin ilk adımında her birimin kendisi bir küme oluşturduğundan, ESS sıfır olmaktadır. Yöntem, ESS'de minimum artışta sonuçlanan grupların elde edilmesi ile devam etmektedir(Sunğur,2016).

4.2. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme - K-Ortalamalar Yöntemi

Hiyerarşik olmayan kümelemede kullanılan yöntem, k-ortalamalar kümelemesi yöntemidir. Burada, önce küme sayısı belirlenir. Bu da araştırmacının ön bilgisine ve tecrübesine dayanarak yapılır. Daha sonra her kümenin tipik bir gözlemi seçilir. Benzer gözlemler tipik gözlemin etrafında birer birer kümelenir. Burada ANOVA tipi testler kullanılarak her kümeyi oluşturan gözlemlerin değişkenlere göre ortalamalarına bakılır. Güvenilir olması en belirgin üstünlüğüdür. K-ortalamalar kümelemesinde küme sayısı araştırmacı tarafından belirlendiği için bazı yan konular önem kazanmaktadır. Bunların başında analizde işlemlerin tekrarlanma sayısı ve yakınsama kriteri gelir. Kaynaklar, işlemlerin en az 10 defa tekrarlanması gerektiğini ve yakınsama kriterinin de 0-1 arasında mümkün mertebe küçük bir sayı olmasını tavsiye etmektedirler. Bu oran azaldıkça gözlemlerin kümeler atanması daha güvenilir olmaktadır. K-ortalamalar kümesinde bir diğer önemli husus, gözlemlerin küme üyeliği ile gözlemlerin küme merkezinden uzaklığıdır. Bu iki veri, her kümede yer alan gözlemlerin homojenliğini ve birbiriyle olan yakınlığını gösterir. (Nakip,2006:459).

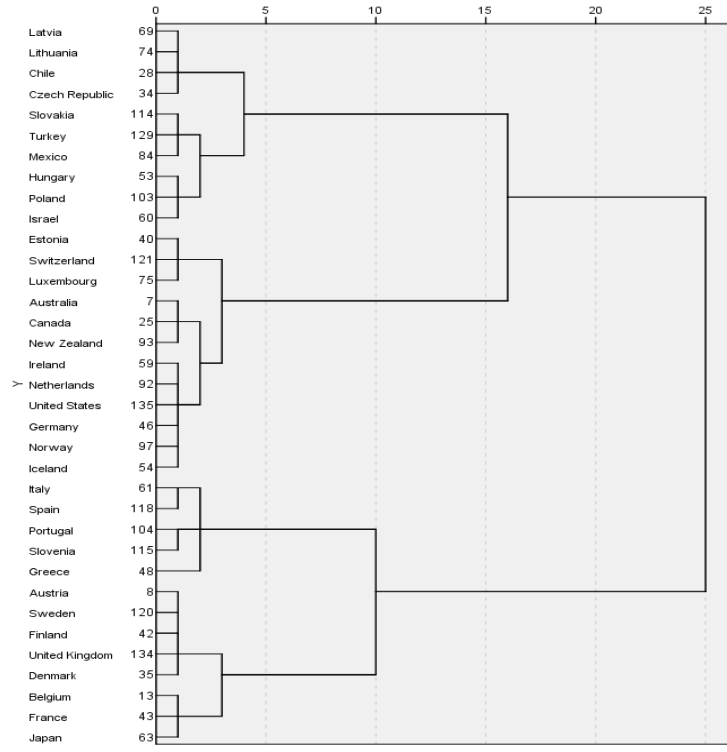
5. UYGULAMA

Bu çalışmada iki farklı veri seti kullanılmıştır. Birincisi 12 alt değişkenden oluşan ekonomik özgürlük, ikincisi ise 8 değişkenden oluşan Dünya Mutluluk Raporu verileridir. Bu veriler 35 OECD ülkesini kapsamakla birlikte 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait verilerdir. Ekonomik özgürlük verisini oluşturan 12 alt değişken kendi ana başlıkları yeni değişkenler oluşturacak şekilde üçerli gruplara ayrılıp ortalamaları alınmıştır bu şekilde 4 yeni değişken elde edilmiştir. Bu 4 yeni değişken hukukun üstünlüğü, devlet büyüklüğü, mevzuat verimliliği ve pazar açıklığı olarak isimlendirilmiştir.

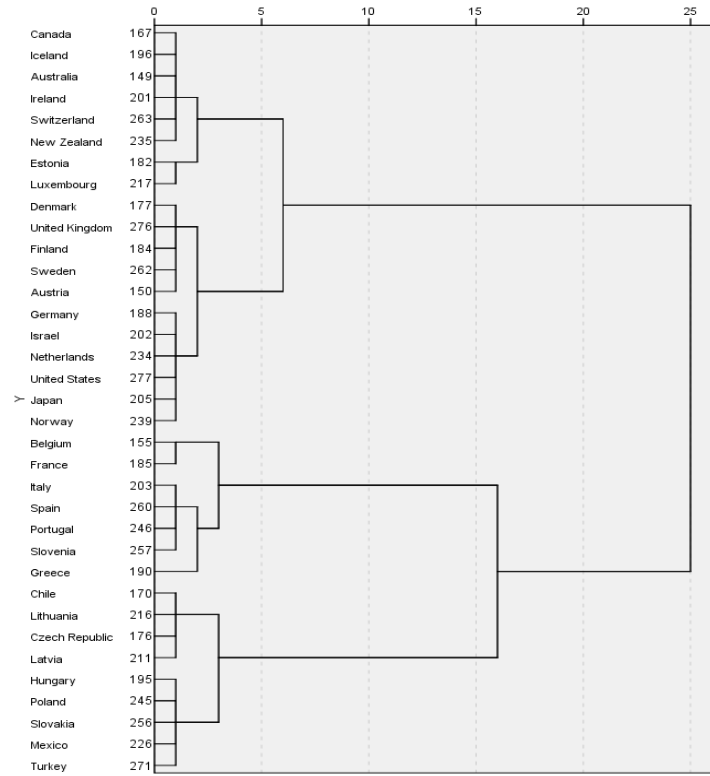
Değişkenler çalışmaya hazır hale getirildikten sonra hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden olan Ward's yöntemi ile küme sayısı belirlenmiş ve ardından k- ortalamalar yöntemi ile kümeler elde edilmiştir.

5.1. Ward's Yöntemi Sonuçları

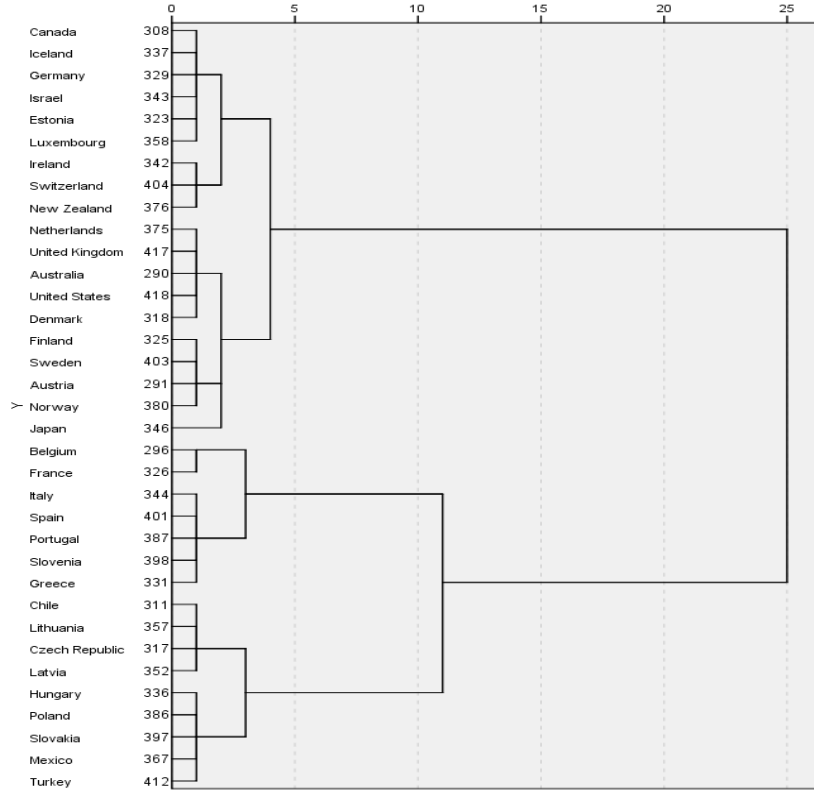
Ward's yöntemi yeni oluşturulan 4 değişken ile birlikte Dünya Mutluluk Raporu'ndan 7 ana değişken için uygulanmıştır. Uygulamadan üç farklı yıla ait dendrogram grafiği elde edilmiştir Dendrogram grafikleri incelendiğinde k-ortalamalar yöntemini uygularken kullanılması gereken küme sayısı 4 olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. 2017 Yılı için Dendrogram grafiği



Şekil 2. 2018 Yılı için Dendrogram grafiği



Şekil 3. 2019 Yılı için Dendrogram grafiği

5.2. K- ortalamalar Yöntemi Sonuçları

Hiyerarşik kümeleme analizi sonrası belirlenen 4 küme temelinde k – ortalamalar yöntemine göre 2017 yılı için kümeler aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

Birinci Küme : Avusturalya, Kanada, Şili, Estonya, Almanya, İzlanda, İrlanda, İsrail, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Yeni Zelanda, Norveç, İsviçre

İkinci Küme : Çekya, Macaristan, Meksika, Polonya, Slovakya, Türkiye

Üçüncü Küme : Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Japonya, Hollanda, İsveç, Birleşik Krallık, ABD

Dördüncü Küme: Fransa, Yunanistan, İtalya, Portekiz, Slovenya, İspanya

2017 yılı için k- ortalamalar yöntemi ile elde edilen kümelerin merkezleri aşağıda tabloda verilmiştir. Tabloya bakıldığında Küme 3'ün Ekonomik Özgürlük ve Mutluluk alt endekslerinin diğer kümelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu kümedeki ülkelerin daha yüksek mutluluk ve ekonomik özgürlük endeksine sahip olan ülkeler olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye 2017 yılı itibarıyla Küme 2'de Çekya, Macaristan, Meksika, Polonya, ve Slovakya ile birlikte yer almıştır. Küme 2 ve Küme 4'de yer alan ülkelerin daha düşük mutluluk ve ekonomik özgürlük endeksine sahip olan ülkeler olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 1. 2017 Yılı İçin Küme Merkezleri

Değişkenler	Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4
F1_Hukukun_Üstünlüğü	77,94	52,10	82,24	62,18
F2_Devlet_Büyükülüğü	71,71	70,02	49,50	39,82
F3_Mevzuat_Verimliliği	76,81	69,87	80,06	70,35
F4_Pazar_Açıklığı	80,81	75,96	81,99	71,77
H1_Dystopiasidual100	21,05	21,30	20,76	16,53
H2_GDPpercapita100	1,45	1,27	1,48	1,36
H3_Socialsupport100	14,79	13,79	14,75	14,04
H4_Healthylifeexpectancy100	7,90	7,00	8,19	8,31
H5_Freedomtomakelifechoices100	5,19	3,66	5,63	3,84
H6_Generosity100	3,22	1,05	3,35	1,38
H7_Perceptionsofcorruption100	2,24	,65	2,76	,63

Hiyerarşik kümeleme analizi sonrası belirlenen 4 küme temelinde k – ortalamalar yöntemine göre 2018 yılı için kümeler aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

Birinci Küme : Yunanistan, Macaristan, İtalya, Slovenya

İkinci Küme : Avusturalya, Kanada, Danimarka, Estonya, Almanya, İzlanda, İrlanda, İsrail, Lüksemburg, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, İsveç, İsviçre, Birleşik Krallık, ABD

Üçüncü Küme : Avusturya, Belçika, Finlandiya, Fransa, Japonya, Portekiz, İspanya

Dördüncü Küme: Şili, Çekya, Letonya, Litvanya, Meksika, Polonya, Slovakya, Türkiye

2018 yılı için k- ortalamalar yöntemi ile elde edilen kümelerin merkezleri aşağıda tabloda verilmiştir. Tabloya bakıldığında Küme 2'nin Ekonomik Özgürlük ve Mutluluk alt endekslerinin diğer kümelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu kümedeki ülkelerin daha yüksek mutluluk ve ekonomik özgürlük endeksine sahip olan ülkeler olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye 2018 yılı itibarıyla Küme 4'de Şili, Çekya, Letonya, Litvanya, Meksika, Polonya ve Slovakya ile birlikte yer almıştır. Küme 1 ve Küme 4'de yer alan ülkelerin daha düşük mutluluk ve ekonomik özgürlük endeksine sahip olan ülkeler olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 2. 2018 Yılı İçin Küme Merkezleri

Değişkenler	Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4
F1_Hukukun_Üstünlüğü	54,91	82,76	74,47	55,36
F2_Devlet_Büyükülüğü	53,83	65,65	46,78	76,55
F3_Mevzuat_Verimliliği	72,40	78,60	73,94	71,75
F4_Pazar_Açıklığı	70,22	83,14	78,03	77,49
H1_Dystopiasidual100	18,22	21,84	19,59	22,46
H2_GDPpercapita100	1,20	1,36	1,29	1,16
H3_Socialsupport100	14,03	15,40	14,96	14,27
H4_Healthylifeexpectancy100	8,53	8,75	9,15	7,57
H5_Freedomtomakelifechoices100	3,26	6,19	5,66	4,24
H6_Generosity100	,89	2,88	1,42	,97
H7_Perceptionsofcorruption100	,37	2,79	1,82	,56

Hiyerarşik kümeleme analizi sonrası belirlenen 4 küme temelinde k – ortalamalar yöntemine göre 2019 yılı için kümeler aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

Birinci Küme : Avusturalya, Kanada, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Almanya, İrlanda, İzlanda, İsrail, Lüksemburg, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, İsveç, İsviçre, Birleşik Krallık, ABD

İkinci Küme : Şili, Çekya, Macaristan, Letonya, Litvanya, Meksika, Polonya, Slovakya, Türkiye

Üçüncü Küme : Avusturya, Fransa, Belçika, Japonya

Dördüncü Küme: Yunanistan, İtalya, Portekiz, Slovenya, İspanya

2019 yılı için k- ortalamalar yöntemi ile elde edilen kümelerin merkezleri aşağıda tabloda verilmiştir. Tabloya bakıldığında Küme 1'nin Ekonomik Özgürlük ve Mutluluk alt endekslerinin diğer kümelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu kümedeki ülkelerin daha yüksek mutluluk ve ekonomik özgürlük endeksine sahip olan ülkeler olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye 2019 yılı itibarıyla Küme 2'de Şili, Çekya, Macaristan, Letonya, Litvanya, Meksika, Polonya ve Slovakya ile birlikte yer almıştır. Küme 2 ve Küme 4'de yer alan ülkelerin daha düşük mutluluk ve ekonomik özgürlük endeksine sahip olan ülkeler olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 3. 2019 Yılı İçin Küme Merkezleri

Değişkenler	Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4
F1_Hukukun_Üstünlüğü	82,30	51,99	74,62	56,85
F2_Devlet_Büyüklüğü	66,25	75,84	49,36	54,60
F3_Mevzuat_Verimliliği	77,78	70,86	74,27	70,38
F4_Pazar_Açıklığı	82,73	77,25	76,92	71,33
H1_Dystopiasresidual100	22,09	22,03	20,08	17,68
H2_GDPpercapita100	1,39	1,20	1,35	1,25
H3_Socialsupport100	15,28	14,30	14,68	14,17
H4_Healthylifeexpectancy100	9,98	8,59	10,34	10,11
H5_Freedomtomakelifecoices100	5,36	3,35	4,71	3,46
H6_Generosity100	2,69	,92	1,46	1,00
H7_Perceptionsofcorruption100	2,82	,51	1,90	,45

6. SONUÇ

Yapılan çalışmada Ekonomik Özgürlük endeksi ve Dünya Mutluluk Raporu ile ilgili araştırmalardan elde edilen 2017-2019 dönemindeki verilerinden yararlanılarak OECD ülkeleri temelinde hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümeleme analizi ile ülkelerin kümelenebilirliği elde edilmiştir.

Ekonomik Özgürlük endeksi kapsamında 4 alt değişken ile birlikte Dünya Mutluluk Raporu'ndan 7 alt değişken analizlerde kullanılmıştır. Ward's yöntemi üç farklı yıl verilerin uygulanmış ve küme sayısı 4 olarak belirlenmiştir. K-ortalamalar yöntemi sonuçları her üç yıl içinde incelendiğinde yıllar itibarıyla kümeleme sonuçları benzerlik göstermektedir. Özellikle Ekonomik özgürlük ve Mutluluk endeksi değerlerini yüksek olan ülkeler iki farklı kümede birlikte yer almışlar, Ekonomik özgürlük ve Mutluluk endeksi değerlerini daha düşük olan ülkeler iki farklı kümede birlikte yer almışlardır.

Türkiye analizler sonrasında Çekya, Meksika, Polonya ve Slovakya ile birlikte üç yılda da aynı kümede, Macaristan, Letonya, Litvanya ve Şili ile iki yıl aynı kümede yer aldığı görülmektedir. Ayrıca bu ülkelerin Mutluluk Endeksi ve Ekonomik Özgürlük endeksine göre düşük değerlere sahip ülkeler olduğu görülmektedir.

KAYNAKÇA

- Russell, J. R. & Wright, M. H. (2004). "An Examination Of The Foundations Of Economic Freedom: Cluster-Segmentation Analysis Of The Judeo-Christian Socio-Economic Model", Christian Business Faculty Association Annual Conference, San Antonio.
- Grubel, H. G. (1998). "Economic Freedom And Human Welfare: Some Empirical Findings", *Cato Journal*, 18 (2) (Fall):287-304.
- Mccuddy, M. K. (2010). "Economic Freedoms And Public Corruption: A Global Analysis", Asbbs Annual Conference: Las Vegas, 11 (1): 404-418.
- Okagbue, H. I., Oguntunde, P. E., Bishop, S. A., Adamu, P. I., Akhmetshin, E. M., & Iroham, C. O. (2019). Significant Predictors Of Henley Passport Index. *Journal Of International Migration And Integration*, 1-12.
- Teague, J., & Locker, C. (2019). Analyzing The Relationship Between Happiness And European State-Mandated Parental Leave: Lessons For Human Resource Policymakers. *International Journal Of Business & Public Administration*, 16(1).
- De Neve, J. E., & Ward, G. (2017). Does Work Make You Happy? Evidence From The World Happiness Report. *Harvard Business Review*.
- Engin, M. Hiyerarşik Kümeleme Analizi İle Oecd Ülkelerinin Bilgi Ekonomi İndekslerine Göre Sınıflandırılması. *Paradoks Ekonomi Sosyoloji Ve Politika Dergisi*, 14(Özel Sayı: 1), 73-86.
- Güler, E. Ö., & Veysikarani, D. Oecd Ülkelerinin İnovasyon Göstergeleri Açısından Çok Değişkenli İstatistiksel Analizlerle Karşılaştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 157-168.
- Akdamar, E. (2019). Oecd Ülkelerinin Bazı İş Gücü Piyasası Göstergeleri Kullanılarak Kümeleme Analizi Ve Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi İle İrdelenmesi. *Akademik Araştırmalar Ve Çalışmalar Dergisi (Akad)*, 11(20), 50-65.
- Romesburg, C. (2004). *Cluster Analysis For Researchers*
- Sonğur, C. (2016). Sağlık Göstergelerine Göre Ekonomik Kalkınma Ve İşbirliği Örgütü Ülkelerinin Kümeleme Analizi. *Sgd-Sosyal Güvenlik Dergisi*, 6(1), 197-224.
- Nakip, M. (2006). *Pazarlama Araştırmaları, Teknikler Ve (Spss Destekli) Uygulamalar*. Seçkin Yayıncılık.
- <https://Worldhappiness.Report/Faq/>
- <https://Www.Heritage.Org/Index/About>

Comparison of Hsieh Test and ANOVA for Log-Transformed on Income Data

Mustafa CAVUS

Eskisehir Technical University, Department of Statistics, Eskisehir, Turkey, mustafacavus@eskisehir.edu.tr
orcid.org/0000-0002-6172-5449

Berna YAZICI

Eskisehir Technical University, Department of Statistics, Eskisehir, Turkey, bbaloglu@eskisehir.edu.tr
orcid.org/0000-0001-9843-7355

ABSTRACT

There are many techniques to transform the non-normal data to normal. For testing the equality of several population means, Classical F (CF) test is used to transformed data by using square root, cube root, log or Box-Cox transformations. However, parametric testing procedures may show better performance than transformation methods. In this study, the superiority of the parametric procedure is Hsieh test over the transformation techniques are investigated on the skewed data in a Monte-Carlo simulation study. Specifically, log transformation is considered for two-parameter exponential distribution as a skewed distribution. The performance of the Hsieh test is better than the CF test on the log-transformed data. Also, real data examples are given to support the results of the simulation study. Although results of CF test on the log transformed data indicate that population means are equal, Hsieh test revealed the difference between the group means in the real data application.

Keywords: ANOVA, Two-parameter exponential distribution, right skewed distribution, log- transformation, income data

JEL Codes: C12, C15, O13

1. INTRODUCTION

Testing the equality of population means are often considered in the applied sciences. Classical F (CF) test is one of the most used procedures and also known as ANOVA test. It gives powerful results when the assumptions are normality and variance homogeneity are valid. The dataset are often non-normal cause to decrease the power of the CF test in the real life. In this case, researchers usually perform the ANOVA test after normalizing the data. Cavus et al. (2017) modified the methods using with robust estimators in case of non-normality caused by outliers. Also, the efficiency of this method is illustrated in a real data example (Cavus et al, 2018).

There are many transformation techniques such as square root, cube root, log or Box-Cox transformations in the literature to transform the non-normal data to normal. For testing the equality of several group means, Classical F (CF) test is used to transformed data by using transformation techniques. However, parametric testing procedures may show better performance than transformation methods. In this study, the superiority of the parametric procedures over the transformation techniques are investigated on the skewed data. The two-parameter exponential distribution is considered as a skewed distribution.

$$f(x; \mu, \theta) = \frac{1}{\theta} \exp\left(\frac{x - \mu}{\theta}\right), \quad x > \mu, \quad \theta > 0$$

Hsieh (HS) test is improved as a parametric procedure for testing equality of the several two-parameter exponentially distributed group means. Specifically, log transformation is used for normalizing the two-parameter exponential distributed data.

The study discusses the performance of the parametric procedures and transformation techniques on non-normal data on testing equality means of k two-parameter exponentially distributed populations under unequal shape parameters. In the next section, Hsieh test is introduced. A Monte-Carlo simulation study is conducted for comparing the performances of these tests in Sec 3. To show the efficiency of the tests, an illustrative example is given in Sec 4. The results are discussed in the last section.

2. HSIEH TEST

Hsieh (1986) proposed the following test statistics for testing the equality of location parameters of several two-parameter exponential distributions with unequal scale parameters.

$$T_H = -2 \sum_{j=1}^k (r_j - 1) \ln[S_j / (S_j + W_j)]$$

The $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ is rejected when $T_H > \chi^2_{(2k-2)}$.

3. MONTE-CARLO SIMULATION STUDY

Simulation study is conducted to investigate the performance of the HS, ANOVA and log-transformed ANOVA (LT-ANOVA) for balanced and unbalanced designs in terms of penalized power and Type I error probability. The number of groups is fixed as $k = 3$. The results of the Type I error probabilities of the tests for small, moderate and large samples are tabulated in Table 1. The doex R package is used to perform these test (Cavus and Yazici, 2019).

Table 1. Type I error probabilities of the tests for $\alpha = 0.05$			
n_i	HS	LT-ANOVA	ANOVA
10, 10, 10	0.0693	0.0502	0.0480
30, 30, 30	0.0556	0.0533	0.0504
50, 50, 50	0.0504	0.0500	0.0482
5, 10, 15	0.0867	0.0489	0.0458
15, 30, 45	0.0569	0.0544	0.0525
25, 50, 75	0.0537	0.0510	0.0489

Table 1 shows the Type I error probabilities of the tests under scale parameter 2 and location parameter 1 for small, moderate and large samples. The HS test can not to control Type I error probability in small samples for $\alpha = 0.05$ while the others control Type I error probability for all sample sizes. The performance of the test on the controlling the Type I error probability are getting better when the sample sizes are increased. Any comparison of the powers is invalid when Type I error probabilities are different. Cavus et al. (2019) proposed the penalized power approach in the following formula to compare the power of the tests when Type I error probabilities are different.

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{\sqrt{1 + \left|1 - \frac{\alpha_i}{\alpha_0}\right|}}$$

where β is Type II error rate, α_i is Type I error of the test and α_0 is the nominal level. Penalized power adjusts the power function with the square root of the percentile deviation between Type I error probability and the nominal level. Thus, penalized power is used to compare the power of the tests in the simulation studies.

Table 2. Power of the tests for balanced design

n_i	μ_i	β_i	HS	LT-ANOVA	ANOVA
10, 10, 10	1, 1, 1.5	2, 2, 2	0.2697	0.1202	0.0860
	1, 1, 2	2.5, 2, 2	0.6440	0.1480	0.1011
	1, 1, 2.5	3, 2, 2	0.8102	0.1642	0.1094
	1, 1, 3	3.5, 2, 2	0.8442	0.1726	0.1141
	1, 1, 3.5	4, 2, 2	0.8492	0.1740	0.1162
	1, 1, 4	4.5, 2, 2	0.8493	0.1732	0.1178
	1, 1, 4.5	5, 2, 2	0.8494	0.1704	0.1166
	1, 1, 5	5.5, 2, 2	0.8494	0.1673	0.1159
	1, 1, 5.5	6, 2, 2	0.8494	0.1623	0.1145
	1, 1, 6	6.6, 2, 2	0.8494	0.1564	0.1131
30, 30, 30	1, 1, 1.5	2, 2, 2	0.9450	0.2835	0.1718
	1, 1, 2	2.5, 2, 2	0.9483	0.3719	0.1705
	1, 1, 2.5	3, 2, 2	0.9483	0.4207	0.1658
	1, 1, 3	3.5, 2, 2	0.9483	0.4461	0.1575
	1, 1, 3.5	4, 2, 2	0.9483	0.4634	0.1497
	1, 1, 4	4.5, 2, 2	0.9483	0.4724	0.1435
	1, 1, 4.5	5, 2, 2	0.9483	0.4740	0.1374
	1, 1, 5	5.5, 2, 2	0.9483	0.4721	0.1312
	1, 1, 5.5	6, 2, 2	0.9483	0.4680	0.1256
	1, 1, 6	6.6, 2, 2	0.9483	0.4641	0.1203
50, 50, 50	1, 1, 1.5	2, 2, 2	0.9960	0.4456	0.2335
	1, 1, 2	2.5, 2, 2	0.9960	0.5676	0.2202
	1, 1, 2.5	3, 2, 2	0.9960	0.6413	0.2053
	1, 1, 3	3.5, 2, 2	0.9960	0.6824	0.1890
	1, 1, 3.5	4, 2, 2	0.9960	0.7055	0.1733
	1, 1, 4	4.5, 2, 2	0.9960	0.7176	0.1588
	1, 1, 4.5	5, 2, 2	0.9960	0.7233	0.1461
	1, 1, 5	5.5, 2, 2	0.9960	0.7227	0.1365
	1, 1, 5.5	6, 2, 2	0.9960	0.7220	0.1273
	1, 1, 6	6.6, 2, 2	0.9960	0.7189	0.1214

Table 2 shows the results of penalized powers of the tests for balanced design, several effect size and sample size. It is clearly seen that the HS test is more powerful than the others and the performance of the LT-ANOVA and ANOVA are worse as expected for all sample size and effect size. The penalized power of the HS test is getting better when the sample size or effect size is increased.

Table 3. Power of the tests for unbalanced design

n_i	μ_i	β_i	HS	LT-ANOVA	ANOVA
5, 10, 15	1, 1, 1.5	2, 2, 2	0.1512	0.0753	0.0708
	1, 1, 2	2.5, 2, 2	0.2832	0.0546	0.0517
	1, 1, 2.5	3, 2, 2	0.4225	0.0406	0.0408
	1, 1, 3	3.5, 2, 2	0.5374	0.0316	0.0336
	1, 1, 3.5	4, 2, 2	0.6197	0.0230	0.0286
	1, 1, 4	4.5, 2, 2	0.6763	0.0176	0.0253
	1, 1, 4.5	5, 2, 2	0.7130	0.0126	0.0227
	1, 1, 5	5.5, 2, 2	0.7321	0.0104	0.0199
	1, 1, 5.5	6, 2, 2	0.7437	0.0077	0.0186
	1, 1, 6	6.6, 2, 2	0.7511	0.0059	0.0169
15, 30, 45	1, 1, 1.5	2, 2, 2	0.5746	0.1534	0.1119
	1, 1, 2	2.5, 2, 2	0.9276	0.1061	0.0604
	1, 1, 2.5	3, 2, 2	0.9374	0.0718	0.0376
	1, 1, 3	3.5, 2, 2	0.9374	0.0465	0.0301
	1, 1, 3.5	4, 2, 2	0.9374	0.0297	0.0302
	1, 1, 4	4.5, 2, 2	0.9374	0.0201	0.0338
	1, 1, 4.5	5, 2, 2	0.9374	0.0137	0.0399
	1, 1, 5	5.5, 2, 2	0.9374	0.0095	0.0475
	1, 1, 5.5	6, 2, 2	0.9374	0.0067	0.0547
	1, 1, 6	6.6, 2, 2	0.9374	0.0053	0.0616
25, 50, 75	1, 1, 1.5	2, 2, 2	0.9479	0.2395	0.1475
	1, 1, 2	2.5, 2, 2	0.9649	0.1635	0.0650
	1, 1, 2.5	3, 2, 2	0.9649	0.1079	0.0393
	1, 1, 3	3.5, 2, 2	0.9649	0.0696	0.0339
	1, 1, 3.5	4, 2, 2	0.9649	0.0425	0.0442
	1, 1, 4	4.5, 2, 2	0.9649	0.0252	0.0580
	1, 1, 4.5	5, 2, 2	0.9649	0.0161	0.0777
	1, 1, 5	5.5, 2, 2	0.9649	0.0099	0.1002
	1, 1, 5.5	6, 2, 2	0.9649	0.0073	0.1228
	1, 1, 6	6.6, 2, 2	0.9649	0.0057	0.1439

In the unbalanced designs, the similar pattern is seen on the results as in the Table 2. The most powerful test is the HS test and the others show poor performance. Also, their performance are dramatically decreasing according to the balanced case.

4. REAL DATA APPLICATION

In this section, a real data example is given to show the efficiency of the HS test over the log-transformation technique. The data consists of the Annual Agriculture Income of the cities in Turkey, obtained from Turkish Statistical Institute Database. It consists of the total export amounts of 81 cities in 7 geographical regions in the year of 2017 as currency Turkish Lira (TL). The mean and the total amounts of the annual exports of the regions are showed in Table 4. Aegean and Central Anatolia regions have higher income and the lowest income of the regions are Eastern Anatolia and Southeastern Anatolia.

Table 4. Total agriculture income of the cities in 2017

REGION	Mediterranean	Aegean	Marmara	Black Sea	Central Anatolia	Eastern Anatolia	Southeastern Anatolia
	¹	³	¹⁰	⁵	⁶	⁴	²
	Adana	Afyon	Balıkesir	Amasya	Ankara	Ağrı	Adıyaman
	5.723.717	3.412.117	5.152.895	1.772.985	4.553.371	1.513.277	1.548.316
	⁷	⁹	¹¹	⁸	¹⁸	¹²	²¹
	Antalya	Aydın	Bilecik	Artvin	Çankırı	Bingöl	Diyarbakır
	6.674.054	4.874.614	709.258	715.230	790.551	662.572	4.392.918
	¹⁵	²⁰	¹⁶	¹⁴	²⁶	¹³	²⁷
	Burdur	Denizli	Bursa	Bolu	Eskişehir	Bitlis	Gaziantep
	1.606.370	3.562.692	5.274.788	1.250.288	2.170.298	874.593	2.306.423
	³¹	³⁵	¹⁷	¹⁹	³⁸	²³	⁴⁷
	Hatay	İzmir	Çanakkale	Çorum	Kayseri	Elazığ	Mardin
	2.845.401	8.372.752	3.228.141	2.288.708	2.824.396	1.470.946	2.508.094
	³²	⁴³	²²	²⁸	⁴⁰	²⁴	⁵⁶
	Isparta	Kütahya	Edirne	Giresun	Kırşehir	Erzincan	Siirt
	1.981.461	1.765.753	2.113.761	1.252.888	1.316.513	851.742	648.073
	³³	⁴⁵	³⁴	²⁹	⁴¹	²⁵	⁶³
	Mersin	Manisa	İstanbul	Gümüşhane	Kocaeli	Erzurum	Şanlıurfa
	6.556.494	7.397.606	962.310	406.717	6.644.248.753	2.602.512	6.068.759
	⁴⁶	⁴⁸	³⁹	³⁷	⁴²	³⁰	⁷²
	Kahramanmaraş	Muğla	Kırklareli	Kastamonu	Konya	Hakkari	Batman
	2.515.363	5.029.055	1.431.321	1.803.495	10.948.455	510.848	933.776
	⁸⁰	⁶⁴	⁵⁴	⁵²	⁵⁰	³⁶	⁷³
	Osmaniye	Uşak	Kocaeli	Ordu	Nevşehir	Kars	Şırnak
	1.302.440	1.233.049	877.552	2.273.622	1.292.721	1.638.607	581.186
			⁵⁴	⁵³	⁵¹	⁴⁴	⁷⁹
			Sakarya	Rize	Niğde	Malatya	Kilis
			2.328.340	1.513.881	2.192.842	1.934.374	633.885
			⁵⁹	⁵⁵	⁵⁸	⁴⁹	
			Tekirdağ	Samsun	Sivas	Muş	
			2.058.944	3.924.567	2.269.869	1.788.319	
			⁷⁷	⁵⁷	⁶⁶	⁶²	
			Yalova	Sinop	Yozgat	Tunceli	
			310.009	915.033	2.163.668	364.917	
				⁶⁰	⁶⁸	⁶⁵	
				Tokat	Aksaray	Van	
				2.480.827	2.407.127	2.476.064	
				⁶¹	⁷⁰	⁷⁵	
				Trabzon	Karaman	Ardahan	
				1.563.734	2.620.729	754.347	
				⁶⁷	⁷¹	⁷⁶	
				Zonguldak	Kırıkkale	Iğdır	
				681.836	750.355	1.392.184	
				⁶⁹			
				Bayburt			
				501.131			
				⁷⁴			
				Bartın			
				361.027			
				⁷⁸			
				Karabük			
				214.681			
				⁸¹			
				Düzce			
				961.643			
AVERAGE	3.650.663	4.455.955	2.227.938	1.382.350	2.792.376	1.345.379	2.180.159
TOTAL	29.205.301	35.647.638	24.507.319	24.882.292	36.300.894	18.835.303	19.621.430

According to the results of the Kolmogorov-Simirnov goodness of fit test, the data follow the two-parameter exponential distribution. Thus, the using of the ANOVA test may be risky in terms of power and Type I error probability and the results of the simulation study supports this case. The p-values of the testing equality of Mediterrenean, Aegean, Marmara and Black Sea regions' mean income by usign the HS, LT-ANOVA and ANOVA test are 0.0728, 0.0010 and 0.0006, respectively. However, the LT-ANOVA and ANOVA test rejects the H_0 , the HS test does not reject the H_0 at the nominal level 0.05. It means that there is no difference between the mean regional income of these regions.

5. CONCLUSIONS

HS test can be preferred over the ANOVA test on the transformed data for testing equality of several skewed distributed group means. It performs well under unequal shape parameters. Some significant differences between group means are detected only by Hsieh test. Especially it should be emphasized that when the sample size increases, the performance of the Hsieh test is getting better. As a conclusion, the performance of the parametric procedures are better than the transforming data to normal. It gives the powerful results to detect the significant differences in skewed distributions.

REFERENCES

- Hsieh, H. K. (1986). An exact test for comparing location parameters of k exponential distributions with unequal scale based on Type II censored data. *Technometrics*, 28 (2), 157-164. DOI: <https://doi.org/10.1080/00401706.1986.10488117>
- Cavus, M., Yazici, B, Sezer, A. (2019). Penalized power approach to compare the power of the tests when Type I error probabilities are different. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*. DOI: <https://doi.org/10.1080/03610918.2019.1588310>
- Cavus, M., Yazici, B, Sezer, A. (2017). Modified tests for comparison of group means under heteroskedasticity and non-normality caused by outlier(s). *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 46 (3), 493-510. DOI: <https://doi.org/10.15672/HJMS.2017.417>
- Cavus, M., Yazici, B., Sezer, A. (2018). Analyzing regional export data by the modified generalized F-test. *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 541–552. DOI: <https://doi.org/10.18092/ulikidince.348070>
- Cavus, M., Yazici, B. (2019) doex:The one-way heteroscedastic ANOVA tests. R package, ver.1.2. <https://cran.r-project.org/web/packages/doex/index.html>

Destek Vektör Makinaları İle Erythemato-Skuamöz Hastalıklarının Ayırt Edilmesi ve Çekirdek Fonksiyonlarının Kıyaslanması

Burcu DURMUŞ

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Rektörlük Birimi, Kötekli Kampüsü, Muğla, Türkiye,

burcudurmus@mu.edu.tr

orcid.org/0000-0002-0298-0802

Öznur İşçi GÜNERİ

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Kötekli Kampüsü, Muğla, Türkiye,

oznur.isci@mu.edu.tr

orcid.org/0000-0003-3677-7121

ÖZ

Bu çalışmada, erythemato-skuamöz hastalıklarının (ESD) ayırt edilmesinde destek vektör makinaları algoritmasının performansının incelenmesi ve literatürde yaygın olarak kullanılan üç çekirdek fonksiyonunun (lineer, polinomyal, radyal) sınıflandırma doğruluğu üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Irvine Makine Öğrenmesi Deposu'ndan alınan Dermatoloji verileri çalışmada kullanılmak üzere kaydedilmiştir. Veri seti altı farklı hastalık (psoriasis, seboroik dermatit, liken planus, pitriyazis roze, kronik dermatit, pitriyazis rubra pilaris) ve 34 farklı özelliğe sahip eritemato-skuamöz hastalıkları hakkında bilgiler içermektedir. Hastalıklara ait sınıflandırma için son yıllarda sıklıkla kullanılan destek vektör makinaları algoritması kullanılmıştır. Çalışma boyunca istatistiksel bir yazılım olan R programı kullanılarak analizler yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda çekirdek fonksiyonlarına ait sırası ile lineer, polinomyal, radyal olmak üzere 0.9717, 0.9811 ve 0.9811 doğruluk oranları elde edilmiştir. Destek vektör makinaları algoritması her üç çekirdek içinde %95'in üzerinde performans göstererek hastalıkları iyi bir oranla ayırtmıştır.

Anahtar Sözcükler: Destek Vektör Makinaları, Çekirdek Fonksiyonları, Erythemato-Skuamöz, Dermatoloji, R Programı.

JEL Kodları: C38, C80, I19

Distinction of Erythemato-Squamous Diseases with Support Vector Machines and Comparison of Kernel Functions

ABSTRACT

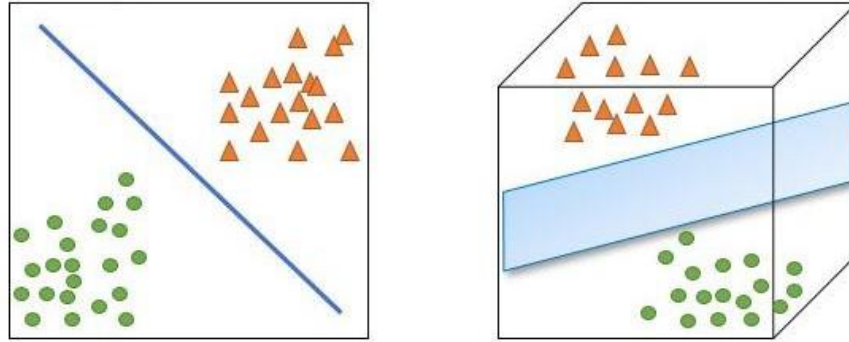
In this study, it is aimed to investigate the performance of support vector machines algorithm to differentiate Erythemato-squamous diseases and to determine the effects of three kernel functions (linear, polynomial, radial) commonly used in literature on classification accuracy. For the purposes listed, Dermatology data from Irvine Machine Learning Repository were recorded for use in the study. The data set contains information on six different diseases (psoriasis, seboric dermatitis, lichen planus, pityriasis rosea, chronic dermatitis, pityriasis rubra pilaris) and erythemato-squamous diseases with 34 different features. For the classification of diseases, support vector machines algorithm which is frequently used in recent years is used. During the study, analyzes were performed using the R software, a statistical software. As a result of the study, linear, polynomial and radial accuracy ratios of 0.9717, 0.9811 and 0.9811 were obtained respectively. The support vector machines algorithm has performed over 95% performance in all three cores and has differentiated diseases with a good rate.

Keywords: Support Vector Machine, Kernel Functions, Erythemato-Skuamöz, Dermatology, R Program.

JEL Codes: C38, C80, I19

1. GİRİŞ

Destek vektör makinaları, Vapnik tarafından ortaya atılmış istatistiksel öğrenme teorisine dayalı veri madenciliği yöntemlerinden biridir (Vapnik, 1999). Başlangıçta iki sınıflı problemlerde kullanılan yöntem, sonraları çok sınıflı verilerin sınıflandırılması için genelleştirilmiştir (Guenther ve Schonlau, 2016). Çekirdek fonksiyonları üzerine kurulu olan bu yöntemde destek vektörleri ile sınıflar ayrıştırılmaya çalışılır. Verileri iki boyutlu uzayda doğrusal, üç boyutlu uzayda düzlemsel ve çok boyutlu uzayda hiperdüzlem olmak üzere ayırma mekanizmaları ile sınıflara ayırır. Şekil-1’de 2 ve 3 boyutlu uzaylar için sınır düzlemleri gösterilmiştir.



Şekil 1. 2-Boyutlu ve 3-Boyutlu Uzayda Sınır Düzlemleri

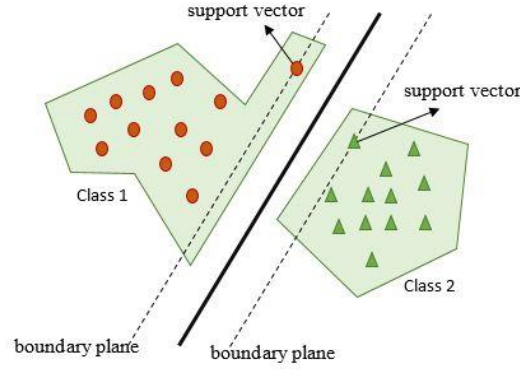
Son yıllarda veri madenciliği yöntemlerinin sağlık alanında uygulamalarında önemli bir artış gözlemlenmiştir. Güldoğan ve arkadaşları 2017 yılında destek vektör makinaları çekirdek fonksiyonlarının performanslarını inceleyen klinik bir çalışma yapmışlardır. Şeker hastalığı tespiti için yaptıkları çalışmada destek vektör makinalarının yüksek sınıflandırma performansı gösterdiğini tespit etmişlerdir (Güldoğan, Arslan ve Yağmur, 2017). Taş 2017 yılında yaptığı çalışmasında kanserli tümörlerin tespiti için eşli destek vektör makinaları yöntemini kullanmıştır. Sonuçta yöntemin oldukça iyi bir performans sergilediğini göstermiştir.

Bu çalışmada destek vektör makinalarının sağlık alanında kullanımına ilişkin uygulama göstermek, çekirdek fonksiyonlarının veri seti için performanslarını incelemek ve destek vektör makinaları yönteminin R programı yardımıyla incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda gerçek bir veri seti olan ‘Dermatoloji Veri Seti’ ele alınmıştır. 6 sınıf içeren veri setindeki 34 özellik R programı ile incelenmiş ve veri seti ayrıntılı olarak tanıtılmıştır. Son olarak destek vektör makinaları algoritmasının farklı çekirdek fonksiyonları (lineer, polinomyal, radyal) ile sınıflandırma yapılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Destek Vektör Makinaları ve Çekirdek Fonksiyonları

Destek vektör makinaları, veri madenciliğinde sınıflandırma analizi için kullanılan en temel istatistiksel yöntemlerden biridir. Bu metot doğrusal verilerde tahminleyici, doğrusal olmayan verilerde regresyon mantığına dayanır (Tezer, 2018). Destek vektör makinaları yönteminde verileri sınıflamak için bir sınır çizilir. Bu sınır çok farklı sayıda çizilebilmektedir. Algoritma, sınıflandırmayı maksimize eden doğru ya da düzlemi esas alarak model kurar. Şekil-2’de 2 sınıflı bir problem için destek vektörleri ve sınır düzlemleri gösterilmiştir.



Şekil 2. Sınır Düzlemleri ve Destek Vektörleri

Destek vektör makinalarında temel amaç Denklem-1 ile verilen fonksiyona yakınsamaktır.

$$f(x) = \langle w, x \rangle + b$$

$$R_{SVMs}(C) = \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l L_{\epsilon}(x_i, d_i) \quad (1)$$

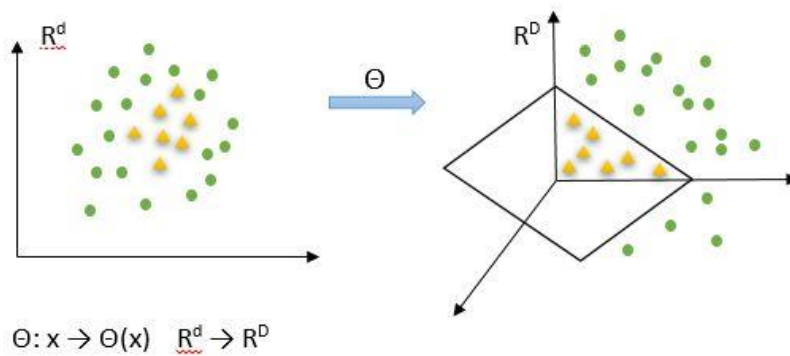
Burada $R_{SVMs}(C)$ risk fonksiyonu, $\frac{1}{2} \|w\|^2$ düzenleme terimi ve $C \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l L_{\epsilon}(x_i, d_i)$ ampirik hatayı temsil eder.

Algoritma farklı çekirdek fonksiyonları ile çalışmaktadır. Bu fonksiyonlar arasında Lineer, polinomyal, radyal ve sigmoid çekirdekler en temelleridir. Tablo-1’de çekirdek fonksiyonlarına ait bazı bilgiler verilmiştir.

Tablo 1. Çekirdek Fonksiyonları

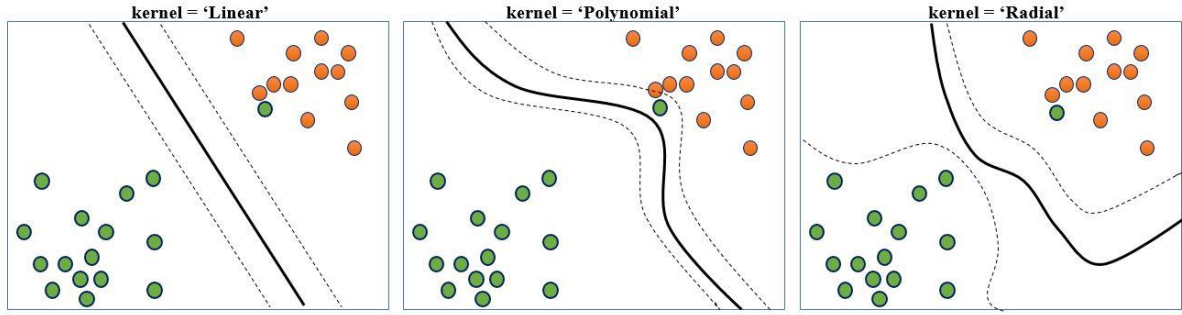
Çekirdek Adı	Formülü	Parametreleri
Lineer (Doğrusal)	$x^T y + c$	yok
Polinomyal	$(x^T y + 1)^d$	d
Radyal Tabanlı	$\exp(-\gamma \ x - y\ ^2)$	γ
Sigmoid	$\tanh(ax^T y + b)$	a ve b

Destek vektör makinaları doğrusal ayrılabilen ve doğrusal ayrılamayan veriler için farklı çalışır. Lineer çekirdek, doğrusal ayrılabilen veri seti için kullanışlıdır. Ancak doğrusal ayrılamayan verilerde kötü sonuçlar verir. Bu nedenle bu veriler için diğer çekirdekler tercih edilir. Bu çekirdekler, veri setini daha yüksek bir boyuta taşıyarak haritalama yapar. Böylece doğrusal olarak ayrılamayan verilerin daha kolay ayrışması sağlanır. Şekil-3’te doğrusal olarak ayrılamayan bir veri setine ilişkin durum gösterilmiştir.



Şekil 3. 2-Boyutlu Uzayda Doğrusal Ayrılamayan Veri Setinin 3-Boyutlu Uzaya Dönüştürülmesi

Şekil-4’de destek vektör makinalarına ait çekirdek fonksiyonlarının veri setlerini ayıran sınır düzlemleri iki boyutlu bir çizim ile gösterilmiştir.



Şekil 4. Destek Vektörleri ve Çekirdek Fonksiyonları

2.2. Veri Seti

Çalışmada erythemato-skumöz hastalıklarını içeren dermatoloji verileri kullanılmıştır. Günlük yaşantıda ve yapılan muayenelerde sıklıkla erythemato-skumöz hastalıkları ile karşılaşılması veri setinin önemini açıklamaktadır. Bu veri setinde 6 farklı hastalığa ait 34 nitelik bulunmaktadır. Verilere ilişkin ayrıntılı açıklamalar Tablo-2 ve Tablo-3’de verilmiştir.

No.	Değişken	Tipi	Açıklaması
1	Erythema	Kategorik	0, 1, 2, 3
2	Scaling	Kategorik	0, 1, 2, 3
3	Definite borders	Kategorik	0, 1, 2, 3
4	Itching	Kategorik	0, 1, 2, 3
5	Koebner phenomenon	Kategorik	0, 1, 2, 3
6	Polygonal papules	Kategorik	0, 1, 2, 3
7	Follicular papules	Kategorik	0, 1, 2, 3
8	Oral mucosal involvement	Kategorik	0, 1, 2, 3
9	Knee and elbow involvement	Kategorik	0, 1, 2, 3
10	Scalp involvement	Kategorik	0, 1, 2, 3
11	Family history	Kategorik	0, 1
12	Melanin incontinence	Kategorik	0, 1, 2, 3
13	Eosinophils in the infiltrate	Kategorik	0, 1, 2, 3
14	PNL infiltrate	Kategorik	0, 1, 2, 3
15	Fibrosis of the papillary dermis	Kategorik	0, 1, 2, 3
16	Exocytosis	Kategorik	0, 1, 2, 3
17	Acanthosis	Kategorik	0, 1, 2, 3
18	Hyperkeratosis	Kategorik	0, 1, 2, 3
18	Parakeratosis	Kategorik	0, 1, 2, 3
20	Clubbing of the rete ridges	Kategorik	0, 1, 2, 3
21	Elongation of the rete ridges	Kategorik	0, 1, 2, 3
22	Thinning of the suprapapillary epidermis	Kategorik	0, 1, 2, 3
23	Spongiform pustule	Kategorik	0, 1, 2, 3
24	Munro microabcess	Kategorik	0, 1, 2, 3
25	Focal hypergranulosis	Kategorik	0, 1, 2, 3
26	Disappearance of the granular layer	Kategorik	0, 1, 2, 3
27	Vacuolisation and damage of basal layer	Kategorik	0, 1, 2, 3
28	Spongiosis	Kategorik	0, 1, 2, 3

29	Saw-tooth appearance of retes	Kategorik	0, 1, 2, 3
30	Follicular horn plug	Kategorik	0, 1, 2, 3
31	Perifollicular parakeratosis	Kategorik	0, 1, 2, 3
32	Inflammatory mononuclear infiltrate	Kategorik	0, 1, 2, 3
33	Band-like infiltrate	Kategorik	0, 1, 2, 3
34	Age	Tamsayı	Nümerik

Veri seti özelliklerinde aile üyelerinin birinde herhangi bir hastalığın olması durumunda aile öyküsü özelliği 1, aksi durumda 0 olmaktadır. Yaş özelliği sadece kişinin yaşını ifade etmektedir. Bunların dışındaki diğer tüm klinik ve histopatolojik özellikler 0 ile 3 aralığında derecelendirilmiştir. 0 özelliğin mevcut olmadığını, 3 olası en büyük miktarı, 1 ile 2 ise göreceli ara değerleri göstermektedir (Güvenir, Demiröz ve İter, 1998).

Tablo 2. Hastalık Sınıfları

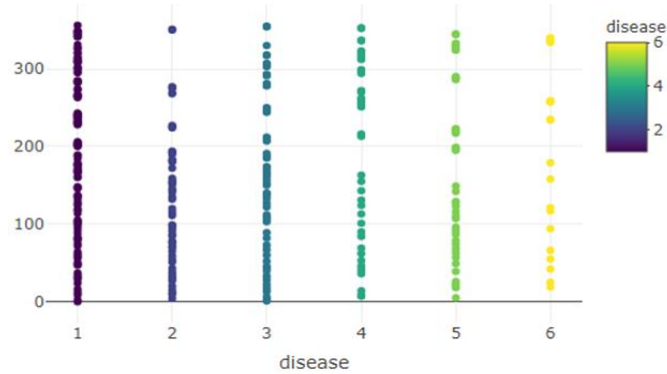
Kategori	Hastalık Türü (Sınıflar)	Örnek Sayısı (n)
1	psoriasis	112
2	seboreic dermatitis	61
3	lichen planus	72
4	pityriasis rosea	49
5	cronic dermatitis	52
6	pityriasis rubra pilaris	20

Veri seti ile analizlere geçmeden önce kayıp verilerin bulunduğu sınıflar listeden çıkarılmıştır. Toplam gözlem sayısı 358 olarak dikkate alınmıştır.

3. BULGULAR VE SONUÇLAR

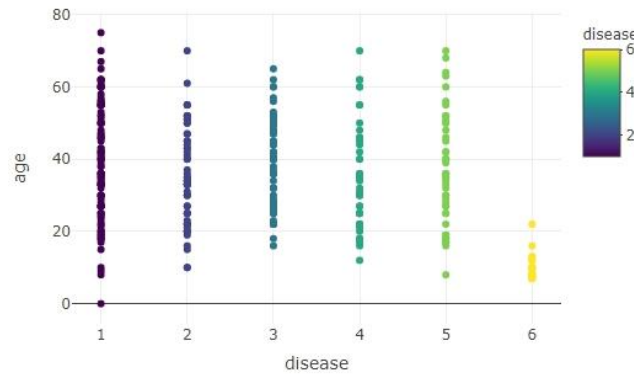
Çalışmada erythemato-skumöz hastalıklarının ayırt edilmesi için destek vektör makinaları kullanılarak sınıflandırma çalışması yapılmıştır. Destek vektör makinalarının lineer, polinomyal ve radyal çekirdekleri için modeller kurulmuş ve karmaşıklık matrisleri incelenmiştir. Analiz için R Studio programı ‘caret’ paketi kullanılmıştır (Kuhn, 2019).

Veri setindeki gözlemlerin hastalık sınıflarına göre dağılımı Şekil-5’te, yaş değişkeninin hastalık sınıflarına göre dağılımı Şekil-6’da, çekirdek fonksiyonlarına ilişkin sonuçlar ve karmaşıklık matrisleri Tablo-3’te ve ayrıntılı sınıflandırma istatistikleri Tablo-4’te verilmiştir.



Şekil 5. Gözlemlerin Sınıflara Göre Dağılımı

Şekil-5 incelendiğinde, gözlem sayısı bakımından en az gözlemlenen hastalığın 6. sınıfa ve en fazla gözlemlenen hastalığın 1. sınıfa ait olduğu görülmüştür.



Şekil 6. Hastalık Sınıflarının Yaşa Göre Dağılımı

Şekil-6'ya göre 6. sınıfa ait hastalığın 20 yaşın altındaki bireylerde görüldüğü, 1. sınıftaki hastalığın her yaştan bireylerde görüldüğü ve diğerlerinin genel olarak orta yaşlardaki bireylerde daha sık görüldüğü yorumu yapılabilir. Ayrıca, 3.sınıf hariç diğer sınıflarda aykırı veri bulunduğu da söylenebilir.

Tablo 3. Çekirdek Fonksiyonları Sonuçları

Lineer	Doğru Sınıflandırılmış Gözlemler: 103 Yanlış Sınıflandırılmış Gözlemler: 3 Doğruluk: 0.9717 Kappa: 0.9644	Reference
		Prediction 1 2 3 4 5 6
Polinomyal	Doğru Sınıflandırılmış Gözlemler: 104 Yanlış Sınıflandırılmış Gözlemler: 2 Doğruluk: 0.9811 Kappa: 97.62	Reference
		Prediction 1 2 3 4 5 6
Radyal	Doğru Sınıflandırılmış Gözlemler: 104 Yanlış Sınıflandırılmış Gözlemler: 2 Doğruluk: 0.9811 Kappa: 0.9762	Reference
		Prediction 1 2 3 4 5 6

Tablo-3 incelendiğinde polinomyal ve radyal çekirdeklerin en yüksek başarı (~%98) gösterdiği ve lineer çekirdeğin de diğer çekirdeklere çok yakın yüksek bir başarı (~%97) gösterdiği söylenebilir. Her üç çekirdeğin sonucuna birlikte bakıldığında destek vektör makinalarının %95'in üzerinde bir performans sergilediği görülür. Tablo-4'de verilen ayrıntılı istatistikler de Tablo-3 ile paralel bilgiler içermektedir.

Tablo 4. Sınıflandırma Sonuçlarına Ait Ayrıntılı İstatistikler

		Class: 1	Class: 2	Class: 3	Class: 4	Class: 5	Class: 6
Lineer	Sensitivity	1.0000	0.8000	1.000	1.0000	1.0000	1.00000
	Specificity	1.0000	1.0000	1.000	0.9674	1.0000	1.00000
	Pos Pred Value	1.0000	1.0000	1.000	0.8235	1.0000	1.00000
	Neg Pred Value	1.0000	0.9681	1.000	1.0000	1.0000	1.00000
	Prevalence	0.3208	0.1415	0.217	0.1321	0.1132	0.07547
	Detection Rate	0.3208	0.1132	0.217	0.1321	0.1132	0.07547
	Detection Prevalence	0.3208	0.1132	0.217	0.1604	0.1132	0.07547
	Balanced Accuracy	1.0000	0.9000	1.000	0.9837	1.0000	1.00000
Polinomyal		Class: 1	Class: 2	Class: 3	Class: 4	Class: 5	Class: 6
	Sensitivity	1.0000	0.8667	1.000	1.0000	1.0000	1.00000
	Specificity	1.0000	1.0000	1.000	0.9783	1.0000	1.00000
	Pos Pred Value	1.0000	1.0000	1.000	0.8750	1.0000	1.00000
	Neg Pred Value	1.0000	0.9785	1.000	1.0000	1.0000	1.00000
	Prevalence	0.3208	0.1415	0.217	0.1321	0.1132	0.07547
	Detection Rate	0.3208	0.1226	0.217	0.1321	0.1132	0.07547
	Detection Prevalence	0.3208	0.1226	0.217	0.1509	0.1132	0.07547
Radyal		Class: 1	Class: 2	Class: 3	Class: 4	Class: 5	Class: 6
	Sensitivity	1.0000	0.8667	1.000	1.0000	1.0000	1.00000
	Specificity	1.0000	1.0000	1.000	0.9783	1.0000	1.00000
	Pos Pred Value	1.0000	1.0000	1.000	0.8750	1.0000	1.00000
	Neg Pred Value	1.0000	0.9785	1.000	1.0000	1.0000	1.00000
	Prevalence	0.3208	0.1415	0.217	0.1321	0.1132	0.07547
	Detection Rate	0.3208	0.1226	0.217	0.1321	0.1132	0.07547
	Detection Prevalence	0.3208	0.1226	0.217	0.1509	0.1132	0.07547
	Balanced Accuracy	1.0000	0.9333	1.000	0.9891	1.0000	1.00000

Sonuç olarak farklı çekirdek fonksiyonları ile oluşturulan modeller dikkate alındığında sınıflandırma performansı açısından her üç çekirdek fonksiyonu da yüksek performans göstermiştir. Bu sonuçlara dayanarak erythemato-skuamöz hastalıklarının ayırt edilmesinde destek vektör makinaları algoritmasının iyi sınıflandırma yaptığı yorumu yapılabilir. Sağlık alanında veri madenciliği uygulamalarının geliştirilmesi ve test edilmesi gerek hasta gerek sağlık personelleri açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle çalışmanın literatüre ve sağlık alanına katkı sağlanacağı düşünülmektedir. İlerleyen çalışmalarda farklı dermatoloji hastalıklarına ait veriler toplanarak çalışma tekrarlanabilir ve sonuçlar karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

- Guenther, N. ve Schonlau, M. (2016). Support Vector Machines, *The Stata Journal*, 16 (4), 917–937.
- Güldoğan, E., Arslan, A.K. ve Yağmur, J., (2017). Çeşitli Çekirdek Fonksiyonları ile Oluşturulan Destek Vektör Makinesi Modellerinin Performanslarının İncelenmesi: Bir Klinik Uygulama, *Fırat Tıp Dergisi*, 22 (3), 136-142.
- Güvenir, H. A., Demiröz, G. ve İlter, N. (1998). Learning Differential Diagnosis of Erythemato-Squamous Diseases Using Voting Feature Intervals, *Artificial Intelligence in Medicine*, 13, 147-165.
- Taş, E. (2017). Gen Örneklerinin Eşli Destek Vektör Makinesi ile Sınıflandırılması, *Alphanumeric Journal: The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 5 (2), 283-291.
- Tezer, D. (2018) Yapay Sinir Ağları, Lojistik Regresyon ve Destek Vektör Makinesi İstatistik Yöntemlerinin Sınıflandırmadaki Karşılaştırılması, Biruni Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Vapnik, V.N. (1999). An Overview of Statistical Learning Theory, *IEEE Transactions on Neural Networks*, 10 (5).
- Kuhn, M. (2019). Package ‘caret’: Classification and Regression Training, *Version 6.0-84, R-project*.

Sıralı Lojistik Regresyon Modeli ile Futbolda Galibiyeti Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: 2018 Dünya Kupası Örneği

Şenol ÇELİK

Bingöl University Faculty of Agriculture Biometry and Genetic Department, Bingöl, Turkey,

senolcelik@bingol.edu.tr

orcid.org/0000-0001-5894-8986

ÖZ

Futbol maçlarında kazanmayı etkileyen etkenler Lojistik regresyon yöntemiyle incelenerek en fazla etkiyi sağlayan etkenlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın materyali 2018 yılında Dünya Kupasında oynanan futbol maçlarının sonuçlarından oluşmaktadır. Toplam 64 maç oynanmış olup, her maçta iki takımın almış olduğu bilgiler kaydedilmiştir ve 128 adet veri elde edilmiştir. Maçlarda galibiyeti etkileyen şut, isabetli şut, topla oynama (%), faul, ofsayt, sarı kart ve korner gibi faktörler bağımsız değişken, maç sonucu ise bağımlı değişken alınarak sıralı regresyon modeli uygulanmıştır. Galibiyete isabetli şut %65, faul atışı %3 ve topla oynama oranı %1 arttırıcı etkiye sahiptir. Şut, sarı kart sayısı, ofsayt ve korner atışı sayılarının katsayıları negatif ve odds oranı da 1'den küçüktür. Dolayısıyla bu değişkenler galibiyet şansını düşürücü etkiye sahiptirler. Şut, sarı kart sayısı, ofsayt ve korner atışı sayılarının galibiyete olan olumsuz etkileri sırasıyla %9, %22, %21 ve %1'dir. Maçlarda galibiyete olan en fazla katkı isabetli şutlardır. Lojistik regresyon analizinin spor verilerinde uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lojistik regresyon, uyum iyiliği, galibiyet.

JEL Kodları: C1, C2, C4.

Determination of Factors Affecting Football Winning with Ordinal Logistic Regression Model: The Case of 2018 World Cup

ABSTRACT

The aim of the study is to examine the factors affecting winning in football matches by logistic regression method and to determine the factors providing the highest effect.

The material of the study consists of the results of the football matches played in the World Cup in 2018. A total of 64 matches have been played and the information received by the teams in each match was recorded and 128 data were obtained. Factors such as match-winning shot, shot on the target, possession (%), foul, offside, yellow card and corner were influenced by the independent variable and the result of the match was taken as a dependent regression model.

In the winning, shots on the target have a 65%, foul shots 3% and possession 1% of increasing effects. Shots, yellow cards, offside and corner kick coefficients are negative and odds ratio is less than 1. Therefore, these variables have the effect of lowering the chance of winning. The percentages of negative effects such as shot, the number of yellow cards, offside and corner kicks for a defeat in a match are 9%, 22%, 21% and 1% respectively. The highest contribution to the winning in matches is by shots on the target. It is concluded that logistic regression analysis can be applied in sports data.

Keywords: Logistic regression, goodness of fit, winning

JEL Codes: C1, C2, C4.

1. GİRİŞ

Lojistik regresyon analizi, bağımlı değişkenin kategorik olduğu durumlarda çoklu regresyon analizi tekniğinin bir uzantısıdır. Pratikte kategorik bağımlı değişkenini içeren durumlara oldukça sık rastlanılmaktadır (Oğuzlar, 2005).

Lojistik regresyon analizi, kategorik ve sayısal bağımsız değişkenlerin varlığı durumunda daha az varsayım gerektirir. Lojistik regresyon, kategorik bir bağımlı değişkenin ön tahmini amacına bağlı olarak diskriminant analizine benzerdir ve daha az varsayımı gerektirir. Öbür yandan diskriminant analizinin gerektirdiği varsayımların sağlanması durumunda da lojistik regresyon uygulanabilir (Akgül ve Çevik, 2003).

Sıralı lojistik regresyon analizi bağımlı değişkenin sıralı ölçekle ölçüldüğü durumlarda kullanılır. Bağımlı değişken üç veya daha fazla kategoride ve doğal bir sıralamanın küçükten büyüğe doğru kodlanmış yapıda olması gerekir. Sıralanmış yapıdaki kategorik bağımlı değişken ile bağımsız değişken ya da değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesinde sıralı lojistik regresyon yönteminin kullanılabilecek en uygun yöntem olduğu bildirilmektedir (Ayhan, 2006).

Sıralı kategorik yapıdaki bağımlı değişken tahmininde, bağımsız değişken düzeylerinin her bir kombinasyonu için farklı hata terimleri elde edileceği için, hata terimleri normal dağılım göstermez. Bu durumda klasik regresyon modelinin “hata terimleri normal dağılımlıdır” varsayımı sağlanmaz. Dolayısıyla bağımlı değişken sürekli yapıda olmadığı için en küçük kareler yöntemi de anlamsız tahminler verecektir (Şerbetçi, 2012).

Lojistik regresyon analizi ile ilgili farklı alanlarda yapılmış çok sayıda çalışmalar vardır. Julkunen (2002), Danimarka, Finlandiya, İzlanda, Norveç, İsveç ve İskoçya’da 8654 çalışmayan gence anket uygulanmıştır. Cinsiyet, ikamet edilen yer, eğitim, hanehalkı tipi, meslek gibi faktörler ele alınarak çoklu lojistik regresyon modeli kurularak gençlerin yoksunluğu incelenmiştir. Boarini ve d’Ercole (2006), OECD ülkelerinde maddi yoksunluğu araştırmışlardır. Yakut ve ark. (2015), insani kalkınmışlık düzeyinin sınıflandırma başarılarını sıralı lojistik regresyon modeli ile araştırmışlardır.

Kumari et al. (2016), Uttar Pradesh’in Kanpur ilçesinde bağımlı değişken olan buğday bitkisinin, mahsul veriminin tahmin edilmesinde beş farklı bağımsız değişkeni ele almışlar ve sıralı lojistik regresyon ile diskriminant analizini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Yapılan analizler sonucunda mahsul veriminin tahminlenmesinde, sıralı lojistik regresyon analizinin performansının diskriminant analizinkinden daha iyi olduğunu göstermişlerdir.

Özkan ve Çamdeviren (2000), Fosfoglukozizomeraz (Pgı) genotipleri bakımından bıldırcın hatlarının birbirinden olan genetik farklılıklarının tespiti için sıralı lojistik regresyon analizini uygulamışlardır.

Bir diğer çalışmada, Sri Lanka ‘da taze süt tüketimini etkileyen faktörleri araştırmak amacıyla, rasgele seçilen süper market, bakkal süt bar ve perakende satış yapan mağazalarda anket yapılmıştır. Yaş, cinsiyet, eğitim, gelir, büyüklüğü ve hane kompozisyonu, etnik grup ve kişileri etkileyen hastalıkların varlığı, düzeyi gibi demografik ve sosyo-ekonomik özellikler (bağımsız değişkenler) ile tüketici sayısı (bağımlı değişken) arasındaki ilişkiyi belirlemek için sıralı lojistik regresyon analizi yapılmıştır (De Alwis ve ark. (2009).

Bu çalışmanın amacı, 2018 Dünya kupasında oynanan futbol maçlarında galibiyeti etkileyen faktörlerin etkisinin sıralı lojistik regresyon modeli ile belirlenmesidir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu çalışmanın materyalini 2018 yılında Dünya Kupası'nda oynanan futbol maçlarına ait grup maçları, 2. Tur, çeyrek final, yarı final ve final maçlarında kaydedilen toplam şut, isabetli şut, topla oynanma oranı, faul, sarı kart, ofsait ve korner atışlarına ait bilgiler oluşturmaktadır. Maçlar hem yazar tarafından izlenmiş hem de aşağıdaki internet adresinden söz konusu bilgiler kaydedilmiştir (Anonim, 2018).

Grup maçlarında Rusya, Suudi Arabistan, Mısır, Uruguay, Fas, İran, Portekiz, İspanya, Fransa, Avusturya, Arjantin, İzlanda, Peru, Danimarka, Hırvatistan, Nijerya, Kosta Rika, Sırbistan, Almanya, Meksika, Brezilya, İsviçre, İsveç, Güney Kore, Belçika, Panama, Tunus, İngiltere, Kolombiya, Japonya, Polonya ve Senegal takımları yer almıştır. Kısaca 8 grup yer almış ve her grupta 4 takım olup toplamda 32 ülke dünya kupasına katılmıştır. Her grupta 4 takım arasında toplam 6 maç yapılmış olup 8 grup üzerinden ise 48 maçla grup maçları tamamlanmıştır. Her gruptan ilk 2 sırayı alan takımlar bir üst tura yükselerek tur mücadelesi yapmışlardır. Yani üst turda eleme usulü ile 16 takım yer almıştır ve 8 maç oynanmıştır. Rakiplerini eleyen takımlar çeyrek final mücadelesi vermişler, tutu geçenler yarı finale yükselmişlerdir. Çeyrek finalde 4 maç, yarı finalde 2 maç oynanmıştır. Final maçından önce 3. lük maç yapılmıştır. Final maçı ile dünya kupası maçları tamamlanmıştır. Dünya kupası boyunca toplam 64 maç oynanmıştır. 64 maçta toplam 128 takıma ait bilgiler (toplam şut, isabetli şut, topla oynama, faul, sarı kart, ofsait ve korner) kaydedilmiştir. Bu bilgiler bağımsız değişken seçilmiştir. Bağımlı değişken ise maçın sonucu olan galibiyet, beraberlik ve mağlubiyet olup kategorik değişkendir. Kategorik değişken değerleri sırasıyla 0, 1 ve 2 olmuştur. Bağımlı değişken 3 tane değere sahip olduğundan sıralı lojistik regresyon modeli uygulanmıştır.

2.2. Metot

Sıralı lojistik regresyon modeli, kategorik bağımlı Y değişkeninin altında sürekli ve gözlenemeyen rastgele bir Y* gizli değişkenin varlığına dayanarak oluşturulur. Bu değişkendeki kategoriler kesme noktası veya eşik değeri denilen sürekli bir düzlemdeki ardışık aralıklar olarak öngörülmektedir (McCullagh, 1980).

Sıralı lojistik regresyon modeli genel olarak,

$$Y^* = \tau_j - \beta'_k x_i$$

şeklinde ifade edilir.

Bağımsız değişkenlerin kategorik olması ve bağımlı değişkenin farklı kategorilerde daha yüksek oranda olması durumunda aşağıdaki genelleştirilmiş lojistik regresyon modeli kullanılır (McCullagh, 1980).

$$Y^* = \frac{\tau_j - [\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k]}{\exp(\theta_0 + \theta_1 z_1 + \theta_2 z_2 + \dots + \theta_l z_l)}$$

Burada Y*, j. kategori için birikimli olasılık değeri, τ_j , i. kategorinin eşik değeri, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ regresyon katsayıları, yer parametreleri için $x_1, x_2, \dots, x_k$ bağımsız değişkenler ve k bağımsız değişken sayısıdır. β ve θ bilinmeyen yer ve ölçek parametreleri vektörüdür. Ayrıca τ_j bilinmeyen kesme noktaları vektörü ve z ise ölçek parametreleri için bağımsız değişkenlerdir (Ayhan, 2006).

Sıralı lojistik modelin tahmin edilmesi için birikimli olasılıkların bir dönüşümü olan bağlantı fonksiyonları Tablo 1'de verilmiştir (Elamir ve Sadeq, 2010).

Tablo 1. Bağlantı fonksiyonları ve uygulama alanları

Fonksiyon	Şekli	Uygulandığı yerler
Logit	$\log\left(\frac{x}{1-x}\right)$	Kategoriler eşit dağılır
Tamamlayıcı Log-Log	$\log(-\log(1-x))$	Yüksek kategorilerde olasılık değeri daha yüksek
Negatif Log-Log	$-\log(-\log(x))$	Düşük kategorilerde olasılık değeri daha yüksek
Probit	$F^{-1}(x)$	Değişken normal dağılır
Couchit	$\tan(\pi(x - 0.5))$	Değişkende aşırı değerler vardır

Sıralı lojistik regresyonda parametrelerin yorumunda standartlaştırılmış katsayıları hesaplama, tahmin edilen olasılıkları hesaplama, tahmin edilen olasılıklardaki faktör değişmeyi hesaplama ve tahmin edilen olasılıklarda yüzde değişmeyi hesaplama yöntemleri kullanılmaktadır. Parametrelerin yorumunda fark oranı (odds ratio)'da kullanılabilir. Kukla değişkende diğer tüm değişkenler sabit olduğunda $\exp(\beta_k)$ fark oranını vermektedir. Fark oranlarını standardize etmek için s_k : standart sapmayı göstermek üzere diğer tüm değişkenler sabit olduğunda $\exp(\beta_k * s_k)$ hesaplanır. Sürekli değişkenlerde ise; $[\exp(\beta - 1) * 100]$ ile yüzde değişim bulunur (Üçdoğruk ve ark., 2001).

Sıralı lojistik regresyon modellerinde bağımlı değişken çok kategorili olduğu için bunlardan bir tanesi referans kategori olarak seçilmektedir (Bozkurt, 2011). Analiz sonucunda elde edilen regresyon katsayılarının yorumlaması söz konusu referans kategori üzerinden yapılmaktadır (Hosmer and Lemeshow, 2000).

Bağımlı değişkenin j. referans kategorisine düşme olasılığı $p_j = P(Y = j) = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^{j-1} \exp[\sum_{k=1}^K \beta_{jk} X_k]}$ şeklinde tanımlanmaktadır (Bozkurt, 2011).

$$p_j = P(Y = j) = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^{j-1} \exp[\sum_{k=1}^K \beta_{jk} X_k]}, \quad j = 1, 2, \dots, j - 1$$

3. BULGULAR

Dünya kupasında oynanan futbol müsabakalarında kazanmayı etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla uygulanan sıralı lojistik regresyon analizi Minitab 17.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Modelin uygunluk değerleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Modelin uygunluk değerleri

-2 Log-Likelihood only	270.606
-2 Log-Likelihood full	248.600
	Ki-kare=22.007, p=003
Cox-Snell R ²	0.158
Nargelkerke R ²	0.180
McFadden R ²	0.081

Tablo 3'te görüldüğü gibi, sıralı lojistik regresyon modelinin -2 Log-Likelihood only değeri 270.606, -2 Log-Likelihood full değeri 248.600 ve p<0.05 değeri anlamlı olup modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Sıralı lojistik regresyon modeline ait Cox-Snell R²=0.158, Nargelkerke R²=0.180 ve McFadden R²=0.081 olarak elde edilmiştir. Modelin paralel eğriler varsayımı için Ki-kare değeri 6.606 elde edilmiştir ve p00.471>0.05 olduğundan H0 hipotezi kabul edilir. Bu durumda regresyon katsayılarının bağımlı değişkenin her bir kategorisinde aynı olduğu ve maç sonucunu etkileyen değişkenlerin kategorilerinin birbirine paralel olduğu sonucu ortaya çıkar.

Kurulan modelin uygun olup olmadığını belirlemek için uygulanan Ki-kare modele uygunluk testi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Ki-kare uygunluk testi

	Ki-kare	s.d.	p
Pearson	250.564	247	0.425
Deviance	248.600	247	0.459

s.d.: serbestlik derecesi, p: önemlilik değeri.

Tablo 3'te verilen sonuçlara göre, $p=0.425>0.05$ olduğundan sıralı lojistik regresyon modelinin uygun olduğu görülmüştür. Tablo 4'te ise bağımsız değişkenler ve bağımlı değişken için belirlenen modele ait sonuçlar verilmiştir.

Tablo 4. Maç kazanmayı etkileyen değişkenlerin sıralı lojistik regresyon analizi sonuçları

	Değişken	Katsayı	Std. Hata	Wald	Z	p	Odds oranı	% 95 Güven aralığı	
								Alt sınır	Üst sınır
Threshold	const=1	-1.052	1.011	1.083	-1.04	0.298			
	const=2	-0.104	1.007	0.011	-1.10	0.918			
Location	Şut	-0.100	0.065	2.357	-1.54	0.125	0.91	0.80	1.03
	İsabetli şut	0.500	0.136	13.508	3.68	0.001	1.65	1.26	2.15
	Topla oynama	0.006	0.016	0.124	0.35	0.725	1.01	0.97	1.04
	Faul	0.028	0.044	0.408	0.64	0.523	1.03	0.94	1.12
	Sarı kart	-0.250	0.153	2.670	-1.63	0.102	0.78	0.58	1.05
	Ofsayt	-0.235	0.153	2.363	-1.54	0.124	0.79	0.59	1.07
	Korner	-0.012	0.104	0.014	-0.12	0.907	0.99	0.81	1.21

Tablo 4'te görüldüğü gibi, modele ait katsayılar sıralı lojistik regresyon analizinin β katsayılarıdır. Bağımsız değişken katsayılarının (β) anlamlılığının test edilmesinde Wald testi kullanılır. Wald testine göre sadece "isabetli şut" değişkeni 0.001 anlam seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Diğer değişkenler ise önemsiz bulunmuştur. Odds oranı bağımsız değişkenlerin logit üzerindeki etkisini göstermek için yorumlanır. Odds'daki yüzdelik değişim ($100 \cdot [\text{odds}-1]$) formülü ile hesaplanır. Odds oranı 1'den büyük ise bağımsız değişkenin lojit'te artırıcı bir etkisi olduğunu, Odds değerinin 1'den küçük olması bağımsız değişkenin lojit'te azaltıcı bir etkisi olduğunu ve Odds değerinin 1'e eşit olması ise bağımsız değişkenin lojit'te herhangi bir etki yapmadığını göstermektedir (Alpar, 2013). Burada odds oranları için, "şut" değişkenindeki bir birimlik artışın $\text{Exp}(\beta)$ diğer tüm bağımsız değişkenler sabit kalmak şartıyla toplam şutu az olanlara karşın, şutu fazla atanların odds'unda negatif etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bu da her şutu daha fazla çeken takımların maçı her zaman kazanacağı anlamına gelmez olarak değerlendirilebilir. "Şut" değişkeninin üstel lojistik değeri $\exp(-0.1)=0.91$ 'dir. Bu değer dünya kupası gibi büyük maçlarda galibiyette "şut" faktörünün % 09'luk ($1-0.91=0.09 \cdot 100$) bir düşüşe neden olmuştur. "İsabetli şut" değişkeninin üstel lojistik değeri $\exp(0.50)=1.65$ olup, isabetli şutu daha fazla çeken takımların az şut çekenlere oranla galibiyet şansı 1.65 kat yani %65 ($[1.65-1] \cdot 100=\%65$) daha fazladır. İsabetli şutlar bir futbol maçını kazanmada en önemli faktör olmuştur. Topla oynama, faul, sarı kart, ofsayt ve korner atışı değişkenlerinin üstel lojistik değerleri sırasıyla $e^{0.006}=1.01$, $e^{0.028}=1.03$, $e^{-0.25}=0.78$, $e^{-0.235}=0.79$ ve $e^{-0.012}=0.99$ dur. Bir takımın daha fazla topla oynama oranı daha az olanlara göre galibiyet şansını %1 ve faul sayısının fazla olması da galibiyet şansını %3 arttırmaktadır. Ancak bu artış istatistiksel olarak önemli değildir. Maçlarda daha çok sayıda sarı kart görenler, daha fazla ofsayt durumuna düşenler ve daha fazla korner kullananların bir maçı kazanma ihtimali ise sırasıyla %22, %21 ve %1 daha düşüktür. Bu düşüş de istatistiksel olarak önemli değildir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada 2018 Dünya kupasında bir maçta kazanmayı yani galip gelmeyi etkileyen pozisyonların (etkenlerin) neler olduğu sıralı lojistik regresyon analizi ile incelenmiştir. Yapılan analizde 7 bağımsız değişkenden isabetli şut, topla oynama oranı (%) ve faul atışları pozitif yönde takımın galibiyet şansı etkilemekte iken, şut, sarı kart, ofsayt ve korne atışları takımın galibiyetini negatif yönde etkilemektedir. Galibiyeti pozitif yönde etkileyen en önemli değişken isabetli şut değişkenidir ve bu değişken istatistiksel olarak da önemlidir. İsabetli şutu daha fazla çeken bir takımın daha az çekene göre maçı kazanması olasılığı 1.65 kat yani %65 daha fazladır.

KAYNAKLAR

- Akgül A ve Çevik O (2003). İstatistiksel analiz teknikleri. SPSS’te işletme yönetimi uygulamaları, Emek Ofset, Ankara.
- Alpar R (2013). Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler, 4. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara,
- Anonim (2018). https://www.google.com/search?xsrf=ACYBGNSVonR3CwQahaUzvX-K84RanmoC2A%3A1578831754790&source=hp&ei=ig8bXsS1LY32qwGx15PwBg&q=2018+d%C3%BCnya+kupas%C4%B1&oq=2018+d%C3%BCnya+&gs_l=psy-ab.3.0.0l10.8487.12032..14687...1.0..0.2023.9735.7-2j3j1...0.1..gws-wiz.L0XoRL6K9iQ.
- Ayhan S. (2006). Sıralı lojistik regresyon analiziyle Türkiye'deki hemşirelerin iş bırakma niyetini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi.
- Boarini R ve D'ercle M M (2006). Measures of material deprivation in OECD countries. OECD Social Employment and Migration Working Papers, No. 37, OECD Publishing Paris.
- Bozkurt B (2011). Kredi ve Yurtlar Kurumunda kalan öğrencilerin memnuniyet derecelerinin lojistik regresyon yöntemi ile araştırılması: Edirne ili örneği. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne,
- De Alwis A E N, Edirisinghe J C ve Athauda A M T P (2009). Analysis of factors affecting fresh milk consumption among the mid-country consumers. Tropical Agricultural Research and Extension, 12(2): 103-109.
- Elamir E. ve Sadeq H. (2010). Ordinal Regression to analyze employees attitudes towards the application of total quality management. Journal of Applied Quantitative, 5(4): 647-658.
- Hosmer DW ve Lemeshow S (2000). Applied logistic regression, 2nd edn.(Wiley: New York). NY, USA.
- Julkunen I (2002). Social and material deprivation among unemployed youth in Northern Europe. Social Policy and Administration, 36(3): 235-253.
- Kumari V, Agrawal R ve Kumar A (2016), Use of ordinal logistic regression in crop yield forecasting , Indian Agricultural Statistics Research Institute, Library Avenue, Pusa, New Delhi – 110 012, India, Mausam, 67(4): 913-918.
- McCullagh P. (1980). Regression models for ordinal data. Journal of the Royal Statistical Society Series B (Methodological), 42(2): 109-142.
- Oğuzlar, A. (2005). Lojistik regresyon analizi yardımıyla suçlu profilinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 19(1): 21-35.
- Özkan M ve Çamdeviren H (2000), Lojistik regresyon analizi ve genetik çalışmalara ait bir uygulama. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(3): 42-48.
- Üçdoğru Ş., Akın F., ve Emeç H. (2001). Hanehalkı Harcamalarının Olasılıklarını Sıralı Regresyon Modeli ile Tahmin Etme, V. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, 18-22 Eylül, Adana.
- Yakut E, Gündüz M ve Demirci A (2015). İnsani kalkınmışlık düzeyinin sınıflandırma başarılarının karşılaştırılmasında sıralı lojistik regresyon analizi ve yapay sinir ağları yöntemlerinin kullanılması. İşletme Araştırmaları Dergisi, 7(4): 172-199.

Türkiye’ye Göç Eden Suriyelilere Yönelik Tutumların Yapısal Eşitlik Modeliyle Araştırılması

Veysel YILMAZ

Prof.Dr., Eskişehir, Türkiye, vyilmaz@ogu.edu.tr

orcid.org/0000-0001-5147-5047

Zeynep İLHAN

Araştırma Görevlisi, Eskişehir, Türkiye, zeynep.ilhan4@gmail.com

orcid.org/0000-0003-0986-9688

ÖZ

Göç, bir ülkede yaşanan siyasi, dini, ekonomik, toplumsal, kültürel sebepler nedeniyle bireylerin kendi ülkelerini terk edip başka ülkelerde yaşamını devam ettirmesi olarak tanımlanabilir. Göç, genel olarak isteğe bağlı ve zorunlu göç olmak üzere ikiye ayrılır. İsteğe bağlı göç, eğitim, sosyal ya da ekonomik sebepler nedeniyle kendi ülkelerini bırakıp daha iyi bir yaşam sürebilmek için başka ülkelere gitmesidir. Zorunlu göç ise, bireylerin doğal afetler, savaşlar, devrimler gibi sebepler nedeniyle kendi ülkelerini terk etmek zorunda kalmasıdır. İsteğe bağlı olan göçlerde, bireyler göçmen olarak adlandırılırken, zorunlu göç eden bireyler ise hukuken mülteci, sığınmacı gibi adlandırmalar alır. Son yıllarda, Suriye iç savaşı nedeniyle Türkiye'ye göç eden Suriyeli sayısında dikkat çekici bir artış gözlenmiştir. Türkiye'de bulunan Suriyeli sayının milyonları aşması nedeniyle, iki halkın birbiriyle teması her ortamda artmıştır. Bu iletişim, bazen her iki tarafın olumsuz tutum ve davranışları sebebiyle problemli alanlar oluşmasıyla sonuçlanabilmektedir. Bu çalışmada, ülkemizde geçici koruma statüsünde bulunan Suriyelilere ilişkin tutumlar Ward ve Masgoret (2006) Modeliyle araştırılmıştır. Modelin test edilmesinde ise Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veri seti Eskişehir Osmangazi Üniversitesi öğrencilerden derlenmiştir. Analiz sonucunda, gruplar arası tahammül düzeyindeki artışın, algılanan gruplar arası tehdidi azaltacağı, aynı zamanda gruplar arası tehditteki bir birimlik düşüşün de mültecilere yönelik olumsuz tutumu 0,96 birim azaltacağı tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Suriyeliler, Yapısal Eşitlik Modellemesi, Ward ve Masgoret Modeli

JEL Kodları: C10, C19, J15

Investigation of Attitudes Towards Syrian Immigrate to Turkey by Proposed Structural Equation Model

ABSTRACT

Migration can be defined as individuals leaving their own countries and continuing to live in other countries due to political, religious, economic, social and cultural reasons experienced in one country. Migration is divided into two as voluntary and forced migration in general. Voluntary migration is to leave their own country because of education, social or economic reasons and go to other countries to live a better life. Forced migration is the fact that individuals have to leave their own country due to reasons such as natural disasters, wars and revolutions. In voluntary migrations, individuals are called immigrants, while forced migrants are legally called refugees and asylum seekers. In recent years, a remarkable increase in the number of Syrians who immigrated to Turkey was observed because of the Syrian civil war. Because of overtopping million the number of Syrians in Turkey has increased contact with each of the two peoples in any environment. This communication can sometimes result in problematic areas due to the negative attitudes and behaviors of both sides. In this study, attitudes towards Syrian with temporary protection status in Turkey were investigated with Ward and Masgoret Model (2006). Structural equation modelling (SEM) was used to test the model. The data set used in the study was compiled from the students of Eskişehir Osmangazi University. As a result of the analysis, it was estimated that the increase in inter-group tolerance would reduce the perceived inter-group threat, while the decrease in inter-group threat would also reduce the negative attitude towards refugees by 0.96 units.

Keywords: Syrians, Structural Equation Modeling, Ward and Masgoret Model

JEL Codes: C10, C19, J15

1. GİRİŞ

15 Mart 2011 yılında Suriye'de başlayan protestolar ülkeyi iç savaşa kadar götürmüştür. Bu iç savaş nedeniyle Suriye halkının büyük bir çoğunluğu başka ülkelere zorunlu olarak göç etmek durumunda kalmıştır. 6 yıldan fazla süren bu savaş yüzünden milyonlarca Suriyeli evsiz kalmış ve birçoğu hayatını kaybetmiştir. Ayrıca iç savaş sebebiyle gıda fiyatlarının yükselmesi Suriye'de yaşam şartlarını zorlaştırmıştır. Gün geçtikçe Suriye'deki olayların şiddetlenmesi yapılan zorunlu göçlerin de artmasına neden olmuştur. Türkiye yapılan bu zorunlu göçlere duyarsız kalmayıp açık kapı politikası izlemiş, bununla birlikte komşumuz olan Suriye vatandaşlarına geçici koruma statüsünde çeşitli imkânlar tanımıştır.

Türkiye, coğrafi konumu itibarıyla göçmenlere kapılarını açan, ihtiyaç duyanları koruma altına alan ve dünya kamuoyu tarafından da saygı duyulan bin yıllık köklü bir göç geleneğine sahiptir (Türkiye göç raporu; 2016: 23). Birleşmiş Milletler Mülteci Örgütü (UNHCR) 2016 verilerine göre Suriyelilerin %87'si beş komşu ülkeye göç etmiştir. Bunlar sırasıyla Türkiye 2,8 milyon, Lübnan 1 milyon, Ürdün 0,6 milyon, Irak 0,2 milyon, Mısır 0,1 milyon Suriyeliye ev sahipliği yapmaktaydı. Günümüz şartlarına bakıldığında ise 5,5 milyonu aşmış olan Suriyelilerin 3,5 milyondan fazlası Türkiye sınırları içerisinde yer almaktadır. Türkiye bu sayı ile dünyanın en çok göç alan ülkesi konumuna gelmiştir.

Gün geçtikçe Türkiye'de yaşayan geçici koruma statüsünde bulunan Suriyeli sayısı artmaktadır. Bununla beraber toplumumuzun Suriyeliler ile karşılıklı teması da artmaktadır. Bunun sonucunda toplumumuzun ülkemize göç eden Suriyelilere ilişkin tutum ve davranışları şekil almaktadır. Türkiye'de halk Suriyeliler ile sosyal yaşam alanlarında ve çalışma ortamında sürekli iletişim içinde bulunmaktadır. Bu etkileşim sonucu bazen olumsuz durumlar veya istenmeyen çatışmalar yaşanabilmektedir. Bu çatışmaların önlenmesi için halkın göç edenlere ilişkin olumsuz tutum oluşturmalarına sebep olan faktörlerin ortaya çıkartılmasının önemli olacağı değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada Suriyelilere ilişkin olumsuz tutumların oluşmasını etkileyen faktörler Ward ve Masgoret (2006) Modeliyle araştırılmıştır. Modelin test edilmesinde ise Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) kullanılmıştır. Çalışmanın izleyen kısımlarında konuya ilişkin literatür taraması, önerilen araştırma modeli ve hipotezlerin tasarımı ve YEM sonuçları yer almaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Boyraz'ın (2015) "Türkiye'de Göçmen Sorununa Örnek Suriyeli Mülteciler" adlı çalışmasında savaşlar, iç savaşlar ve siyasi baskılar sonucu yaşadıkları topraklardan milyonlarca insanın, mültecilik ve göçmenlik ile yüz yüze bırakılmasına dikkat çekmeyi amaçlamıştır. Çalışmada Türkiye'de kurulan çadır kentlerin dağılımları ve bu çadır kentlerden Akçakale kampları ele alınarak ayrıntılı olarak incelemiştir. Araştırmanın yapıldığı Akçakale'de yaklaşık 40 bin civarı Suriyeli sığınmacı bulunmaktadır. Yazar, bu bölgeye yerleşen Suriyelilerin ekonomik açıdan bölge halkını olumsuz etkilediğini, Akçakale halkının Suriyelilere yönelik olumsuz bakış açısının şiddetli bir şekilde arttığını belirtmiştir. Çalışmada, bunun nedeni olarak Suriyelilerin düşük ücretlerle çalışıp yerel halkın işsiz kalması olarak ifade edilmiştir. Zorunlu göçün yaşanması ile Akçakale'deki aile düzeninin ve ilçede var olan sükûnetin bozulduğu, ilçede çarpık kentleşmeye yol açtıklarını, dilenciliği yaygınlaştırdıklarını, bazen halka bazen de devlet görevlileri ile sorun yaşadıkları değerlendirilmiştir. Akçakale Emniyet Müdürü ile yapılan söyleşide Suriyelilerin ilçelerine geldiklerinden beri çeşitli asayiş sorunlarının arttığını ve suçlu oranının da buna bağlı olarak arttığını dile getirilmiştir. Araştırma sonuçlarında her ne kadar Suriyelilerin olumsuz yönü ağır bassa da bölgedeki bazı sektörlerin gelişimi bu mültecilerin gelmesine borçlu olduğu da belirtilmiştir. Çalışmanın sonunda Suriyeli mültecilerin artık Türkiye'nin gerçeği olduğu ve bu göçün olumsuz etkilerini azaltacak tedbirler üzerinde durulması gerektiğini ifade edilmiştir.

Canyurt (2015), insani yardım niteliği taşıyan göç eden Suriyeli sorunun Türkiye için oldukça sıkıntılı bir konu olduğunu, diğer taraftan ise sorunun çözümü adına batılı devletlerin çok gevşek davrandığı ve çözüm adına aktif olmaya isteksiz oldukları gözlemlendiğini ifade etmiştir. Bunun Türkiye'yi zor durum

soktuğu ve ne yazık ki bu sorunun yakın zamanda çözümlenemeyeceği, bu nedenle de Türkiye'nin stratejisini çok iyi ayarlaması gerektiği değerlendirilmiştir.

Tunç'un (2015), kamp dışında yaşayan Suriyelilerin sosyal uyum sürecini sağlıklı bir şekilde tamamlayamadığı ifade etmiştir. Çalışmada, vatandaşların Suriyelilere büyük oranda kültürel mesafe koydukları, demografik açıdan kaygı duydukları, özellikle iş kaybetme ve gelir kaybı kaygısı yaşadıkları ev fiyatlarının yükselmesine bağlı olarak ekonomik kaygı duydukları belirtilmiştir. Toplumlarda, mültecilerin sosyal hizmetlere yük getirdiği ve kamu hizmetlerinde aksamalara neden olduğu düşüncesi hakim olduğu, bunların dışında sıklıkla hastalıkların ve suçun nedeni olarak görüldüğü, neticede de mültecilere karşı güvensizlik duyulduğu değerlendirilmiştir. Toplumsal kabulün sürdürülebilir olması, nefret ve düşmanlığa dönüşmemesi için çeşitli çözümlerin üretilmesine ihtiyaç olduğunu ve bunun da ancak her iki toplumu dinleyerek yapılabileceğini ifade edilmiştir.

Ortadoğu Stratejik Araştırmalar Merkezi'nin (2015) yaptığı "Suriyeli sığınmacıların Türkiye'ye etkileri" adlı çalışmada Suriyelilerin Türkiye'deki çeşitli etkileri araştırılmıştır. Suriyelilerin Türkiye üzerindeki etkilerini toplumsal etkiler, ekonomik etkiler, temel hizmetler üzerindeki etkiler, siyasi ve güvenlik etkiler olmak üzere 4 başlıkta ele alınmıştır. Bu etkileri tam olarak anlayabilmek için sırasıyla Adana, Osmaniye, Hatay, Kilis, Gaziantep, Şanlıurfa, Mersin ve Kahramanmaraş illerini ziyaret etmişlerdir. Yaptıkları analizler sonucunda sosyal uyum sorununun en önemli nedeninin yerel halk ile Suriyeliler arasında farklı dil, kültür ve yaşam tarzından kaynaklı olduğunu saptamışlardır. Sınır illerde Suriyeli sayısının çok fazla artması, demografik değişimin yaşanması ve bunun yarattığı güvensizliği beraberinde getirmiştir. Özellikle Kilis'te yerel halk azınlık durumuna düşmüş, beraberinde huzursuzluk ve endişeyi getirmiştir. Ekonomik alandaki etkilerine bakıldığında ise, en fazla şikâyet Suriyelilerin ucuz işgücü olarak çalıştırılması konusu olduğu dile getirilmiştir. Sınır illerinde işini kaybetmiş olanların %40'nın Suriyeliler yüzünden işini kaybettiği, bu durumun yerel halk arasında iş fırsatlarının ellerinden alındığı şeklinde bir tepkiye neden olduğu belirlenmiştir.

Topkaya ve Akdağ (2016), sosyal bilgiler öğretmen adaylarının Suriyelilere ilişkin tutumlarını incelemiştir. Çalışma 2014-2015 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Kilis 7 Aralık Üniversitesi Sosyal Bilgiler Öğretmenliği programında öğrenim gören 18 öğretmen adayı ile yüz yüze görüşülerek yapılmıştır. Çalışma sonucunda öğrenciler Suriyeli sığınmacıların gelmesiyle birlikte ülkelerinin kıymetini daha iyi anladıklarını, ev kiralılarının sığınmacıların gelmesiyle birlikte çok yüksek artış gösterdiğini, şehrin aşırı derecede kalabalıklaştığını, sığınmacılara yönelik kısmen olumsuz tutum içerisinde olduklarını, sığınmacılara bireysel olarak parasal yardımda bulunduklarını ve devletin sığınmacılara eğitim olanağını sağladığını ifade etmişlerdir.

Gülyaşar (2017), son günlerin önemli bir tartışma konusu olan Suriyelilere vatandaşlık verilme durumunun Suriyeliler ve Türkler tarafından nasıl karşılandığını araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar, Suriyelilerin vatandaşlığa sıcak baktıkları, vatandaşlık verilmesi halinde kendilerini daha garanti altında hissedecekleri, daha iyi ve eşit şartlarda yaşayabilecekleri üzerine iken, Türklerin ise tam aksine büyük çoğunluğun vatandaşlık verilmesine karşı olduğu ortaya çıkmıştır. Günümüzde Suriyelilerin çıkardığı düşünülen pek çok sorunun vatandaşlık verilmesi halinde daha da artacağı değerlendirilmiştir.

Yıldırım alp vd.(2017), 2011 yılı sonrası göç eden Suriyelilerin toplumsal kabul ve uyum sürecini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Kamplardan ayrılarak farklı illere dağılmış, istihdama katılan 30 Suriyeli ile biçimsel mülakat gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak yazarlar, Suriyelilerin toplumsal kabul ve uyum sürecinin istenen düzeyde gerçekleşmediğini değerlendirmişlerdir. Suriyeli sığınmacıların toplumsal ve ekonomik etkilerinin, toplumsal ve bireysel tehdit ve fırsat boyutlarıyla iyi analiz edilmesi, kabul ve uyum süreci açısından önem arz ettiğini ifade etmişlerdir. Toplumsal kabul ve uyumun istenen düzeylerde olması ve sürdürülebilirliği için her iki toplumun birbiriyle uyumunu sağlayabilecek dinamik ve çok boyutlu politikalar uygulanması gerektiği sonucuna varmışlardır.

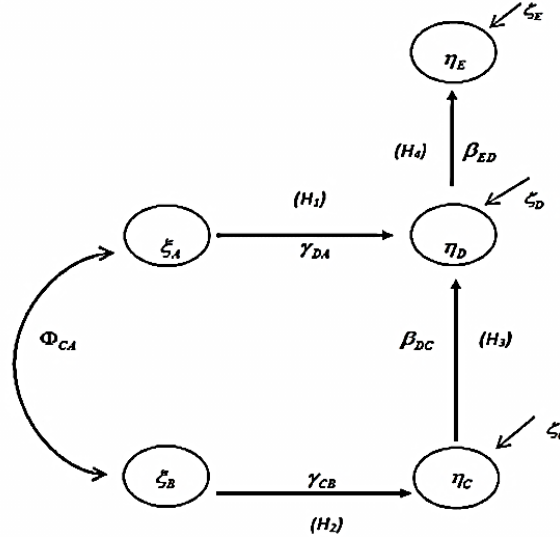
Türkiye'de zorunlu göç ile bulunan Suriyelilere ilişkin pek çok makale yayınlanmıştır. Bu makalelerin pek çoğunda az bir örneklem ile derin nitel görüşmelere dayalı çıkarımlarda bulunulmuştur. Bu çalışmada ise geçici koruma statüsüyle bulunan Suriyelilere yönelik olumsuz tutum oluşturmaya etkili

olabileceği varsayılan Çok kültürlü ideoloji, Kültürlerarası ilişki, Gruplar arası tahammül ve Algılanan gruplar arası tehdit faktörleri arasındaki nedensel ilişkiler önerilen bir yapısal model ile araştırılmıştır.

3.YÖNTEM

3.1.Araştırma Modeli ve Hipotezler

Ward ve Masgoret'in (2006, 2008), göçmenlere yönelik bir tutum modelini test etmeyi amaçlanmıştır. 2006 yılındaki çalışmada araştırma örneklemini 500, 2008 yılındaki çalışmada ise 2020 Yeni Zelanda hanesi oluşturmaktadır. Ward ve Masgoret geliştirdiği modele “Göçmenlere yönelik sosyal psikolojik model” ismini vermiştir. Şekil 1'de Ward ve Masgoret'in (2006) modelinden yararlanılarak önerilen modeli verilmiştir. Bu çalışmada önerilen araştırma modeli ve faktörler Ward ve Masgoret'in (2006) çalışmasında kullandığıyla aynıdır. Önerilen araştırma modelinde $A^{(+)}$:Çok kültürlü ideoloji ve $B^{(+)}$: Kültürlerarası ilişki ilişkili dışsal gizil değişkenler olarak, $C^{(+)}$: Gruplar arası tahammül ve $D^{(-)}$: Algılanan gruplar arası tehdit aracı dışsal gizil değişkenler ve $E^{(-)}$:Suriyelilere yönelik olumsuz tutum da içsel gizil değişken olarak tanımlanmıştır. D ve E gizil değişkenlerinin ölçülmesinde kullanılan maddeler incelendiğinde tümünün negatif (olumsuz) anlam ifade ettiği görülecektir. Bu nedenle bu gizil değişkenler $D^{(-)}$ ve $E^{(-)}$ olarak ifade edilmiştir. Önerilen modelde $D^{(-)}$: Algılanan gruplar arası tehdit gizi değişkeninin tahminicileri, $C^{(+)}$: Gruplar arası tahammül ve $A^{(+)}$:Çok kültürlü ideolojidir.



Şekil 1. Önerilen araştırma Modeli

$A^{(+)}$:Çok kültürlü ideoloji; $B^{(+)}$: Kültürlerarası ilişki; $C^{(+)}$: Gruplar arası tahammül; $D^{(-)}$: Algılanan gruplar arası tehdit; $E^{(-)}$:Suriyelilere yönelik olumsuz tutum

Modelde, ξ_A : Çok kültürlü ideoloji, ξ_B : Kültürlerarası ilişki, η_C :Gruplar arası tahammül, η_D : Algılanan gruplar arası tehdit ve η_E : Suriyelilere yönelik olumsuz tutum, ζ_C , ζ_D ve ζ_E sırasıyla Gruplar arası tahammül, Algılanan gruplar arası tehdit ve Suriyelilere yönelik olumsuz tutum gizil değişkenlerine ait hata terimlerini ifade eder. γ_{DA} : Çok kültürlü ideolojinin Algılanan gruplar arası tehdit üzerindeki doğrudan etkisini; γ_{CB} : Kültürlerarası ilişkinin Gruplar arası tahammül üzerindeki doğrudan etkisini; β_{DC} : Gruplar arası tahammülün Algılanan gruplar arası tehdit üzerindeki doğrudan etkisini ve β_{ED} : Algılanan gruplar arası tehdidin Suriyelilere yönelik olumsuz tutum üzerindeki doğrudan etkisini gösterir.

Modeldeki ilişkileri sınamak için önerilen hipotezler aşağıda verilmiştir.

H₁: Çok kültürlü ideoloji geliştikçe, algılanan gruplar arası tehdit azalır.

H₂:Kültürler arası ilişki seviyesi arttıkça, gruplar arası tahammül seviyesi artar.

H₃: Gruplar arası tahammül seviyesi arttıkça, algılanan gruplar arası tehdit azalır.

H₄: Algılanan gruplar arası tehdit azaldıkça, Suriyelilere yönelik olumsuz tutum azalır

3.2. Veri toplama Aracı ve Örneklem

Çalışmada kullanılan veri derleme aracı Ward ve Masgrote (2006, 2008) ve Ipsos Mori (2012), European Social Survey, Eurobarometer'ın çalışmalarından yararlanılarak oluşturulmuştur. Veri derleme aracındaki maddeler İngilizceden çeviri ile aynen alınmayıp anlam aynı kalmak üzere düzenleme yapılmıştır. Hazırlanan veri derleme aracı demografik bilgiler, Suriyelilere yönelik tutum ve davranışları ölçmek için 3 bölüme ayrılmıştır. Demografik bilgiler kısmında anketi dolduran kişinin cinsiyeti, yaşı, eğitim düzeyi gibi bilgiler yer almaktadır. Davranışa ilişkin bölümde 5'li likert tipi ölçek (1-Hiçbir zaman, 2-Nadiren, 3-Arasıra, 4-Sıklıkla, 5-Her zaman), Tutuma ilişkin bölümde 5'li likert tipi ölçek (1-Hiç Katılmıyorum, 2-Az Katılıyorum, 3-Orta Düzeyde Katılıyorum, 4-Çok katılıyorum, 5-Tamamen Katılıyorum) kullanılmıştır. Anket formları 16.04.2018 ve 28.04.2018 tarihleri arasında yapılmıştır. Yanlış ya da eksik doldurulduğu fark edilen anketler analizlere dahil edilmemiştir.

Veri toplama aracının hazırlanmasında tutuma ilişkin önerilen yapısal eşitlik modelinde, Çok kültürlü ideoloji, Kültürler arası ilişki, Gruplar arası kaygı, Gruplar arası algılanan tehdit ve Suriyelilere ilişkin tutum faktörleri yer almaktadır. Veri derleme aracının güvenilirliği Eskişehir Osmangazi Üniversitesi öğrencileri için 12-16 Şubat 2018 tarihleri arasında 50 kişilik pilot çalışma yapılmıştır. Elde edilen veriler SPSS programına girilerek güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarında Cronbach Alfa (α) katsayısı 0,85 olarak hesaplanmıştır. Veri toplama aracındaki faktörler ve maddeler Tablo 1'de verilmiştir.

Araştırmanın ana kitlesi 2017-2018 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi'nde eğitim gören 24091 lisans öğrencisidir. Seçilecek olan örneklemdeki birim sayısını belirlemek için %95 güven düzeyi, 0,05 duyarlılık ve ana kitle gözlenme oranı 0,50 alınarak 384 olarak hesaplanmıştır.

Tabakalı Örneklem, ana kitleyi oluşturan birimlerin incelenecek özellikleri bakımından farklılık göstermesi durumunda uygulanan bir yöntemdir. Ana kitle tabakalara ayrılırken yaş, cinsiyet, yerleşim bölgesi, fakülte, fakülte gibi birçok değişken kullanılabilir. Çalışmada ana kitleyi oluşturan öğrencilere fakülte bazında tabakalı örneklem uygulanmıştır. Çalışmada tabakalar; Fen-Edebiyat Fakültesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Dış Hekimliği Fakültesi, Eğitim Fakültesi, İlahiyat Fakültesi, Ziraat Fakültesi, Turizm Fakültesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi ve Tıp Fakültesi olmak üzere 11 tabakaya ayrılmıştır. Tabakalara göre anketin uygulanması gereken kişi sayısı orantısal dağıtım ile yapılmıştır.

Veri derleme aracında iki adet kontrol sorusu yer almaktadır. Bu kontrol soruları yardımıyla tutarlı bulunmayan 41 adet anket formuna ilişkin veri analize dâhil edilmemiştir. Bu nedenle analizler 343 ankete ilişkin derlenen veri setinden oluşmuştur.

4. BULGULAR

4.1.Katılımcıların Demografik Özellikleri

Anketi cevaplayan öğrencilerden %50,4'ü kadın (f=193) ve %49,6'sı erkektir (f=170). Katılımcıların %31,5'i 17-20 yaş aralığında (f=108), %59,2'si 21-24 yaş aralığında (f=203), %8,5'i 25-28 yaş aralığında (f=29) ve %0,09'u 29 yaş ve üzerindedir (f=3). Anketi cevaplayan öğrencilerin %19,2'si (f=66) Fen-Edebiyat Fakültesi, %14,6'sı (f=50) İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, %1,2'si (f=4) Sanat ve Tasarım Fakültesi, %32,2'si (f=114) Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, %0,09'u (f=3) Dış Hekimliği Fakültesi, %8,2'si (28) Eğitim Fakültesi, %6,1'i (f=21) İlahiyat Fakültesi, %2,9'u (f=10) Ziraat Fakültesi, %2,9'u (f=10) Turizm Fakültesi, %5'i (f=17) Sağlık Bilimleri Fakültesi, %5,8'i (f=20) Tıp Fakültesinde öğretim

görmektedir. Öğrencilerin %44'ü (f=152) evlerinin yakınında Suriyelilerin yaşadığını, %56'sı (f=191) ise yaşamıyor cevabını vermiştir. Cevaplayıcılar Suriyelilerle iletişim sıklığına %77'si (264) hiçbir zaman, %16'sı (f=55) haftada 1-2 defa, %2,3'ü (f=8) haftada 3-4 defa, %2'si (f=7) haftada 5-6 defa, %2,6'sı Suriyelilerle her gün cevabını vermiştir.

4.2.Yapısal Eşitlik Modeline İlişkin Bulgular

Verileri analiz etmek için LISREL 8.80 kullanılarak öncelikle doğrulayıcı faktör analizi daha sonra yapısal eşitlik modellemesi olmak üzere iki aşamalı yol izlenmiştir. İlk olarak, yakınsaklık geçerliliği değerlendirmek için ölçüm modeli, daha sonra da yapılar arasındaki ilişkilerin kuvvetini ve yönünü araştırmak için yapısal model incelenmiştir. Ölçüm modelinin uyum ölçütleri Tablo 1'in son sütununda parantez içinde italik olarak verilmiştir.

Çok Değişkenli Normallik ve Tahmin Yöntemi

Veri analizi yapılmadan önce, veri seti çok değişkenli normallik açısından incelenmiştir. Veri setine sorunlu anketler ve eksik veri olan anketler dâhil edilmediği için eksik veri bulunmadığı görülmüştür. Çok değişkenli normallik için $\chi^2 = 3154,21$ ve $p < 0,01$ olarak bulunmuştur. Bu sonuç veri setinin çok değişkenli normal dağılmadığını ifade etmektedir. Bu nedenle çalışmada parametre tahmin yöntemi olarak Sağlam En çok Olabilirlik (Robust Maximum Likelihood) kullanılmıştır.

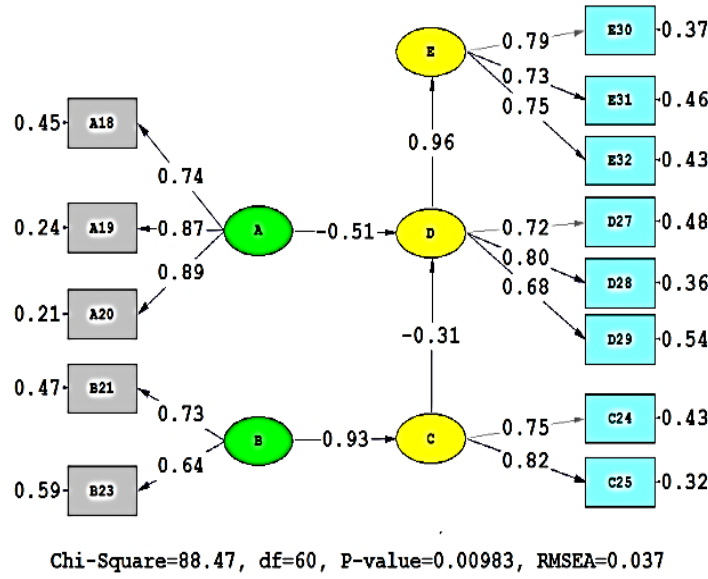
Verilerin analizinden elde edilen yapısal model Şekil 2'de, modelin uyum ölçütleri Tablo 1'de, parametre tahminleri ve R^2 değerleri Tablo 2'de ve hipotez testi sonuçları da Tablo 3'de verilmiştir.

Modelin uyumu için hesaplanan ki-kare değeri $\chi^2 = 88,457$ ($sd=60$, $p=0,00983$) olarak bulunmuştur. $\chi^2/sd = 1,48$ olarak hesaplanmıştır. Modelin uygunluğu gösteren diğer ölçütler ise; Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü-RMSEA=0,037 (Root-mean-square error approximation), Standartlaştırılmış Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü-SRMR = 0,031 (Standardized Root Mean Square Residual, Normlaştırılmış Uyum İndeksi-NFI= 0,98 (Normed Fit Index), Normlaştırılmamış Uyum İndeksi-NNFI= 0,99 (Non-Normed Fit Index), Artan İndeksi-IFI= 0,99 (Incremental Fit Index), Karşılaştırılmalı Uyum İndeksi-CFI = 0,99 (Comparative Fit Index), Uyum İyiliği İndeksi-GFI= 0,96 (Goodness-of-fit), AGFI = 0,93 (Adjusted Goodness of Fit Index), Tutarlı Akaike Bilgi Kriteri-CAIC= 300,44 (Consistent Akaike Information Criterion), Doymuş Model CAIC 622,23 ve Beklenen Çapraz Geçerlilik İndeksi-ECVI = 0,48 (Expected Cross-Validation Index), saturated model ECVI = 0,53 olarak hesaplanmıştır. Suriyelilere ilişkin tutum modeli uyum değerleri ile YEM'de kullanılan uyum ölçütlerinin iyi uyum ve kabul edilebilir sınır değerleri Tablo 1' de topluca verilmiştir. Tablo 1'deki sonuçlardan modelin uyumunun iyi uyum sınırları içinde kaldığı söylenebilir.

Tablo 1. Uyum Ölçüleri

Uyum Ölçüleri	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	Önerilen Model
NFI	$0,95 \leq NFI \leq 1$	$0,90 \leq NFI \leq 0,95$	0,98 (0,99)
NNFI	$0,97 \leq NNFI \leq 1$	$0,95 \leq NNFI \leq 0,97$	0,99 (0,99)
CFI	$0,95 \leq CFI \leq 1$	$0,90 \leq CFI \leq 0,95$	0,99 (0,99)
GFI	$0,95 \leq GFI \leq 1$	$0,90 \leq GFI \leq 0,95$	0,96 (0,96)
AGFI	$0,95 \leq AGFI \leq 1$	$0,90 \leq AGFI \leq 0,95$	0,93(0,93)
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0,05$	$0,05 \leq RMSEA \leq 0,08$	0,037 (0,038)
SRMR	$0 \leq SRMR \leq 0,05$	$0,05 \leq SRMR \leq 0,10$	0,031(0,030)
χ^2/sd	$0 \leq \chi^2/sd \leq 2$	$2 \leq \chi^2/sd \leq 3$	1,480 (1,488)

Parametre tahminlerine ait Şekil 2 incelendiğinde; çok kültürlü ideolojinin 3 adet maddesi söz konusudur ve bu maddeler pozitif katsayılarla sahiptir. Bu katsayıların en büyüğü A20'dir (0,89). Kültürler arası ilişkinin 2 adet maddesi söz konusudur ve bu maddeler pozitif katsayılarla sahiptir. Bu katsayıların en büyüğü B21'dir (0,73). Gruplar arası tahammülün 2 adet maddesi söz konusudur. Bu katsayıların en büyüğü C25'tir (0,82).



Şekil 2: Modele ilişkin path diyagramı (LISREL 8.80 çıktısı)

Önerilen modele ait faktörler ve yükleri Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Önerilen modele ait faktörler ve yükleri ve R² değerleri

Faktörler	Maddeler	Faktör Yükleri	R ²
A:	A18: Suriyeliler kültürlerini Türkiye’de devam ettirebilirler.	0,74**	0,55
	A19: Suriyelilerin sağladığı kültürel çeşitlilik Eskişehir için bir zenginliktir.	0,87**	0,77
	A20: Göç edenler toplumun kültürünü zenginleştirir	0,89**	0,79
B:	B21: Suriyelilerle iletişim kuararım.	0,73**	0,53
	B23: Bir Suriyeli komşum olması beni rahatsız etmez.	0,64**	0,41
C:	C24: Bazı sıkıntılar olsa da Suriyelilere tahammül gösteriyorum.	0,75**	0,56
	C25: Suriyelilerin de hakları olduğunu düşünüp onlara saygı gösterilmelidir.	0,82**	0,66
D:	D27: Suriyeliler toplumdaki ekonomik yapıyı olumsuz yönde etkiler.	0,72**	0,52
	D28: Göçün suçu arttırdığını düşünüyorum.	0,80**	0,64
	D29: Suriyelilere sağlanan imkânlar Türkiye vatandaşına sağlanan imkânlardan daha fazladır.	0,68**	0,46
E:	E30: Ülkeye giren Suriyeli sayısı sınırlandırılmalıdır.	0,79**	0,63
	E31: Yasadışı Suriyeliler sınır dışı edilmelidir.	0,73**	0,54
	E32: Suriyelilere verilen vatandaşlık hakları kısıtlanmalıdır.	0,75**	0,46

**p<0.01

Tablo 2 incelendiğinde tüm hipotezlerin desteklendiği görülebilir. $\gamma_{DA} = -0,51$ olarak tahmin edilen değer, Çok kültürlü ideolojideki bir birimlik artışın Algılanan gruplar arası tehditte 0,51 birimlik bir azalmaya sebep olacağı, $\beta_{DC} = -0,31$ ise, Gruplar arası tahammüldeki bir birimlik artış, Algılanan gruplar arası tehditte 0,31 birimlik bir azalmaya sebep olacağı anlamına gelir. $\gamma_{CB} = 0,93$, Kültürlerarası

ilişkideki bir birimlik artışın, Gruplar arası tahammülde 0,93 birimlik bir artışa, $\beta_{DE}=0,96$ ise Algılanan gruplar arası tehditteki bir birimlik artışın, Suriyelilere ilişkin olumsuz tutumda 0,96 birimlik bir artışa sebep olacağı anlamını taşır.

Tablo 3. Standartlaştırılmış parametre tahminleri, t değerleri ve hipotez testi sonuçları

Hipotezler	Akış yönü	Standartlaştırılmış parametre tahminleri	Hipotez testi sonucu
H ₁	A → D	-0,51**	Desteklendi
H ₂	B → C	0,93**	Desteklendi
H ₃	C → D	-0,31**	Desteklendi
H ₄	D → E	0,96**	Desteklendi

** $p<0.01$

Yapısal eşitlik modelleri için hesaplanan R² değerlerinden; Gruplar arası tahammüldeki değişimin %86'sı kültürler arası gizil değişken tarafından açıklandığı, Algılanan gruplar arası tehditteki değişimin %57'sinin Çok kültürlü ideoloji ve Gruplar arası tahammül gizil değişkenleri tarafından açıklandığı ve Suriyelilere ilişkin olumsuz tutumdaki değişimin %92' sinin Algılanan gruplar arası tehdit tarafından açıklandığı söylenebilir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Eskişehir Osmangazi Üniversitesi öğrencilerinin Suriyelilere ilişkin tutumları Ward ve Masgoret (2006) Modeliyle araştırılmıştır. Literatür taraması sonucunda tutuma ilişkin bir araştırma modeli model önerilmiştir. Önerilen bu modelde çok kültürlü ideoloji, kültürler arası ilişki, gruplar arası tahammül ve gruplar arası algılanan tehdit gibi faktörlerin tutum üzerinde etkileri araştırılmıştır. Önerilen modelin sonuçlarına göre çok kültürlü ideoloji ile kültürler arası ilişki arasında $r=0,76$ yüksek düzeyde pozitif korelasyon hesaplanmıştır. Ayrıca gruplar arası algılanan tehdidin Suriyelilere ilişkin tutumları öngörmede çok önemli bir rol oynadığı saptanmıştır. Bireylerin Suriyelileri, kendileri ve ülkeleri için bir tehdit unsuru olarak görmesi Suriyelilere yönelik tutumları üzerinde büyük ölçüde etkiler yaratabileceği değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra Suriyeliler ile temas sıklığı arttıkça bireyler üzerinde daha olumlu tutumlar ortaya çıktığı görülmüştür.

Ward ve Masgoret'in (2006, 2008), göçmenlere yönelik tutumlar araştırılmış ve gelecekte yapılacak olan araştırmalar için önerilerde bulunulmuştur. Araştırma sonuçlarında algılanan tehdidin göçmenlere yönelik tutumu öngörmede çok önemli rol oynadığını ifade edilmiştir. Çok kültürlü ideolojinin, göçmenlere yönelik daha az tehdit ve daha elverişli tutum duygusuna yol açtığı, ayrıca göçmenler ile temas sıklığı arttıkça gruplar arası kaygılarda azalmaya neden olduğu ve kaygıların azalması sonucunda da tehdit algıları azaldığı ve daha olumlu tutumların ortaya çıktığı ifade edilmiştir. Ayrıca yazarlar çok kültürlü ideolojiyi kabullenme seviyesi arttıkça olumlu tutumların da artacağını, aynı şekilde temas sıklığı arttıkça olumlu tutumlarda da artış olduğunu belirtmiştir. Ward ve Masgoret'in (2006, 2008) çalışmalarındaki sonuçlar ile bu çalışmadan elde edilen bulgular paralellik göstermektedir.

Çalışmada dikkat çeken başka bir nokta üniversite öğrencilerinin Suriyelilere ilişkin oldukça fazla olumsuz tutum sahibi olmasıdır. Fakat bu olumsuz tutumlara rağmen Suriyelilere ilişkin davranışlarının olumsuz olmadığı, tahammül gösterme seviyelerinin beklenilenden yüksek olduğu görülmüştür. Veri derleme aracında yer alan "Bazı sıkıntılar olsa da Suriyelilere tahammül gösteriyorum." ifadesine orta düzeyde, çok, tamamen katılıyorum diyenlerin oranı toplamda %64,5 olarak bulunmuştur.

Erdoğan (2015) çalışmasında "Suriyeli sığınmacılar bulundukları yerlerde şiddet, hırsızlık, kaçakçılık ve fuhuş gibi suçlara bulaşarak toplumsal ahlak ve huzuru bozmaktadır." önermesine tamamen katılanların oranı 2014 yılında %41,8, bu araştırmada ise öğrencilerin "Göçün suçu arttırdığını

düşünüyorum." önermesine katılanların oranı %46.9 olarak hesaplanmıştır. Bu kadar sığınmacıya bakılması Türkiye'nin ekonomisine zarar vermektedir." önermesine katılanların oranı %29,1 iken, araştırmamızda "Suriyeliler toplumdaki ekonomik yapıyı olumsuz etkiler." önermesine katılanların oranı %45,8'e yükselmiştir. Bu sonuçlar, Gruplar Arası Algılanan Tehdidin her geçen yıl artması Suriyelilere İlişkin olumsuz tutumlarda artışa neden olabileceği ve bu olumsuz tutumların da olumsuz davranışlara yansıyabileceği şeklinde değerlendirilebilir.

Her geçen gün artan tehdit olgusu her iki taraf için de birçok olumsuzluklar doğurabilmektedir. Suriyeliler ile yaşam kaçınılmaz hale gelse de her iki taraf için ideal yaşam standartları yakalanmaya çalışılmalıdır. Bu çalışmada kullanılan araştırma modeli geliştirilerek gruplar arası tehdidin nasıl azaltılabileceği üstünde daha fazla durulmalıdır. Ayrıca modele davranış gizil değişkeni eklenerek modelde yer alan dışsal gizil değişkenlerin ve özellikle olumsuz tutum içsel gizil değişkenin davranış üzerindeki etkileri araştırılabilir. Bu çalışmada kullanılan veri derleme aracında davranışı ölçmeye yönelik çeşitli ifadeler de yer verdik. Bundan sonraki çalışmada bahsedilen model geliştirilerek ele alınan faktörlerin Suriyelilere yönelik davranışları etkileyip etkilemedikleri araştırılmaya çalışılacaktır. Bu çalışmada örneklem olarak bir üniversitenin öğrencileri ele alınmıştır. Bu konu bir proje çerçevesinde araştırma örneklemine tüm üniversite öğrencileri ve vatandaşlar dahil edilerek çok daha geniş çakarsamalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Boyraz, Z. (2015). Türkiye'de Göçmen Sorununa Örnek Suriyeli Mülteciler. *Zeitschrift für die welt der Türken / Journal of World of Türk.* 7(2): 35-58
- Canyurt, D. (2015). Suriye gelişmeleri sonrası Suriyeli mülteciler: Türkiye'de riskler. *Akademik Bakış Dergisi.* 48: 127-146.
- Erdoğan, M. M. (2015). *Türkiye'deki Suriyeliler: Toplumsal Kabul ve Uyum.* İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi.
- European Social Survey. <http://www.europeansocialsurvey.org/> (Erişim Tarihi: 08.11.2017)
- Gülyazar, M.(2017). Suriyeliler ve Vatandaşlık: Yerel Halk ve Suriyeli Sığınmacılar Çerçevesinde Bir Değerlendirme. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi (International Journal of Society Researches),* 7(13): 679-705.
- Ipsos Mori (2012). Living in England/Wales/Scotland/N.Ireland Today Survey 2012 Mainstage Questionnaire. https://www.europeansocialsurvey.org/docs/round6/fieldwork/united_kingdom/ESS6_questionnaires_GB.pdf (08.11.2017)
- Ortadoğu Stratejik Araştırmalar Merkezi (2015). *Suriyeli Sığınmacıların Türkiye'ye Etkileri.* Ankara: Orsam Yayınları
- Topkaya, Y. & Akdağ, H.(2016). Sosyal Bilgiler Öğretmen Adaylarının Suriyeli Sığınmacılar Hakkındaki Görüşleri : Kilis 7 Aralık Üniversitesi Örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.* 7(1): 767-786.
- Tunç, A.S. (2015). Mülteci davranışı ve toplumsal etkileri: Türkiye'deki Suriyelilere ilişkin bir değerlendirme. *Tesam Akademi Dergisi - Turkish Journal of TESAM Academy.* 2 (2): 29 - 63.
- Ward, C. & Masgoret, A. (2006). An integrative model of attitudes toward immigrants. *International Journal of Intercultural Relations.* 30: 671-682
- Ward C. & Masgoret, A. (2008). Attitudes toward Immigrants, Immigration, and Multiculturalism in New Zealand: A Social Psychological Analysis. *International Migration Review.* 42(1): 227-248
- Yıldırım alp, S. İslamoğlu, E. & İyem, C. (2017). Suriyeli Sığınmacıların Toplumsal Kabul ve Uyum Sürecine İlişkin Bir Araştırma. *Bilgi.* 35: 107-126.

Neden Düzeltilmiş Box-Plot?

Aylin KOLBAŞI

Dr., TÜİK, Ankara, vindictive04@gmail.com

Aydın ÜNSAL

Prof. Dr., Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Ankara, aydin.unsal@hbv.edu.tr

ÖZ

Herhangi bir konu hakkında sayısal sonuçlar kullanılarak çıkarım yapmadan önce ilgili verinin analizi büyük önem taşımaktadır. Doğru sonuçlara ulaşmak tutarlı bir veri analizinden geçmektedir. Tutarlı bir analiz elde etmenin ilk adımlarından birisi merkezden uzak olan gözlemlerin tespit edilmesidir. Aykırı değerler genellikle hata ya da problem olarak dikkate alınsa da önemli bilgiler taşımaktadır. Ayrıca yanlış model kurmaya, yanlış parametre tahminlerine ve doğru olmayan sonuçlara da yol açmaktadır. Bu nedenle modelleme ve analiz yapmadan önce aykırı değerlerin tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Aykırı değerlerin tespitinde kullanılan çok sayıda yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden birisi olan Tukey Box-Plot yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Tukey Box-Plot yöntemine alternatif olarak Düzeltilmiş Box-Plot yöntemi geliştirilmiştir. Bu çalışmada, TukeyBox-Plot yöntemi ve Düzeltilmiş Box-Plot yöntemi karşılaştırılmakta Düzeltilmiş Box-Plot yönteminin, TukeyBox-Plot yönteminden farkı ortaya konarak Düzeltilmiş Box-Plot yönteminin geliştirilmesine neden ihtiyaç duyulduğu vurgulanmaktadır. İki yöntem arasındaki farkı uygulama sonuçlarıyla göstermek için gerçek bir veri seti olan dış ticaret veri seti kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aykırı değerler, aykırı değer tespit etme yöntemleri, Box-Plot

JEL Kodları: C10, C18, C14

Why Adjusted Box-Plot?

ABSTRACT

Before making inferences about any subject using numerical results, the analysis of the relevant data has great importance. Reaching the right results goes through a consistent data analysis. One of the first steps to obtain a consistent analysis is to detect observations that are far from the center. Although outliers are often considered as errors or problems, they carry important information. It also leads to wrong modeling, biased parameter estimates, and inaccurate results. Therefore, it is of great importance to detect outliers before modeling and analyzing. There are many methods used in outlier detection. Tukey Box-Plot method, which is one of these methods, is widely used. As an alternative to Tukey Box-Plot method, Adjusted Box-Plot method has been developed. In this study, the TukeyBox-Plot method and the Corrected Box-Plot method are compared, and it is emphasized that why the Corrected Box-Plot method needed to be developed by showing the difference from the TukeyBox-Plot method. Foreign trade dataset, which is a real dataset, is used to show the difference between the two methods with application results.

Keywords: Outlier, Foreign Trade, Outlier Detection Method

JELCodes: C10, C18, C14

1. GİRİŞ

Aykırı değerler, verideki değerlerin çoğunluğundan uzakta bulunan gözlem değerleridir. Aykırı değerlerin verinin çoğunluğunun sahip olduğu dağılımdan farklı bir dağılıma ya da aynı dağılıma fakat farklı parametrelere sahip oldukları düşünülür. Rousseeuw ve Zomeren'a göre aykırı gözlemler, verideki toplam gözlem sayısının yarısından daha az sayıda olmasına rağmen, o verideki gözlemlerin çoğunun vermek istediği bilgiye engel olan ve sonuçlar üzerinde yanıltıcı bir etki yaratabilen gözlemlerdir (Yorulmaz,2009). Bu nedenle verideki aykırı değerlerin tespiti veri analizi sonucunda hesaplanacak istatistiklerin kaliteli olması açısından oldukça büyük önem taşımaktadır. Hawkins (Hawkins ,1980), bir aykırı değeri, farklı bir mekanizmadan üretildiğinden şüphe uyandıracak kadar diğer gözlemlerden oldukça fazla sapma gösteren gözlem değeri olarak tanımlamaktadır. Barnett ve Lewis, dışarıda kalan gözlemi ya da aykırı değeri, ortaya çıkan örneklemin diğer üyelerinden belirgin bir şekilde sapma gösteren değer olarak tanımlamaktadır. Aykırı değer tespiti veri seti içerisinde normal davranışlar sergilemeyen gözlem değerlerini ortaya çıkarır. Bu tarz anormal değerler, aykırı değer, uyumsuz gözlemler, hata vb. birçok ifade ile adlandırılabilir. Aykırı değer tespiti kapsamlı bir şekilde araştırılmış bir problem olup kredi kartı, sigorta ve vergi sahtekârlığı algılama, siber güvenlik için saldırı tespiti, kritik sistemlerin güvenliğinde arıza algılama, düşman faaliyetleri için askeri gözetim ve diğer birçok alanda yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır (Chandola,2009).

Gerçek dünyada veri setlerinin çoğu, veri seti içerisindeki diğer değerlerle karşılaştırıldığında daha büyük yada daha küçük değerlere sahip olan aykırı değerler içermektedir. Bu veri setlerinden birisi de dış ticaret istatistiklerinin derlenmesinde kullanılan dış ticaret veri setidir.

Dış ticaret, bir ülkenin diğer ülkelerle yaptığı mal alım satım faaliyetleri olarak ifade edilmektedir ve sürekli değişen dinamik bir yapıya sahiptir. Ülkelerin kalkınma sürecinde dış ticaret oldukça önemlidir. Dolayısı ile dış ticaret ve ekonomi politikaları belirlenirken dış ticaret yapısına yönelik en çok hangi sektörde ithalat ya da ihracat yapıldığı, korumacı mı serbest mi hangi dış ticaret politikasının izlenmesi gerektiği gibi temel tespitler yapılmalı ve dış ticaretteki gelişmeler takip edilmelidir. Bunun için kullanılan en önemli araçlar dış ticaret verileri ve bu veriler kullanılarak hesaplanan dış ticaret istatistikleri ve göstergeleridir. Dış ticaret istatistikleri ve göstergeleri resmi olarak Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından hesaplanmakta ve yayımlanmaktadır. Dış ticaret istatistiklerinin veri kaynağı ise Ticaret Bakanlığı'ndan (TB) alınan gümrük beyannameleri kayıtlarıdır. Bu kayıtların veri girişleri sırasında özellikle aylık ihracat ve ithalatta miktar ve değer (dolar) değişkenlerine ait değerlerde hata yapma olasılığı söz konusudur. Bu olası hatalar veri analizi sonucunda hesaplanan toplam ihracat, toplam ithalat, dış ticaret hacmi, dış ticaret açığı, ihracat ve ithalatta bir önceki yılın aynı ayına göre değişim oranları gibi rakamların hatalı hesaplanmasına yol açmaktadır. Bu nedenle dış ticaret istatistikleri hesaplanmadan önce bu hatalı kayıtların tespit edilip düzeltilmesi gerekmektedir. Dış ticaret veri setinde var olması olası olan bu hataların tespiti için aykırı değer tespit etme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı doğrultusunda da bu veri seti kullanılarak box-plot ve düzeltilmiş box-plot yöntemleri karşılaştırılacaktır.

2. LİTERATÜR

Literatürde aykırı değer tespiti yapan birçok yöntem bulunmaktadır. Analizi yapılacak veri setine uygun aykırı değer tespit etme yönteminin belirlenmesi başlı başına bir araştırma gerektirmektedir.

Literatürde aykırı değer tespit etme yöntemlerinin karşılaştırılmasına yönelik de birçok çalışma yer almaktadır. 2013 yılında Kuppusamy ve Kaliyaperumal yapmış oldukları çalışmada, aykırı değer tespit etmede kullanılan Grubbs test, Dixons Test ve Hampel yöntemi gibi bazı yöntemleri karşılaştırmıştır (Kuppusamy ve Kaliyaperumal, 2013, s.713). Penny ve Jolliffe 2001 yılında yapmış oldukları çalışmada, klinik laboratuvar güvenlik verilerini kullanarak, çok değişkenli aykırı değer tespit etme yöntemlerini karşılaştırmıştır (Penny ve Jolliffe, 2001, s.306). Avrupa İstatistik Ofisi, kendi bünyesinde yapmış oldukları bir çalışmada dış ticaret verilerini kullanarak aykırı değer tespit etme yöntemlerini karşılaştırmıştır (Aribbas, 2012, s.49). Aykırı değer tespit etme yöntemlerinin karşılaştırılmasına yönelik yapılmış birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Bu çalışmaların bir kısmı sadece yöntemleri

kendi aralarında karşılaştırırken bazıları özel veri setleri kullanarak yöntemlerin sonuçlarını karşılaştırmaktadır. Seo 2006 yılında yapmış olduğu çalışmada aykırı değer tespit etme yöntemlerini belirli kriterleri dikkate alarak karşılaştırmıştır (Seo, 2006, s.6). Ancak Seo sadece tek değişkenli aykırı değer tespit etme yöntemlerini dikkate alarak bu karşılaştırmayı yapmıştır. Bu çalışmada aykırı değer tespit etme yöntemlerinden olan box-plot ve düzeltilmiş box-plot yöntemleri ele alınmakta, uygulamadaki avantaj ve dezavantajlarını sıralanarak uygulama sonuçları itibari ile aralarında karşılaştırma yapılmaktadır. Hangi yöntemin hangi koşullar altında nasıl sonuç verdiği, zayıf ve kuvvetli yönlerinin neler olduğu belirlenen kriterler çerçevesinde ortaya konmaktadır. Bu açıdan bu çalışma aykırı değer tespit etme yöntemlerine yönelik farklı bir bakış açısı kazandırmayı hedeflemektedir.

Aykırı değerlerin, ANOVA, regresyon gibi dağılım varsayımına dayanan veri analizlerinde negatif etkisi vardır ya da verilen bir çalışmada alışılmışın dışında bir cevap arandığında faydalı bilgiler vermektedir. Bu nedenle aykırı değerlerin tespiti her iki durum içinde veri analizinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Aykırı değer tespit etme yöntemlerini formal testler ve formal olmayan testler olmak üzere 2'ye ayırmak mümkündür. Formal ve formal olmayan testler genellikle uyumsuzluk testleri ve aykırı değer etiketleme yöntemleri olarak ifade edilmektedir.

Birçok formal test, hipotez testi için test istatistiklerine ihtiyaç duymaktadır ve genellikle dağılım varsayımına ihtiyaç duymaktadır. Hedef, aykırı değer varsayılan dağılımdan sapıp saptığını yani dağılımın aykırı değeri olup olmadığını test etmektir. Bazı testler tek bir aykırı değer için yapılırken bazı testler çoklu aykırı değerlerin tespiti için uygulanmaktadır. Bu testlerin seçimi hedef aykırı değerlerin türüne ve sayısına ve veri dağılımının türüne dayanmaktadır. Dağılıma göre seçilen birçok test Barnett ve Lewis (1994) ve Iglewics ve Hoaglin (1993) tarafından tartışılmıştır. Iglewics ve Hoaglin (1993), Genelleştirilmiş ESD, Kurtosis İstatistikleri, Shapiro-Wilk, Box-Plot kuralı ve Dixon testi gibi normal dağılıma uygulanabilen formal beş testi karşılaştırmış ve gözden geçirmiştir (Seo, 2006).

Formal testler dağılım varsayımları gibi istatistiksel varsayımlar altında oldukça güçlü olmalarına karşın, gerçek dünya veri setlerinin dağılımı bilinmemekte ya da normal, gamma ya da üstel dağılım gibi belirli bir dağılımı takip etmemektedir. Formal testlerle ilgili bir başka kısıtlama ise maskeleye ve süpürme problemlerine karşı duyarlı olmasıdır. Acuna ve Rodriguez (2004) bu problemleri aşağıdaki gibi tanımlamaktadır.

Maskelme: Bir aykırı değer diğer bir aykırı değeri gizlemesidir. Bu durumda ilk aykırı değer silindiğinde 2. aykırı değer ortaya çıkmaktadır.

Süpürme etkisi: Bir aykırı değer diğer bir gözlem değerinin aykırı değer gibi gözükmesine neden olması durumudur. Asıl aykırı değer olan gözlem değeri silindiğinde diğer gözlem değeri de aykırı değer olmaktan çıkar.

Bu problemlerle ilgili birçok çalışma Barnett ve Lewis (1994), Iglewics ve Hoaglin (1993), Davies ve Gather (1993) ve Bendre ve Kale (1987) tarafından yapılmıştır.

Diğer bir taraftan birçok aykırı değer etiketleme yöntemleri hipotez testi yerine aykırı değer tespiti için bir aralık ya da kriter oluşturmakta ve aralık yada kriterin dışında kalan herhangi bir gözlem aykırı değer sayılmaktadır. Birçok konum ve ölçü parametreleri aykırı değer tespiti için makul bir kriter yada aralık oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır. Aykırı değer etiketleme yöntemini kullanmak için 2 neden vardır. Birincisi, formal testler, hedef uç değer dağılımın gerçek aykırı değeri olup olmadığını belirlemek amacı ile genellikle dağılım varsayımına dayalı bir hipotez testi ve test istatistiğine ihtiyaç duyarken aykırı değer etiketleme yöntemlerinin çoğu veriye ait ölçek ve konum parametreleri kullanarak oluşturulan bir aralık kullanmaktadır. Yani formal testlerde olduğu gibi herhangi bir dağılım varsayımına genellikle ihtiyaç duymamakta ve belirli bir hedef uç değeri dikkate alarak değil tüm uç değerleri dikkate alarak aykırı değer tespiti yapmaktadır. Bir diğer neden ise, aykırı değer tespitinin ilk amacı t-test, ANOVA ve regresyon gibi temel istatistiksel analizlerin dağılım varsayımlarını ihlal eden uç

değerlerin tespit edilmesi değil de, esas olarak dağılım dikkate alınmaksızın veri setinin büyük bir çoğunluğundan uzakta yer alan aykırı değerlerin tespit edilmesinde kullanılmasıdır. Aynı zamanda büyük veri setleri için veri setinin dağılımının belirlenmesi ya da normal dağılım gibi uygun bir dağılıma dönüştürülmesi zor olduğunda etiketleme yöntemleri aykırı değer tespitinde kullanılabilir.

Bu çalışmada aykırı değer etiketleme yöntemlerinden olan Box-Plot ve düzeltilmiş Box-Plot yöntemleri ele alınmış, iki yöntem arasındaki farklılıklar ortaya konmuş, farklı veri setleri kullanılarak her iki yöntem sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

3.YÖNTEM

3.1.Box-Plot Yöntemi

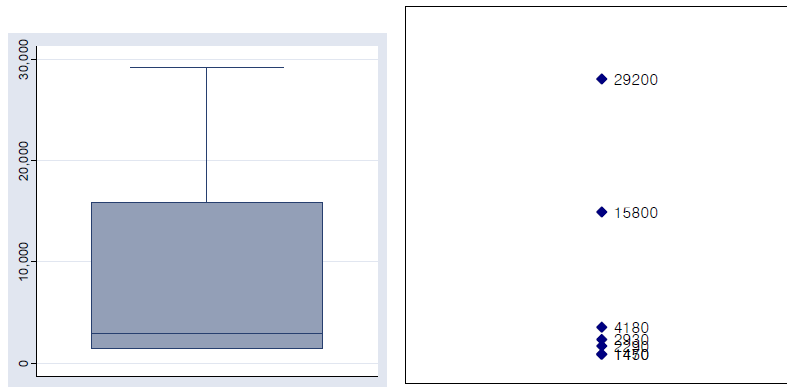
Bir kutu çizelgesi oluşturan Tukey (1977) yöntemi, sürekli tek değişkenli veri setinin alt ve üst aykırı değerleri, alt ve üst çeyreklikleri, medyan gibi bilgileri gösteren, iyi bilinen basit bir grafiksel araçtır. Örneklem ortalaması ve standart sapması kullanan yöntemlere göre, çeyreklikleri kullandığı için aykırı değerlerden daha az etkilenir. Bu yöntemle ait kural aşağıda verilmektedir (Seo, 2006).

1. İlk olarak IQR adı verilen çeyrekler arası aralık hesaplanmaktadır. $IQR=Q_3-Q_1$
2. İç sınırlar $Q_1-1.5IQR, Q_3+1.5IQR$ formülleri ile belirlenmektedir.
3. Dış sınırlar Q_1-3IQR, Q_3+3IQR formülleri ile hesaplanmaktadır.
4. İç ve dış sınırlar arasında kalan gözlem değerleri aykırı değer olması muhtemel değerler olarak tanımlanmaktadır. Dış sınırların dışında kalan gözlem değerleri ise aykırı değerler olarak tespit edilmektedir. Tukey sınırları hesaplamada kullandığı 3 ve 1.5 katsayıları için herhangi istatistiksel bir dayanak bulunmamaktadır.

Daha önce anlatılan yöntemlerde normal dağılım varsayımının sağlanması şartı aranırken, Box-Plot yöntemi, ortalama ve standart sapma değerlerini kullanmadığından ve herhangi bir dağılım varsayımı gerektirmediğinden çarpık dağılıma sahip veri setlerinde de kullanılabilir. Bununla birlikte Tukey yöntemi çok küçük örnek çapına sahip örnekler için kullanımı uygun değildir (Seo, 2006). Özellikle örnek çapı 10 ve ya 10'dan daha küçük olan verilerde aykırı değer tespiti yapamamaktadır.

Örnek 1

1450, 1470, 2290, 2930, 4180, 15800, 29200 değerlerinden oluşan bir veri seti ele alınsın. Bu veri setine ilişkin Box-Plot ve Dot-Plot grafiği sonuçları aşağıdaki Şekil 1' de gösterilmektedir (Seo, 2006).



Şekil 1. Box-plot ve dot-plot grafikleri

Şekil 1'de görüldüğü gibi yukarıdaki veri seti için Box-Plot grafiğinde aykırı değer tespit edilemezken, Dot-Plot grafiğine bakıldığında 15800 ve 29200 değerleri aykırı değer olarak ortaya çıkmaktadır. Yukarıdaki veriler kullanılarak Box-Plot yönteminin dış alt ve üst sınırları aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Buna göre;

Alt sınır= -22450

Üst sınır=34320

Bu sınırların dışında kalan herhangi bir veri olmadığından yukarıdaki verilerde aykırı değer tespit edilmemektedir.

3.2. Düzeltilmiş Box-Plot Yöntemi

Tukey tarafından önerilen Box-Plot (1977) yöntemi hem simetrik veriye hem de çarpık veriye uygulanabilir bir yöntem olmasına karşın çarpıklığı yüksek olan veride çok sayıda gözlemin aykırı değer olarak belirlenmesine neden olmaktadır. Bu, veri setindeki çarpıklığı dikkate almaksızın hesaplanan alt ve üst çeyrekler ve çeyrekler arası uzaklık ölçülerinin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Vanderviere ve Huber (2004), çarpık veri için sağlam bir çarpıklık ölçüsü olan medcouple (MC) dikkate alarak yeni bir kural tanımlamıştır (Vanderviere ve Huber, 2004). MC katsayısı hesabı aşağıda anlatılmıştır.

$X_n = \{X_1, \dots, X_n\}$, sürekli tek değişkenli dağılımdan gelen bağımsız bir örneklem veri seti olsun. Veri seti $X_1 \leq \dots \leq X_n$ olacak şekilde büyükten küçüğe doğru sıralansın. Bu durumda MC katsayısı aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır;

$$MC(X_1, \dots, X_n) = \text{med} \frac{(X_j - \text{med}_k) - (\text{med}_k - X_i)}{X_j - X_i}$$

med_k : X_n veri setinin medyanı

$X_i \leq \text{med}_k \leq X_j$ ve $X_i \neq X_j$ Düzeltilmiş Box-Plot için aralıklar aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$[L, U] = [Q_1 - 1.5 \exp(-3.5MC)IQR, Q_3 + 1.5 \exp(4MC)IQR]$ $MC \geq 0$ ise,

$= [Q_1 - 1.5 \exp(-4MC)IQR, Q_3 + 1.5 \exp(3.5MC)IQR]$ $MC \leq 0$

L: Alt sınır

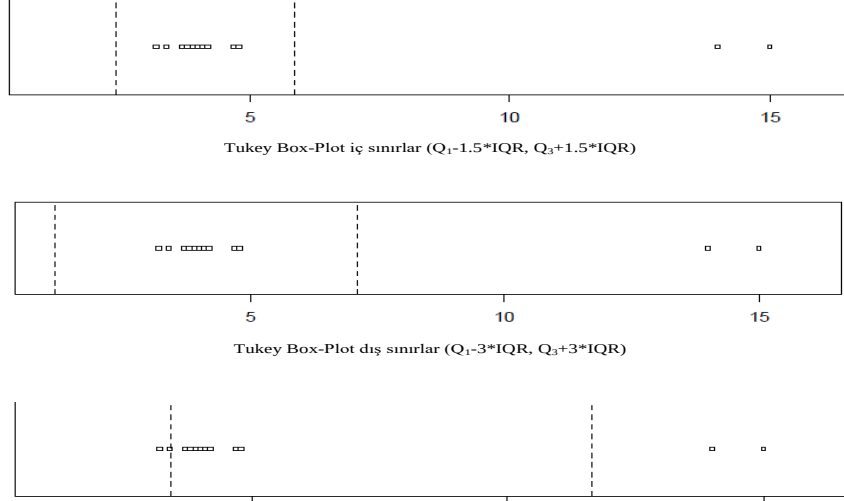
U: Üst sınır

Sınırların dışında kalan gözlem değerleri aykırı değer olarak tespit edilmektedir.

MC değeri -1 ile 1 arasında değişmektedir. Veri simetrik olduğunda MC değeri 0 olmaktadır. $MC > 0$ ise veri sağa çarpık, $MC < 0$ ise veri sola çarpık veri olmaktadır. Vanderviere ve Huber (2004) farklı örnek çapları ve dağılımları dikkate alarak düzeltilmiş Box-Plot ve orjinal Box-Plot yöntemleri için alt üst sınırların dışında yer alan aykırı değerlerin ortalama yüzdelelerini hesaplamıştır. Simülasyon çalışmasında, sağa çarpık bir veri seti için, Tukey Box-Plot yöntemine kıyasla daha az gözlem değerinin aykırı değer olarak tespit edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Tukey yöntemine kıyasla, hafif sağa çarpık dağılım durumunda, alt sınır sağa doğru hareket etmekte ve sol tarafta kalan daha fazla gözlem aykırı değer olarak tespit edilmektedir. Bu farklılık alt sınırdaki azalma ve üst sınırdaki artıştan kaynaklanmaktadır. Buna ilişkin bir örnek aşağıda verilmektedir.

Örnek 2

3.2,3.4,3.7,3.7,3.8,3.9,4,4,4.1,4.2,4.7,4.8,14 ve 15 değerlerinden oluşan veri seti ele alınsın. Bu veri seti için Tukey'in Box-Plot yöntemi ve düzeltilmiş Box-Plot yöntemi uygulanmış sonuçlar aşağıdaki şekilde verilmiştir (Seo,2006).



Şekil 2. Örnek 2 için box-plot ve düzeltilmiş box-plot sınırları

Şekil 2'de yer alan ilk şekil örnek 2'deki veri seti için hesaplanan Tukey Box-plot yönteminin iç sınırlarını, ikinci şekil dış sınırlarını ve son şekil ise düzeltilmiş Box-Plot yöntemi kullanılarak hesaplanan sınırları göstermektedir. Tukey Box-Plot yöntemine göre hesaplanan iç ve alt sınırlara bakıldığında yalnızca veri setinde 14 ve 15 aykırı değer olarak tespit edilmektedir. Düzeltilmiş Box-Plot yönteminin sonuçlarına bakıldığında alt sınır sağa doğru hareket etmiş ve veri setinin solunda kalan gözlem değerlerinden 2 tanesi aykırı değer olarak tespit edilmiştir. İlk yöntemin sonuçlarına göre veri setinin solunda kalan hiç bir gözlem değeri aykırı değer olarak tespit edilmezken ikinci yöntemde sol taraftaki gözlem değerleri de aykırı değer olarak tespit edilebilmektedir. Çünkü ikinci yöntem veri setinin çarpık olma etkisinden arındırılmış bir sınır hesabını dikkate almaktadır. Dolayısı ile ilk yöntemle göre daha sağlıklı sonuç elde edilmektedir.

4. UYGULAMA

Bu bölümde, Box-Plot ve düzeltilmiş Box-Plot yöntemleri gerçek veriler kullanılarak kıyaslanmıştır. Uygulama için Ticaret Bakanlığı'ndan yapılan protokol doğrultusunda alınan 2015 yılının dış ticaret son 6 aylık ithalat verileri kullanılmıştır. Dış ticaret verisi normal dağılım gibi istatistiksel varsayımları sağlamayan, çok büyük bir veri setidir. Dolayısıyla bu çalışmada kullanılacak olan aykırı değer tespit etme yöntemlerinin belirli kriterler çerçevesinde karşılaştırılabilmesi açısından en uygun veri setlerinden biri olmaktadır. Veri setinde ilk aşamada düzeltilmesi gereken en önemli hatalar ithalatı ya da ihracatı yapılan eşyanın miktar ya da dolar değerlerinde yapılan hatalardır. Bu nedenle bu hataların tespit edilmesi veri analizinin temelini oluşturmaktadır.

Dolayısı ile veri setinde olması olası bu hataların tespit edilmesi, verilerin doğru bir şekilde özetlenip kullanılması açısından büyük önem taşımaktadır. Aykırı değer tespiti yapılan veri setine ilişkin temsili bir örnek aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 1.Dış ticaret veri seti

	GTİP Ürün kodları	GTİPADİ Ürün Tanımı	ULKE	YOL	BRF1 Birim Fiyat	BRF2 Birim Fiyat	M1/M2 Miktar oran
GRUP 1	X	OTOMOBİL	ALMANYA	KARAYOLU	-	-	-
	X	OTOMOBİL	ALMANYA	KARAYOLU	-	-	-
	X	OTOMOBİL	ALMANYA	KARAYOLU	-	-	-
	X	OTOMOBİL	ALMANYA	KARAYOLU	-	-	-
	X	OTOMOBİL	ALMANYA	KARAYOLU	-	-	-
	X	OTOMOBİL	ALMANYA	KARAYOLU	-	-	-
GRUP 2	X	OTOMOBİL	FRANSA	DENİZYOLU	-	-	-
	X	OTOMOBİL	FRANSA	DENİZYOLU	-	-	-
	X	OTOMOBİL	FRANSA	DENİZYOLU	-	-	-
	X	OTOMOBİL	FRANSA	DENİZYOLU	-	-	-
	X	OTOMOBİL	FRANSA	DENİZYOLU	-	-	-
	X	OTOMOBİL	FRANSA	DENİZYOLU	-	-	-
GRUP 3	T	ELMA	İTALYA	HAVAYOLU	-	-	-
	T	ELMA	İTALYA	HAVAYOLU	-	-	-
	T	ELMA	İTALYA	HAVAYOLU	-	-	-
	T	ELMA	İTALYA	HAVAYOLU	-	-	-
	T	ELMA	İTALYA	HAVAYOLU	-	-	-
	T	ELMA	İTALYA	HAVAYOLU	-	-	-

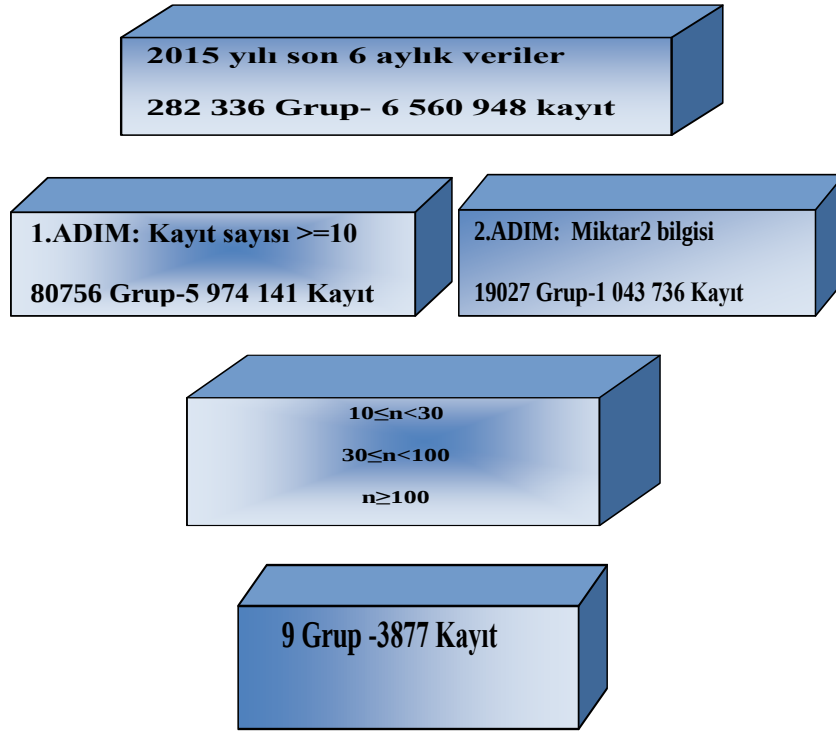
Tablo 1'de gösterildiği gibi veriler, ürün, ülke ve yol değişkenleri dikkate alınarak gruplandırılmıştır. Her bir grupta yer alan satırlar ilgili ürüne ilişkin dış ticaret kaydını temsil etmektedir. BRF1 ile gösterilen değişken KG cinsinden birim fiyatı, BRF2 değişkeni ise tamamlayıcı ölçü birimi cinsinden hesaplanan birim fiyatı göstermektedir. M1/M2 değişkeni ise KG olan takip edilen miktar değerinin tamamlayıcı ölçü birimi olan (adet, M2, vb.) miktar değerine oranını göstermektedir. Örneğin, otomobil hem KG hem de adet olarak takip edilmektedir. Buna göre BRF1, 1 KG otomobilin kaç dolar olduğunu, BRF2 1 adet otomobilin kaç dolar olduğunu, M1/M2 ise 1 adet otomobilin kaç KG olduğunu ifade etmektedir. Buna göre aykırı değer tespit etme yöntemleri her bir gruba, BRF1, BRF2 ve M1/M2 değişkenleri için ayrı ayrı uygulanmaktadır.

Bu nedenle aykırı değer tespiti, veri seti ürünlere (ürün kodları), ülke ve yol değişkenlerine göre gruplandırıldıktan sonra, BRF1, BRF2 VE M1/M2 değişkenleri üzerinden yapılmakta ve aykırı değer olarak tespit edilen kayıtlar düzeltilmektedir. Daha önceden söz edildiği gibi M1 değişkeni malın ağırlığını yani KG, M2 ise yardımcı ölçü birimini (M², adet, gr vb.) temsil etmektedir.

Bu çalışmada veri seti ürün, ülke ve yol değişkenlerine göre gruplandırıldıktan sonra her bir grup içerisindeki BRF1, BRF2 VE M1/M2 değişkenleri için Box-Plot ve düzeltilmiş Box-Plot yöntemleri uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Veri setinin, ürün, ülke ve yol değişkenlerini dikkate alarak gruplara ayrılmasının nedeni bu değişkenlerin birim fiyatlar üzerindeki etkilerini arındırarak aykırı değer tespit etme yöntemlerinin daha doğru bir şekilde çalışmasını sağlamaktır.

Aykırı değer tespit etme yöntemleri uygulanmadan önce, dış ticaret veri seti çok büyük bir veri seti olduğundan aykırı değer tespit etme yöntemlerinin belirlenen kriterler doğrultusunda karşılaştırılmasına olanak sağlayacak şekilde sadeleştirilmiştir. Veri seti keyfi örnekleme yapılarak sadeleştirilmiştir. Aşağıdaki şekil 2.2 'de örnekleme aşamaları ve örnek veri seti özet bir şekilde verilmektedir.



Şekil 2. Örnek seçim aşamaları

2015 yılı son 6 aylık veriler ürün, ülke ve yol değişkenleri dikkate alınarak gruplandırıldığında toplam 282 336 grup ve 6 560 948 kayıt sayısına ulaşılmıştır. Daha sonra veri setinde gruplardaki kayıt sayısı 10 ve 10 üzerine olan gruplar belirlenmiş ve böylece 80 756 adet grup 5 974 141 kayıt sayısına ulaşılmıştır. Daha sonra veri setinden miktar 2 bilgisi olmayan kayıtlar çıkarılmış ve toplamda 19 027 grup 1 043 736 kayıt sayısına belirlenerek Şekil 2'de gösterilen örnek seçimindeki 2.Adım gerçekleştirilmiştir. 2. adım'da ulaşılan veri seti bir sonraki aşamada gösterilen aralıklara göre ayrılmıştır. Veri setinde kayıt sayılarını bu şekilde aralıklara ayırmaktaki amaç farklı kayıt sayılarında aykırı değer tespit etme yöntemlerinin etkin bir şekilde çalışıp çalışmadığını ortaya koymaktır. Daha sonra her bir aralığa düşen verilerde aykırı değer tespiti yapılacak değişkenler olan BRF1, BRF2 ve M1/M2 değişkenleri dikkate alınarak çarpıklık katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan çarpıklık katsayıları, çarpıklıklığın aykırı değer tespit etme yöntemleri üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile büyükten küçüğe doğru sıralanmış ve çarpıklık katsayısı en yüksek, en düşük ve sıfır olan gruplar belirlenmiştir. Uygulama için nihai olarak 9 grup ve 3877 kayıt seçilmiştir. Box-Plot ve Düzeltilmiş Box-Plot yöntemleri SAS Enterprise Guide programı ve SQL programlama dili kullanılarak verilere uygulanmıştır.

5. BULGULAR

Bu çalışmada, aykırı değer tespit etme yöntemleri karşılaştırılırken bazı kriterler dikkate alınmıştır. Bu kriterler ile aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

1. Aykırı değer tespit etme yöntemleri maskeleye ve süpürme etkisine maruz kalıyor mu?
2. Aykırı değer tespit etme yöntemleri çarpıklık katsayısı yüksek olan verilerden etkileniyor mu?
3. Büyük kayıt sayısına sahip verilerde aykırı değer tespit etme yöntemlerinin çalışmaması ya da etkin olmaması söz konusu mudur?
4. Küçük kayıt sayısına sahip verilerde aykırı değer tespit etme yöntemlerinin çalışmaması ya da etkin olmaması söz konusu mudur?

Bu soruların cevabını bulmak amacı ile ilk aşamada yukarıda sözü edilen aykırı değer tespit etme yöntemleri dış ticaret veri setine tek tek uygulanmıştır. Daha sonra her bir yöntemin uygulama

sonucunda veri setinden tespit ettiği aykırı değerlere bakılmıştır. Kriterler dikkate alınarak, tespit edilen aykırı değerlerin doğru ya da yanlış tespit edilip edilmediği belirlenmiştir. Yanlış tespit edilen aykırı değerlerin varlığına bakılarak aykırı değer tespit etme yönteminin maskeleye ve süpürme etkisine maruz kalıp kalmadığı tespit edilmiştir. Daha sonra her bir yöntemin uygulamada kullanılan veri setinin sağında ve solunda kalan aykırı değerleri tespit edip edemediği kontrol edilmiştir. Bu kontrol sonucunda da aykırı değer tespit etme yöntemlerinin verinin çarpıklığından etkilenip etkilenmediği ortaya konmuştur. Bir sonraki aşamada ise uygulamada kullanılan veri gruplarının kayıt sayıları dikkate alınarak aykırı değer tespit etme yöntemlerinin etkin çalışıp çalışmadığına bakılmıştır. Bu kriterler dikkate alınarak Box-plot yöntemi yerine neden düzeltilmiş Box-Plot yönteminin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Burada maskeleye ve süpürme etkisi kriteri en önemli karşılaştırma kriteri olmaktadır. Çünkü bu etkiye maruz kalan yöntem aykırı değerleri doğru bir şekilde tespit edememektedir. Daha sonra verinin çarpıklığından etkilenmeyen yöntemler belirlenmiştir. Bir sonraki aşamada ise uygulamada kullanılan veri gruplarının kayıt sayıları dikkate alınarak aykırı değer tespit etme yöntemlerinin etkin çalışıp çalışmadığına bakılmıştır. Bu doğrultuda aykırı değer tespit etme yöntemleri tek tek ele alınarak bazı uygulama sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 2.Box-plot ve düzeltilmiş box-plot yöntemi

Box-Plot Yöntemi							D-Box-Plot Yöntemi						
GTİP	ÜLKE	YOL	MİM2	ÜST SINIR	ALT SINIR	AYKIRI DEĞER	GTİP	ÜLKE	YOL	MİM2	ALT SINIR	ÜST SINIR	AYKIRI DEĞER
401120900011	18	17	75.00	77.99	35.05	0	401120900011	18	17	75.00	38.97	65.63	1
401120900011	18	17	69.28	77.99	35.05	0	401120900011	18	17	69.28	38.97	65.63	1
401120900011	18	17	68.45	77.99	35.05	0	401120900011	18	17	68.45	38.97	65.63	1
401120900011	18	17	63.12	77.99	35.05	0	401120900011	18	17	63.12	38.97	65.63	0
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38.97	65.63	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38.97	65.63	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38.97	65.63	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38.97	65.63	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38.97	65.63	.
401120900011	18	17	49.55	77.99	35.05	0	401120900011	18	17	49.12	38.97	65.63	0
401120900011	18	17	49.12	77.99	35.05	0	401120900011	18	17	47.82	38.97	65.63	0
401120900011	18	17	47.82	77.99	35.05	0	401120900011	18	17	47.43	38.97	65.63	0
401120900011	18	17	47.43	77.99	35.05	0	401120900011	18	17	47.43	38.97	65.63	0
401120900011	18	17	34.10	77.99	35.05	1	401120900011	18	17	34.10	38.97	65.63	1

Tablo 2'de box-plot yöntemi uygulandıktan sonra elde edilen sonuçlardan birine yer verilmektedir. Bu örnekte 401120900011 GTİP kodu ile takip edilen, Lüksemburg' tan denizyolu ile ithal edilen kamyon, otobüs için dış lastikler ürününe ilişkin bilgiler yer almaktadır. Tablo 2'de yer alan aykırı değer sütunu gözlem değerinin aykırı değer olarak tespit edilip edilmediğini ifade etmektedir. Buna göre aykırı değer değişkeni 1 değerini alırsa ilgili gözlem değerinin aykırı değer olarak tespit edildiği anlamına gelmektedir. Tabloda yer alan veri seti sola çarpık bir veri setidir. Soldaki tabloya göre bu veri setine box-plot yöntemi uygulandığında M1/M2 değişkeni için sadece veri setinin solunda kalan 35,05 gözlem değerinin aykırı değer olarak tespit edildiği görülmektedir. Sağdaki tabloda aynı veri setine düzeltilmiş box-plot yöntemi uygulandığında elde edilen sonuçlar yer almaktadır. Buna göre düzeltilmiş box-plot uygulandığında veri setinin her iki kuyruğunda yer alan aykırı değerlerin tespit edilebildiği gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre Box-plot yönteminin veri setinin çarpıklığından etkilendiğini söylemek mümkündür. Aykırı değer olan gözlemler tek tek veri setinden çıkarıldıktan sonra box-plot ve düzeltilmiş box-plot yöntemi yeniden uygulanmış ve her seferinde aynı gözlem değerlerini aykırı değer olarak tespit ettikleri gözlemlenmiştir. Bu uygulamayla her iki yöntemin de maskeleye ve süpürme etkisine maruz kalmadığı ortaya konmuştur.

Tablo3.Box-plot ve d-box-plot yöntemi m1/m2 sonuçları

Box-Plot Yöntemi							D-BOX-PLOT YÖNTEMİ						
GTİP	ÜLKE	YOL	M1M2	ÜST SINIR	ALT SINIR	AYKIRI DEĞER	GTİP	ÜLKE	YOL	M1M2	ÜST SINIR	ALT SINIR	AYKIRI DEĞER
902219000000	720	10	34997	1607.333	-943	1	902219000000	720	10	34997	1607.33	-943	1
902219000000	720	10	1095	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	1095	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	738.75	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	738.75	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	578	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	578	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	514.3333	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	514.3333	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	462	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	462	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	450	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	450	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	434.0909	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	434.0909	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	425	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	425	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	408.3333	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	408.3333	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	400	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	400	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	400	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	400	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	400	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	400	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	150	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	150	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	150	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	150	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	6.5	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	6.5	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	0.423427	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	0.423427	1607.33	-943	0
902219000000	720	10	0.02825	1607.333	-943	0	902219000000	720	10	0.02825	1607.33	-943	0

Tablo 3'de box-plot yöntemi ve düzeltilmiş box-plot yöntemi uygulandıktan sonra elde edilen sonuçlara yer verilmektedir. Bu örnekte 902219000000 GTİP kodu ile takip edilen, Çin'den deniz yolu ile ithal edilen diğer X ışınli cihazlar ürününe ilişkin bilgiler yer almaktadır. Burada M1/M2 değişkeni için aykırı değer tespiti yapılmıştır. Bu veri grubunda kayıt sayısı 18'dir. Bu tabloda yer alan sonuçlara göre box-plot yöntemi ve düzeltilmiş box-plot yönteminin etkin çalışmadığı gözlemlenmiştir. Çünkü her iki yöntemde de sadece verinin sağında kalan aykırı değerler tespit edilebilmiştir. Düzeltilmiş box-plot yönteminin verinin solunda kalan aykırı değerleri tespit edememesinin nedeni olarak da veri setindeki kayıt sayısının az olması olarak göstermek mümkündür. Bu durumu göstermek amacı ile veri seti aykırı değer olmayan gözlemler kullanılarak genişletilmiş ve yöntem tekrar uygulanmıştır. Genişletilmiş veri setine göre elde edilen aykırı değerler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Kayıt sayısı artırıldığında veri setinin her iki kuyruğunda kalan aykırı değerlerin tespit edildiği gözlemlenmiştir. Buna göre düzeltilmiş box-plot yönteminin kayıt sayısının az olduğu durumlarda etkin çalışmadığını söylemek mümkündür.

Tablo 4.Düzeltilmiş box-plot yöntemi m1/m2 sonuçları

D-Box-Plot Yöntemi						
GTİP	ÜLKE	YOL	M1M2	ÜST SINIR	ALT SINIR	AYKIRI DEĞER
902219000000	720	10	34997	779.51	288.49	1
902219000000	720	10	1095	779.51	288.49	1
902219000000	720	10	738.75	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	578	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	514.3333	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	501	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	500	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	485	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	471	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	462	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	461	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	450	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	450	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	434.0909	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	425	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	410	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	408.3333	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	405	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	402	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	401	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	401	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	400	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	400	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	400	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	400	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	400	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	400	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	400	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	376	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	375	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	371	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	370	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	365	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	360	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	310	779.51	288.49	0
902219000000	720	10	256	779.51	288.49	1
902219000000	720	10	156	779.51	288.49	1
902219000000	720	10	150	779.51	288.49	1
902219000000	720	10	150	779.51	288.49	1
902219000000	720	10	140	779.51	288.49	1
902219000000	720	10	125	779.51	288.49	1
902219000000	720	10	6.5	779.51	288.49	1
902219000000	720	10	0.423427	779.51	288.49	1
902219000000	720	10	0.02825	779.51	288.49	1

Bu yeni veri seti dikkate alındığında alt sınır=288,49, üst sınır=779,51 olarak hesaplanmaktadır. Dolayısı ile solda kalan uç değerlerde aykırı değer olarak tespit edilmektedir.

6. SONUÇ

Tukey Box-Plot yöntemi ve düzeltilmiş Box-Plot yönteminin karşılaştırıldığı bu çalışmada her iki yöntem gerçek verilere uygulanmış ve elde edilen bulgular aktarılmıştır.

Dış ticaret veri seti gibi büyük bir veri setinde, aykırı değerlerin tespit edilmesindeki amaç; t-test, ANOVA ve regresyon gibi temel istatistiksel analizlerin dağılım varsayımlarını ihlal eden uç değerlerin tespit edilmesi olmadığından ve esas olarak dağılım dikkate alınmaksızın veri setinin büyük bir çoğunluğundan uzakta yer alan aykırı değerlerin tespit edilmesi gerektiğinden aykırı değer tespit etme yöntemi olarak etiketleme yöntemleri kullanılmıştır. Etiketleme yöntemlerinin belirli koşullar altında etkin çalışması aykırı değerlerin doğru bir şekilde belirlenmesi açısından oldukça büyük önem taşımaktadır. Özellikle, aykırı değer tespit etme yöntemlerinin maskeleye ve süpürme etkilerine maruz kalıp kalmadığına, simetrik olmayan sağa ve ya sola çarpık olan verilerde aykırı değerlerin doğru bir şekilde tespit edilip edilmediğine dikkat etmek gerekir. Çünkü maskeleye ve süpürme etkisine maruz kalan yöntemler aykırı değerlerin yanlış tespit edilmesine yol açmaktadır. Diğer bir ifade ile, bu yöntemler, veri setlerinde yer alan bazı gözlem değerlerini aykırı değer olmadığı halde aykırı değer gibi tespit edilmesine, aykırı değer olan gözlem değerlerinin de normal gözlem değerleri olarak belirlenmesine neden olmaktadır. Aykırı değer tespit etme yöntemlerini sınırlandıran başka bir durumda veri setinde yer alan gözlem sayısının az olmasıdır. Çünkü gözlem sayısının az olduğu durumlarda bazı yöntemler çalışmamaktadır.

Tukey Box-Plot yöntemi ve düzeltilmiş Box-Plot yöntemi yukarıda ifade edilen ve aykırı değer tespit etme yönteminin etkin bir şekilde çalışmasına engel olan durumlar açısından ele alınmış ve her iki yöntemde bu doğrultuda değerlendirilerek hangi durumlarda Box-Plot yöntemi yerine düzeltilmiş Box-Plot yönteminin uygulanması gerektiği ortaya konmuştur. Bu bağlamda kıyaslama kriterleri dikkate alınarak her iki yöntem için aşağıda özet bir değerlendirme verilmektedir. Buna göre;

Box-Plot yöntemi

- 1- Box-Plot yöntemi herhangi bir dağılım varsayımı gerektirmeyen bir yöntemdir. Ayrıca çeyrekleri kullanır, bu nedenle aykırı değerlerin varlığından etkilenmez dolayısı ile maskeleye veya süpürme etkisine maruz kalmaz.
- 2- Gözlem sayısının az olduğu durumlarda, aykırı değer tespiti yapamamaktadır. Seo (2006) çalışmalarında buna bir örnek vermiştir.
- 3- Box-Plot yöntemi verilerin çarpıklığından etkilenmektedir. Çarpık verilerde, çarpıklık yönündeki çok sayıda aykırı değeri tespit edebilirken çarpıklığın ters yönünde yer alan aykırı değerleri tespit edememektedir. Dolayısı ile çarpıklığın yüksek olduğu veri setlerinde aykırı değerlerin her iki yönde de tespit edilmesi açısından kullanımı sağlıklı sonuçlar vermemekte ve uygun olmamaktadır.

Düzeltilmiş Box-Plot Yöntemi

- 1- Düzeltilmiş Box-Plot yöntemi, herhangi bir varsayım gerektirmeyen, maskeleye veya süpürme etkisine maruz kalmayan, uygulama kolaylığı olan ve verilerin çarpıklığından etkilenmeyen bir aykırı tespit yöntemidir.
- 2- Ancak gözlem sayısının az olduğu verilerde aykırı değerleri etkin bir şekilde tespit edemediği gözlemlenmiştir.
- 3- Düzeltilmiş Box-plot yöntemi ile ilgili başka bir durum ise Hubert ve Vandervieren tarafından ifade edilmektedir. D. Box-Plot yönteminin çarpıklıkları hesaba katarken kuyruk ağırlıklarını henüz hesaba katmadığı yönünde uyarıda bulunmaktadır(M.Hubert,E.Vandervieren,2007). Bu sorunun dağılımın kuyruk bilgilerini de içerecek şekilde bir düzenleme ile aşılabileceğini söylemektedirler. Bunun için Brys (2006) önerdiği gibi, sağ ve sol kuyruk için sağlam ölçülerin ya da Vandewalle'nin önerdiği gibi kuyruk endeksinin sağlam bir tahmininin içerildiği bir model kurmaya çalışmışlardır. Ancak bu tür bir prosedürün de bir takım dezavantajları olduğunu tespit

etmişlerdir. Bu dezavantajlardan birisi, kurulan modelin, daha fazla parametre ve tahmin edicilerle çok karmaşık bir yapıya sahip olduğudur. Kuyruk ölçüleri daha düşük bir kırılma noktasına sahip olduğunda sağlamlıkta azalmaktadır. Ayrıca kuyruk ölçümlerinin değişkenliği nedeni ile sınır uzunluklarının değişkenliği de artmaktadır (M.Hubert,E.Vandervieren,2007).

Maskeleme etkisi; bir aykırı değer ikinci bir aykırı değeri maskeleyerek normal gözlem gibi görünmesine neden olan bir etkidir. Dolayısı ile birinci aykırı değerin silinmesi durumunda 2. gözlem değeri aykırı değer olarak tespit edilmektedir. Maskeleme etkisi, aykırı değer gözlem kümesinin ortalama ve kovaryans tahminlerini kendisine doğru çarpıttığında ortaya çıkmaktadır. Bu durumda aykırı olan noktanın hesaplanan ortalamaya olan uzaklığı da küçük olmaktadır. Süpürme etkisi ise bir aykırı değer kendisinden sonra gelen gözlem değerinin aykırı değer gibi görünmesine yol açmasıdır. Diğer bir ifade ile ilk aykırı değer silindiğinde 2. gözlemin normal gözlem olarak tespit edilmesi durumudur. Süpürme etkisi, bir grup aykırı değer ortalama ve kovaryans tahminlerini, kendisine doğru ve diğer iyi gözlemlerden uzaklaştıracak şekilde çarpıtması sonucu oluşmaktadır. İyi gözlemlerin ortalamaya olan uzaklıkları onların aykırı değer olarak görünmesine neden olacak kadar büyük olmaktadır.

Box-Plot yöntemi ve düzeltilmiş box-plot yönteminde aykırı değerlere karşı duyarlı olan ortalama ve varyans kullanılmadığından maskeleme ve süpürme etkisine maruz kalmamaktadır. Ayrıca Box-Plotve düzeltilmiş box-plot yöntemi gözlem sayısının az olduğu özellikle 10'dan düşük olduğu durumlarda etkin bir şekilde çalışmamaktadır.

Düzeltilmiş box-plot yönteminin box-plot yöntemine göre üstün olan özelliği verinin çarpıklığından etkilenmemesi ve çarpıklığı yüksek olan verilerde veri setinin her iki kuyruğunda yer alan olası aykırı değerleri etkin bir şekilde tespit edebilmesidir. Box-plot yönteminde alt ve üst çeyreklikler ve çeyreklikler arası uzaklık veri setindeki çarpıklık dikkate alınmaksızın hesaplanmaktadır ve bu nedenle çarpıklıktan etkilenmektedir. Vanderviere ve Huber (2004) düzeltilmiş box-plot yönteminde, çarpık veri için sağlam bir çarpıklık ölçüsü olan medcouple (MC) katsayısını dikkate alarak alt ve üst sınırları yeniden hesaplamış ve veri setinin çarpıklık etkisini arındırmıştır. Bu nedenle düzeltilmiş box-plot yöntemi veri setinin her iki kuyruğunda yer alan olası aykırı değerleri tespit edebilmektedir. Dolayısı ile çarpıklık katsayısı yüksek olan veri setlerinde aykırı değer tespit edilirken box-plot yöntemi yerine düzeltilmiş box-plot yöntemini kullanmak daha sağlıklı sonuç vermektedir.

Veri analizinin amacı araştırma kapsamında toplanan çok sayıda değişkenle ilgili derlenen bilgilerin değerlendirilmesi ve özet hale getirilmesidir. Tutarlı bir analiz elde etmenin ilk adımlarından birisi merkezden uzak olan gözlemlerin tespit edilmesidir. Aykırı değerler genellikle hata ya da problem olarak dikkate alınsa da bazı araştırmalarda önemli bilgiler taşıyan değişkenler olarak değerlendirilmektedir. Ancak aykırı değerler genellikle yanlış model kurmaya, yanlış parametre tahminlerine ve doğru olmayan sonuçlara yol açan değişkenlerdir. Bu nedenle modelleme ve analiz yapmadan önce onların tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Veri analizinde aykırı değer tespit etmenin iki farklı amacı vardır bunlardan birisi, aykırı değer, varsayılan dağılımdan sapıp saptığını yani dağılımın aykırı değeri olup olmadığını test etmektir. Diğer bir ifade ile t-test, ANOVA ve regresyon gibi temel istatistiksel analizlerin dağılım varsayımlarını ihlal eden aykırı değerlerin tespit edilmesini aykırı değer tespit edilmesinin ilk amacı olarak söylemek mümkündür. Aykırı değer tespit etmenin diğer amacı ise esas olarak dağılım dikkate alınmaksızın veri setinin büyük bir çoğunluğundan uzakta yer alan değerlerin tespit edilmesidir. İlk amaç için aykırı değer tespitinde yöntem olarak formal testler yada uyumsuzluk testleri kullanılırken diğer amaç için formal olmayan testler yada diğer bir ifade ile etiketleme yöntemleri kullanılmaktadır. Her bir aykırı değer tespit etme yöntemi belli koşullar altında sağlıklı sonuçlar üretmektedir. En iyi aykırı değer tespit etme yönteminin seçimi, uygulanacak verinin türüne, aykırı değer tespit etmenin amacına göre değişmektedir. Önemli olan, eldeki veriye ve aykırı değer tespit etmenin amacına yönelik en uygun yöntemin belirlenmesidir.

Bu çalışmada ifade edilen görüşler yazarlara aittir ve Türkiye İstatistik Kurumu'nun görüşlerini yansıtmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Acuna E., Rodriguez C. A., Meta analysis study of outlier detection methods in classification, Technical paper, Department of Mathematics, University of Puerto Rico at Mayaguez, Retrived from academic.uprm.edu/eacuna/paperout.pdf. ,In proceedings IPSI 2004, Venice, 2004.
- Arribas I. (2012). Analysis of Three Methods of Detection of Important Influential Data Errors in ITG. European Commission EUROSTAT
- Alma,Ö. (2011). Comparison of Robust Regression Methods in Linear Regression. Int. J. Contemp. Math. Sciences, 6.(9), 409 - 421
- Belcher R. (2003). Application of the Hidiroglou-Berthelot Method of Outlier Detection for Periodic Business Surveys. SSC Annual Meeting, June 2003,Proceedings of the Survey Methods Section
- ChandolaV.,Banerjee A., Kumar V. 2009, Outlier Detection: A Survey,University of Minnesota
- Hubert M.,(2004). Regression Techniques. ACCO, Leuven, Belgium
- Ishikawa A.,Endo S.,Shiratori T. (2010). Treatment of Outliers in Business Surveys:The Case of Short-termEconomicSurvey of Enterprises inJapan (Tankan), Bank of Japan
- Kuppusamy M.,Kaliyaperumal K. (2013). Comparison of MethodsforDetectingOutliers. International Journal of ScientificandEngineeringResearch, Volume 4, Issue 9, ISSN 2229-5518
- Kılınç B.K., Alpu Ö. (2015). Combining Some Biased Estimation Methods with Least Trimmed Squares Regression and its Application. Revista Colombiana de Estadística, 38(2), 485-502
- Marghny M.H.,Taloba A.I. (2011). OutlierDetection Using ImprovedGenetic K-means. International Journal of Computer Applications (0975-8887), 28(11),33-36 NC
- 2-1-1 Nihonbashi-Hongokucho, Chuo-ku, Tokyo 103-8660
- Penny K.I.,Jolliffe I.T. (2001). A Comparison of Multivariate Detection Methods for Clinical Laboratory Safety Data. Journal of The Royal Statistical Society: Series D (TheStatistician),Volume 50, Issue 3, 295-307
- Rousseeuw P.J.,Zomeren B.C.,(1990). Unmasking Multivariate Outliersand Leverage Points, Journal of the American Statistical Association, 85(411),633-639
- Seo S. (2006). A ReviewandComparison of MethodsforDetectingOutliers in Univariate Data Sets,Yüksek Lisans Tezi, Pittsburgh University, Pensilvanya,1-39.
- Saraçoğlu B. (2011), Ekonometriye Giriş.
- Teknomo K. (2007). K-Means Clustering Tutorial, <http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/kMean/>
- Vanderviere E.,Huber M. (2004), An AdjustedBoxplotforSkewedDistributions. Compstat'2004 Symposium, Section: Graphics.
- Yorulmaz Ö.,(2009). Dayanıklı Regresyon Yöntemi ve Çeşitli Sosyal Veriler Üzerinde Aykırı Gözlemlerin Teşhisi. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12(21),76-88
- Zioutas G., Avramidis A., Pitsoulis L., (2007). Penalized Trimmed Squaresand A Modification of Support Vectors for Unmasking Outliers in Linear Regression. REVSTAT – Statistical Journal, 5(1), 115-136

Pay Piyasası Sektörleri Arasındaki Oynaklık Yayılımı

Zekai ŞENOL

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İİBF, Bankacılık ve Finans Bölümü. zsenol@cumhuriyet.edu.tr
orcid.org/ 0000-0001-8818-0752

ÖZ

Bu çalışmada, 4 Ocak 2010 – 28 Ağustos 2019 dönemine ait günlük veriler kullanılarak Borsa İstanbul (BİST) temel piyasaları oynaklık yayılımları ve oynaklık ilişkileri araştırılmıştır. Sanayi, ticaret, hizmet ve mali sektörler arasındaki oynaklık yayılımları Hafner ve Herwartz (2006) varyansta nedensellik testiyle, sektörler arası ilişkiler ise DCC GARCH yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmada, sanayi, ticaret ve hizmet sektöründen mali sektöre doğru oynaklık yayılımları ve BİST temel piyasaları arasında dinamik koşullu korelasyon ilişkisi görülmüştür. Ayrıca, BİST temel sektörleri arasındaki ilişkinin zamana göre değiştiği, ekonomik ve politik olayların kısmen bu değişiklikleri belirlediği tespit edilmiştir. Mali-sanayi, hizmet-ticaret, mali-hizmet ve hizmet-sanayi sektörleri arasındaki ilişkinin ticaret-mali ve sanayi-ticaret sektörleri arasındaki ilişki düzeyinden daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçlara göre BİST temel piyasaları esas alınarak çeşitlendirme ile risk azaltmak pek mümkün değildir. Sonuçlar, yatırımcılar, risk yöneticileri, portföy yöneticileri açısından yol gösterici niteliğindedir.

Anahtar Sözcükler: Borsa İstanbul, Oynaklık Yayılımı, DCC GARCH, Sektörler Arası İlişkiler

JEL Kodları: G11, G17, C32

Volatility Spillover Between Stock Market Sectors

ABSTRACT

In this study, it was investigated that volatility spillovers and volatility relationships of Istanbul Stock Exchange (BIST) basic markets by using daily data of 4 January 2010 - 28 August 2019 period. Volatility spillover between industry, trade, service and financial sectors were examined by causality test in the variance Hafner and Herwartz (2006), and inter-sector relations were examined by DCC GARCH method. In this study, it was observed that relationship of dynamic conditional correlation between BIST basic markets and volatility spillover from industry, trade and service sector to financial sector. In addition, it has been determined that the relationship between the major sectors of BIST varies with time and that economic and political events partially determine these changes. It has been understood that the relationship between financial-industry, service-trade, financial-service and service-industry sectors is higher than the relationship between trade-financial and industry-trade sectors. According to these results, it is not possible to reduce risk by diversification based on BIST basic markets. The results provide guidance for investors, risk managers and portfolio managers.

Keywords: Istanbul Stock Exchange, Volatility Spillover, DCC GARCH, Relationships Between Sectors.

JEL Codes: G11, G17, C32

1. GİRİŞ

Piyasa etkinliği kavramına göre finansal araçlar finansal piyasalara ulaşan tüm bilgileri yansıtıyorsa o piyasa etkindir. Piyasa etkinlik düzeyi zayıf dahi olsa menkul kıymetlerin fiyatları piyasalara ulaşan yeni bilgilerden etkilenmektedir. Bu bakımdan finansal araçlar fiyatlarını etkileyebilecek her türlü bilgiyi yansıtmaktadırlar. Bu bilgiler, firmalardan, sektörlerden, ülke ekonomilerinden, küresel ekonomiden, sosyal, politik her türlü sebepten ortaya çıkabilir. Piyasalarda ortaya çıkan bilgiler finansal varlıkların fiyatlarında oynaklıklara sebep olabilir.

Temel analiz yapılırken küresel düzeydeki ekonomik değerlendirmelerden ülke düzeyindeki analizlere geçilmekte, daha sonra ise sektör analizleri ve nihayetinde sektörden firma seçimi yapılmaktadır. Uluslararası yatırımlarda portföy yöneticileri öncelikle getirisi yüksek olabilecek ülkeleri sonrasında sektörleri seçmektedirler. Bu bakımdan sektör analizleri temel analizin bir parçasını oluşturmaktadır. Buradan sektörler arasında getiri, rekabet, değer oluşturma, geleceğe yönelik olma gibi farklılıkların olduğu çıkarılabilir. Sektörler arasında farklılıkların olması, zamanla bu farklılıkların değişmesi, değişen ve gelişen koşullarda bazı sektörler ön plana çıkarken diğerlerinin önemlerini yitirmesi gibi konular piyasa alt sektörleri arasında ilişkilerin değişmesine ve oynaklıkların oluşmasına neden olabilir.

Oynaklıklar genel olarak riski ifade etmektedir. Sektörler arasındaki oynaklıkların yönünün, boyutunun, etkisinin belirlenmesi menkul kıymetlerin fiyatının hesaplanmasında kullanılan iskonto oranının belirlenmesine katkı sağlayacaktır. Bu nedenle diğer sektörlerle oynaklık aktaran sektörlerdeki firmalara uygulanan iskonto oranı diğer sektörlerden oynaklık alan sektörlerdeki firmalara iskonto oranından daha düşük olacaktır. Çünkü diğer sektörlerden oynaklık alan sektörlerin riskleri oynaklık almayan sektörlerle göre daha fazladır.

Sektörler arasında ortaya çıkan oynaklık farklılıkları ve oynaklık yayılımları bazı sebeplerden ortaya çıkabilir. Petrol, teknoloji gibi bazı sektörler stratejik öneme sahip olabilir. Bu sektörler diğer sektörlerin temel faaliyetlerini etkileyebildiğinden bu sektörlerden diğer sektörlerle doğru etkileşimler olabilir. Finans, iletişim, hizmet gibi sektörler sanayi, ticaret gibi temel sektörlerle hizmet sağlayarak bu sektörlerin ana faaliyetlerini yürütmelerini desteklemektedirler. Haliyle bu sektörler arasında ilişkilerin olması normaldir.

Ekonomik koşullardaki değişimler sektörleri farklı şekilde etkileyebilmektedir. Ekonominin daralma ve genişleme dönemlerinde bazı sektörlerde dönmesel değişim olurken tüketim ürünleri gibi sektörlerde fazla değişim olmaz (Hammoudeh vd., 2009: 830). Bu durum sektörler arası ilişkileri etkileyerek sektörler arasında oynaklık oluşturabilir. Değişimin yüksek olduğu sektörlerde ekonomik daralma ve kriz dönemlerinde yüksek oynaklıklar görülebilirken ekonomik koşullardan pek fazla etkilenmeyen sektörlerdeki oynaklıklar daha istikrarlıdır.

Oynaklık yayılımı farklı endüstri ve piyasalar arasındaki bilgi dolaşımının yönünü ve iletim yapısını göstermektedir. Oynaklık yayılımı araştırmaları piyasalar arasındaki bağlantının varlığını ortaya koyduğu gibi bu bağlantının seviyesini de ölçebilmektedir (Yin vd., 2019).

Bu çalışmada, BİST'teki alt sektör piyasalarından sanayi, mali, ticaret ve hizmet sektörleri arasındaki oynaklık yayılımları, oynaklık ilişkileri ve bu ilişkilerin zaman süresinde gösterdikleri değişim araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR

Literatürde pay piyasaları alt sektörleri arasındaki ilişkileri, sektörler arasındaki oynaklık iletimlerini, oynaklık yayılımlarını araştıran değişik nitelikte çalışmalar söz konusudur. Bazı çalışmalarda sektörler arası ilişkilerin yanında ilişkilerin zamanla, ekonomik, politik ve sosyal olaylarla birlikte nasıl seyir izledikleri, özellikle 2008 küresel krizinde sektörler arasındaki ilişkilerde nasıl bir değişiklik olduğu

incelenmiştir. Bunlardan başka bazı çalışmalarda ise petrol, altın ve CDS primlerinin sektör oynaklıklarını nasıl etkiledikleri araştırılmıştır.

Ewing (2002), Duran ve Şahin (2006), Hassan ve Malik (2007), Hammoudeh vd. (2009), Tokat (2010), Tamakoshi ve Hamori (2016), Collet ve Lelpo (2018), Fonseca ve Ignatieva (2018), Kamışlı ve Sevil (2018) ve Yin vd. (2019) çalışmalarında genel olarak sektörler arasındaki getiri ve oynaklık ilişkileri incelemişlerdir.

Ewing (2002) Ocak 1988 - Temmuz 1997 dönemi aylık veri ve S&P 5 temel sektörü üzerine yaptığı çalışmada genel olarak sektörlerdeki hareketlerin diğer sektörlerdeki gecikmelerle açıklanabildiği, diğer sektörleri açıklama gücü en yüksek sektörün endüstri olduğu, endüstri ve ulaştırma sektörünü ise en fazla sermaye malları sektörünün açıkladığı görülmüştür. Hassan ve Malik (2007) 1 Ocak 1992 - 6 Temmuz 2005 döneminde ABD'de 6 farklı sektörler arasındaki oynaklık iletimini araştırmışlar ve sektörler arasında genel olarak oynaklık iletimi olduğunu göstermiştir. Finans sektörüyle tüketim ve teknoloji sektörleri arasında karşılıklı, endüstri sektöründen enerji ve sağlık sektörüne ve enerji sektöründen endüstri sektörüne doğru oynaklık etkisi olduğu tespit edilmiştir. ABD'de yapılan bir başka çalışmada Collet ve Lelpo (2018) 3 Ocak 1996 - 31 Mart 2017 döneminde 7 sektör üzerinde yaptıkları çalışmada sektörler arasında yüksek oranda oynaklık yayılımı olduğu, 2001 ve 2008 finansal krizlerinde oynaklık yayılımının arttığı, sigorta, mal ve enerji sektörlerinin bu oynaklık yayılımına en çok neden olduğu, sermaye malları ve sağlık sektörünün oynaklık aldığı görülmüştür.

Hammoudeh vd. (2009) Körfez İşbirliği Konseyi üyesi 4 ülkede hizmetler, bankacılık ve endüstri olmak üzere 3 temel sektörde oynaklık iletimini araştırarak optimal riskten korunma oranı belirlemek istemişlerdir. Çalışmada, sektörlerin kendi oynaklıklarının geçmiş dönem şoklarından daha önemli olduğu, Katar'daki sektörlerde yüksek, diğer ülkelerdeki sektörler arasında ise orta düzeyde oynaklık yayılımı olduğu, bankacılık ve endüstriden hizmetler sektörüne doğru koşullu oynaklıklar olduğu anlaşılmıştır.

Tamakoshi ve Hamori (2016) 1 Ocak 2008 - 31 Aralık 2013 dönemi, İngiltere'de bankacılık, hayat sigortası ve diğer finansal sektöre ait haftalık verilerle sektörler arası oynaklık yayılımı, zamanla değişen birlikte hareket etme özelliğini DCC GARCH modeli ve Diebold ve Yılmaz (2012) tarafından geliştirilen oynaklık yayılım endeksi yardımıyla incelemişlerdir. Çalışmada, 3 sektör arasındaki dinamik koşullu korelasyonlar 2008 küresel krizinden sonra önemli derecede arttığı ve 2011 Avrupa borç krizi sonrasında banka - hayat sigortacılığı ve hayat sigortacılığı - diğer finansal sektör arasındaki dinamik koşullu korelasyonlarda azaldığı, oynaklık iletimi zamanla değiştiği ve bankacılık sektörünün net oynaklık ileticisi olduğu görülmüştür.

Fonseca ve Ignatieva (2018) 16 Nisan 2007 - 24 Ocak 2012, 10 temel CDS sektörleri arasındaki oynaklık yayılımı çalışmasında, finans, tüketim malları, tüketim hizmetleri ve temel malzeme sektörlerinin genel olarak piyasa oynaklığını artırdığı, küresel kriz döneminde finans sektörünün oynaklık yayılımının temel belirleyicisi olduğu, 2008 sonundan 2009 yılı başlangıcında teknoloji ve temel malzemeler sektörünün oynaklık yayılımını etkilediği, 2009 ortalarından 2011 sonuna kadarki dönemde ise tüketim malları ve tüketim hizmetlerinin oynaklık yayılımının itici sektörleri oldukları görülmüştür.

Yin vd. (2019) 10 temel endüstri, 9 Ocak 2009 - 29 Haziran 2018 döneminde Shanghai Borsasında endeksler arasındaki oynaklık yayılımını oynaklık endeksi yöntemiyle araştırmışlardır. Çalışmada, yayılım endeksinin %82'si endüstriler arası ilişkilerden %18'i endüstrilere özgü faktörlerden kaynaklandığı, sanayi, hammadde ve tüketim endüstrilerinin oynaklık yayılımında önemli rol oynadıkları, genel olarak oynaklık endeksinin boğa ve ayı piyasalarında arttığı, endüstriler arasındaki oynaklık yayılımının politik ve finansal piyasalardaki olaylara karşılık geldiği görülmüştür.

Sektörler arası oynaklık ilişkilerini Türkiye'de araştıran Duran ve Şahin (2006), Tokat (2010) ve Kamışlı ve Sevil (2018) olmuşlardır. Duran ve Şahin (2006) 2000-2004 döneminde İMKB'de sınai, mali, hizmetler ve teknoloji endeksleri arasındaki oynaklık etkileşimini EGARCH ve VAR yöntemleriyle

araştırmışlardır. Sonuçlar, teknoloji sektörün hizmetler ve mali sektöründen etkilendiği, hizmetler sektörünün teknoloji sektöründen etkilendiği, mali sektörün teknoloji ve hizmetler sektöründen etkilendiği ve sınai sektörünün teknoloji, hizmetler ve mali endeksten etkilendiğini göstermiştir. Tokat (2010) 2000-2009 döneminde İMKB'de sektör endeksleri arasındaki şok ve oynaklık etkileşimini araştırmıştır. Sınai, hizmetler, mali ve teknoloji sektörlerine ait verilerin kullanıldığı çalışmada, sanayi ile mali ve hizmet ile teknoloji sektörleri arasında şok ve oynaklık yayılımı olduğu görülmüştür. Kamışlı ve Sevil (2018) 2 Ocak 1997 - 24 Mart 2015 dönemde BİST'e bağlı alt sektörler arasındaki oynaklık ilişkilerini DCC GARCH yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışmada genel olarak ekonomik, politik ve sosyal olayların sektörler arası oynaklık ilişkisinin etkilediği, krizlerden sonra alt sektör getirileri arasındaki koşullu korelasyonların değiştiği, 2008 küresel krizinin koşullu korelasyonlar üzerinde etkili olduğu, politik ve toplumsal olayların sınai ile hizmetler sektör ilişkilerini, Merkez Bankası faiz politikalarının sınai ile mali sektör ilişkilerini etkilediği görülmüştür.

Arouri vd. (2011), Chkiki vd. (2014), Demiralay ve Gencer (2014) ve Kumar (2017) çalışmalarında petrol ile sektörler arasındaki oynaklıklar ile petrolün sektör oynaklıklarına etkileri araştırılmıştır. Arouri vd. (2011) 1 Ocak 1998- 31 Aralık 2009 dönemine ait haftalık veriler ile Avrupa ve ABD'de 7 endüstriye sektör seviyesinde petrol ile pay piyasaları arasındaki oynaklık yayılımını Avrupa ve ABD'de araştırmışlardır. Avrupa'da petrolden pay piyasalarına doğru tek yönlü oynaklık yayılımı, ABD'de ise çift yönlü oynaklık yayılımı belirlenmiştir. CCC GARCH sonuçlarına göre, Avrupa'da petrolün temel malzemeler, endüstriyel ve kamu hizmetleri ile pozitif ilişkili, ABD'de petrolün otomobil ve temel malzemeler ile pozitif, finans sektörü ile negatif ilişkili olduğu belirlenmiştir. Demiralay ve Gencer (2014) 6 Ocak 1995 - 27 Aralık 2013 dönemi haftalık verilerle ham petrol ile gelişmekte olan ülkelerin finans, enerji, telekom, malzeme ve endüstri sektörleri arasındaki ilişkiler araştırmasında petrolün tüm sektörlerdeki oynaklığı artırdığı görülmüştür.

Chkiki vd. (2014) 4 Ocak 1988 - 30 Nisan 2013 dönemi günlük veriler ve DCC-FIAPARCH yöntemiyle ham petrol ve ABD pay piyasaları arasındaki zamana göre değişen karşılıklı bağımlılığı ve bu bağımlılığın boğa ve ayı piyasalarındaki durumunu araştırmışlardır. İki piyasa arasında asimetric oynaklık ve uzun hafıza etkisinin olduğu, piyasalar arasındaki dinamik korelasyonların jeopolitik tansiyon, ekonomik ve finansal olaylardan etkilendiği belirlenmiştir. Kumar (2017) 3 Ocak 2005 - 30 Nisan 2015 dönemi, HAR-DL yöntemini kullanarak Batı Teksas ham petrol fiyatından S&P 500 alt sektörleri olan otomobil, finans, endüstri, telekom ve ilaç sektörlerine olan oynaklık iletimini araştırmıştır. Çalışmada, ham petrolden bu sektörlerle oynaklık iletimi olduğu ve bunun pozitif yönde gerçekleştiği, oynaklık yayılımının istikrarsız olduğu ve zamana göre değişen bir davranış sergilediği tespit edilmiştir.

Kumar (2014) altın fiyatları ve 6 Hindistan sektörüne ait haftalık veriler ve VAR-ADCC-BVGARCH yöntemiyle getiri ve oynaklık iletimi araştırmasında altından Hindistan'daki sektörlerle getiri yayılımı olduğu ancak oynaklık yayılımı olmadığı belirlenmiştir. Hammoudeh vd. (2010) 4 Ocak 1997 - 5 Kasım 2007 döneminde günlük veriler ve dört değerli maden altın, gümüş, platin ve pladyum için koşullu oynaklık ve karşılıklı bağımlılıkları araştırmışlardır. Çalışmada kısa dönemde değerli metallerin kendi haberlerine orta derecede duyarlı olduğu, diğer metallerdeki haberlere düşük derecede duyarlı olduğu, uzun vadede ise metallerin kendi şoklarına karşı güçlü oynaklık hassasiyeti söz konusu, gümüşte en güçlü, altında ise en zayıf hassasiyet olduğu, en yüksek sabit koşullu korelasyonlar ise altın ile gümüş arasında olduğu görülmüştür.

Antonakakis ve Vergos (2013) 2008 küresel krizi ve Euro borç krizinde Euro Bölgesi ülkeleri arasındaki yabancı tahvil getirisi yayılımını araştırmışlardır. Çalışmada, Euro bölgesi ülkeler arasında yabancı tahvil getiri yayılımının büyük ölçüde iç içe geçtiği, Euro bölgesindeki 9 ülkenin toplam yayılım indeksi oranının %61,1 gerçekleştiği, Belçika'nın baskın net oynaklık yayıcısı olduğu, bunu İtalya ve İspanya takip ettiği, Yunanistan, Hollanda ve Portekiz ise net oynaklık alıcısı oldukları, toplam yayılım endeksinin zamana göre değişmekte olduğu, yayılım oranının arttığı dönemler ekonomik, finansal ve politik olaylarca açıklanabildiği tespit edilmiştir.

Narayan (2015) 2 Temmuz 2004 - 30 Mart 2012 döneminde ABD'de 10 sektörde CDS primleriyle sektörler arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Narayan (2015) CDS getiri şoklarının sektörel pay getirilerini sektörel oynaklıklardan daha fazla açıkladığını, CDS şoklarının sektörlerdeki oynaklıkları farklı düzeylerde etkilediklerini, CDS getirilerinden en yüksek oynaklık yayılımının finans sektörüne doğru gerçekleştiğini bunu tüketim, malzeme ve enerji sektörlerinin takip ettiğini ve CDS getiri şok etkisinin küresel finansal kriz döneminde en üst düzeye çıktığını tespit etmiştir.

Çalışmalarda ortaya çıkan sonuçlar şu şekilde özetlenebilir: sektörler arasında oynaklık yayımları vardır, ancak oynaklığın hangi sektör/sektörlerden hangi sektör/sektörlere yayıldığı ve oynaklık yayılımında öncül-ardıl ilişkisiyle ilgili net bir sonuç yoktur. Çalışmalarda genel olarak oynaklık yayımlarını zamana ve koşullara göre değiştiği, ekonomik, politik ve sosyal koşulların sektörler arasındaki oynaklık ilişkilerinde belirleyici olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca çalışmalarda küresel krizin sektörler arasındaki oynaklık yayılımını artırdığı görülmüştür.

3. YÖNTEM

GARCH modelleri oynaklık modellemelerinde ve fiyat tahmininde kullanılmaktadır. Zaman serileri arasındaki oynaklık bağımlılıkları ve iletim mekanizmalarını araştırılmasında ise CCC-GARCH, BEKK-MGARCH, DCC-GARCH gibi çoklu GARCH modelleri kullanılmaktadır (Arouri vd.: 2011:1390).

Geleneksel ekonometrik modeller sabit varyans varsayımı altında hareket etmektedir. Finansal seriler yüksek frekanslı özellikler taşıdığından bu varsayım sağlanamamakta, serilerde oynaklık kümelenmeleri görülmektedir. Engle (1982) bu oynaklık kümelenmelerini aşağıdaki şekilde ARCH olarak modellemiştir.

$$H_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1}^2$$

Bollerslev (1986) ARCH modele koşullu varyansın gecikmeli değerlerini ekleyerek GARCH modeli aşağıdaki şekilde ifade etmiştir.

$$H_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i}$$

Engle (2002) dinamik koşullu korelasyon (DCC) aşağıdaki şekilde ifade etmiştir.

$$H_t = D_t R_t D_t$$

Burada, D_t , $N \times N$ boyutlu köşegen matristir. Yani $D_t = \text{diag}(\sigma_{11,t} \dots \dots \sigma_{NN,t})$ 'dir. R_t ise,

$$R_t = \text{diag}\{Q_t\}^{-1} Q_t \text{diag}\{Q_t\}^{-1}$$

şeklindedir.

Hafner ve Herwartz (2006) varyansta nedensellik için önerilen Lagrange Çarpanı (LM) test istatistiği aşağıdadır.

$$\lambda_{LM} = \frac{1}{4T} \left(\sum_{t=1}^T (\xi_{it}^2 - 1) z'_{jt} \right) V(\theta_i)^{-1} \left(\sum_{t=1}^T (\xi_{it}^2 - 1) z_{jt} \right)$$

Buradaki $V(\theta_i)$ 'nin değeri $\kappa = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\xi_{it}^2 - 1)^2$ olmak üzere;

$$V(\theta_i) = \frac{\kappa}{4T} \left[\sum_{t=1}^T z_{jt} z'_{jt} - \sum_{t=1}^T z_{jt} x'_{it} \left(\sum_{t=1}^T x_{it} x'_{it} \right)^{-1} \sum_{t=1}^T x_{it} z'_{jt} \right]$$

şeklinde hesaplanır. λ_{LM} istatistiği serbestlik derecesi iki olan χ^2 dağılımına uyar. Serbestlik derecesi z_{jt} 'deki model kurma hatası göstergelerinin sayısıdır.

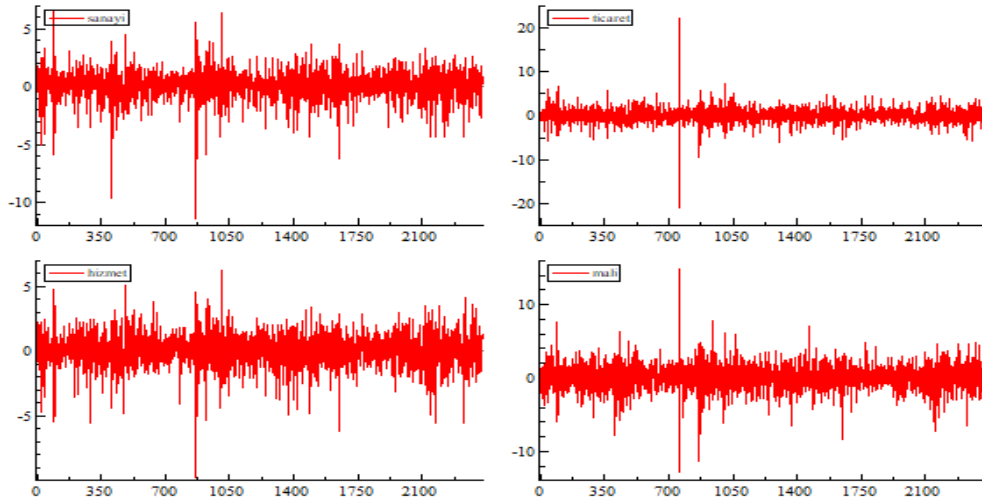
Bu çalışmada, 4 Ocak 2010 – 28 Ağustos 2019 döneminde, sanayi, ticaret, hizmet ve mali sektörden oluşan BİST temel piyasaları arasındaki oynaklık ilişkileri, oynaklık yayılımları ve bu ilişkilerin örneklem dönemindeki değişimleri araştırılmıştır. Sektörlere ait günlük endeks kapanış değerleri üzerinden $\ln(P_t/P_{t-1}) \cdot 100$ hesaplamasıyla günlük getiri serileri elde edilmiştir.

Tablo 1. Özet İstatistik

	SANAYİ	TİCARET	HİZMET	MALİ
Ortalama	0.042947	0.055308	0.028596	0.012977
Maksimum	6.455120	22.19838	6.203447	14.89587
Minumum	-11.40099	-20.89390	-9.699257	-12.77544
Std. Sapma	1.216268	1.590806	1.239282	1.725904
Çarpıklık	-0.980891	0.032993	-0.623275	-0.218454
Basıklık	10.39486	31.94204	6.886227	8.451953
Jarque-Bera	5909.348	84567.33	1681.627	3020.136
Olasılık	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Gözlem Sayısı	2423	2423	2423	2423
Korelasyon katsayıları				
SANAYİ	1			
TİCARET	0.522735***	1		
HİZMET	0.757851***	0.707058***	1	
MALİ	0.779387***	0.571667***	747140***	1
Birim Kök Testleri				
ADF	-16.1000***	-37.4380***	-48.5582***	-51.4723***
PP	-48.0744***	-53.9386***	-48.5621***	-51.6190***

Not: *** sembolü %1 önem düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Sektörlere ait örneklem dönemi ortalama getirileri pozitif, en yüksek getiri ise sırasıyla ticaret ve sanayi sektörlerinde gerçekleşmiştir (Tablo 1). En yüksek fiyat değişkenliği mali sektörde olmasına rağmen en düşük getiri ortalaması da yine mali sektöründe gerçekleşmiştir. Sektörler arasında istatistiksel açıdan anlamlı yüksek derecede korelasyon katsayıları görülmektedir. Bu katsayılara göre bu sektörlerden oluşturulacak paylarla portföy çeşitlemesi yapılarak riski azaltmak pek mümkün görülmemektedir.



Şekil 1. Sanayi, Ticaret, Hizmet ve Mali Sektörlere Ait Günlük Getiriler

Şekil 1’de sektör endekslerinden elde edilen günlük getirilerin grafikleri görülmektedir. Her dört sektörde de oynaklık kümelenmeleri görülmektedir. Oynaklıklar zaman içinde değişkenlik gösterirken, sektör oynaklıkları arasında benzerlikler olduğu, yüksek oynaklıkların dört sektörde de aynı zamanlarda gerçekleştikleri anlaşılmaktadır.

Tablo 2. GARCH(1,1) Model Tahmin Sonuçları

	SANAYI	TICARET	HIZMET	MALI
Sabit	0.128164***	0.892377***	0.115200***	0.167340***
α	0.131947***	0.159558***	0.105090***	0.061860***
β	0.779645***	0.447046***	0.819763***	0.880027***
GED	1.201040***	1.164793***	1.309332***	1.332630***
LM	28.173	4.3158	41.900	43.113
Q(49)	56.305	44.056	38.842	53.457

Not: *, ** işaretleri sırasıyla %1 ve %5 önem düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

ARCH (α) ve GARCH(β) parametreleri modellerde anlamlı, ARCH etkilerinin modellendikleri ve $\alpha + \beta < 1$ koşulunun sağlandığı görülmektedir (Tablo 2). Bu koşul koşulsuz varyansın sonlu olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 3. Hafner ve Herwartz (2006) Varyansta Nedensellik Test Sonuçları

Varyansta Nedensellik	LM İstatistiği	Olasılık
SANAYI → TICARET	1.782	0.4102
SANAYI → HIZMET	3.123	0.2098
SANAYI → MALI	7.769	0.0206
TICARET → SANAYI	0.585	0.7465
TICARET → HIZMET	2.740	0.2541
TICARET → MALI	20.960	0.0000
HIZMET → SANAYI	4.757	0.0927
HIZMET → TICARET	1.506	0.4709
HIZMET → MALI	6.601	0.0369
MALI → SANAYI	0.769	0.6810
MALI → TICARET	0.549	0.7601
MALI → HIZMET	4.116	0.1277

Hafner ve Herwartz (2006) varyansta nedensellik sonuçlarına göre sanayi, ticaret ve hizmet sektörlerinden mali sektöre doğru oynaklık yayılımı görülürken diğer nedensellik ilişkilerinde sadece hizmetten sanayi sektörüne doğru %10 önem düzeyinde bir nedensellik görülmektedir (Tablo 3). Bu

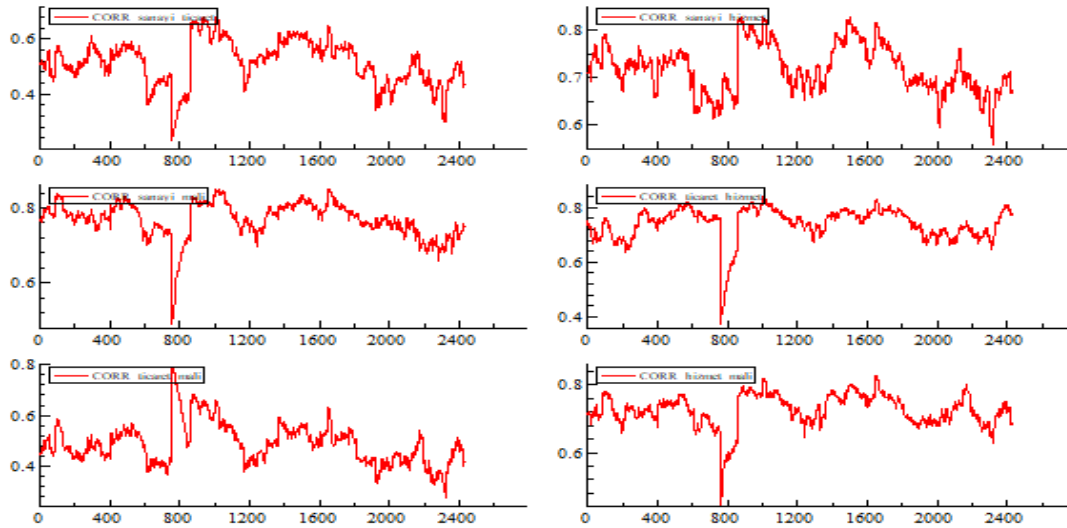
sonuçlara göre mali sektörün net oynaklık alıcısı olduğu, diğer sektörlerde meydana gelen oynaklıklara hassas olduğu, bu bakımdan riskli bir sektör olduğu söylenebilir.

Mali sektörün içinde genel olarak bankacılık, sigortacılık, finansal kiralama, faktöring, yatırım ortaklıkları, aracı kurumlar, holdingler, yatırım şirketleri bulunmaktadır. Bu sektörün en temel işlevi kaynak aktarımıdır. Finans sektörü fon sağlayıcılardan elde ettiği kaynakları fon talep edenlere aktarmaktadırlar. Söz konusu fon talebinin önemli bir kısmı sanayi, ticaret ve hizmet gibi reel sektörlerden gelmektedir. Finansal kesim reel kesimin atıl ve kısa vadeli yatırımlarının değerlendirildiği sektördür. Ayrıca finans kesimi sanayi, ticaret, hizmet gibi sektörlerin para transferi, çek ve senet işlemleri, dış ticaret işlemleri, sigortalama gibi finansal hizmet taleplerini yerine getirmektedirler. Bu bakımdan mali kesimin faaliyetleri doğrudan diğer sektörlerin faaliyetlerine bağlıdır. Diğer sektörlerden mali kesime oynaklık yayılımının görülmesi bu nedenle mali sektörün diğer sektörlerle olan ilişkisinin bir sonucudur.

Tablo 4. DCC Model (Engle, 2002) Sonuçları

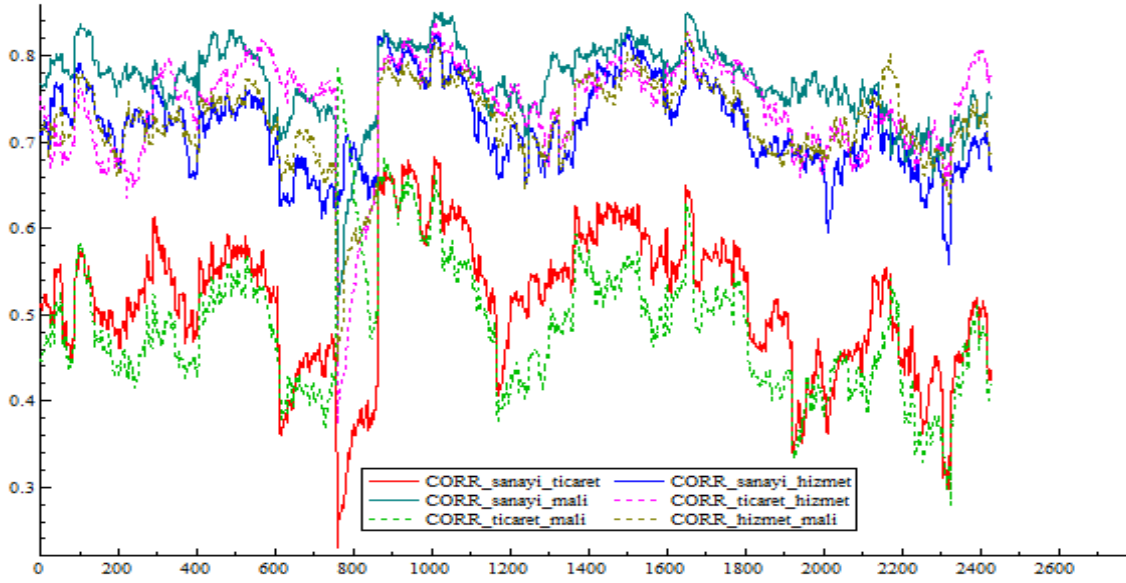
	Katsayı	Std. Hatalar	T İstatistiği	Olasılık
$\rho_{TICARET\_SANAYI}$	0.511725	0.027764	18.43	0.0000
ρ_{HIZMET_SANAYI}	0.710158	0.017431	40.74	0.0000
ρ_{MALI_SANAYI}	0.767168	0.013971	54.91	0.0000
$\rho_{HIZMET\_TICARET}$	0.752069	0.015790	47.63	0.0000
$\rho_{MALI\_TICARET}$	0.448359	0.028976	15.47	0.0000
ρ_{MALI_HIZMET}	0.714366	0.016585	43.07	0.0000
α	0.011573	0.0040108	2.885	0.0039
β	0.975531	0.010357	94.19	0.0000

Örneklem döneminde BİST’te bulunan sektörler arasında anlamlı ilişkilerin olduğu görülmektedir (Tablo 4). En yüksek ilişki düzeyinin mali-sanayi, hizmet-ticaret, mali-hizmet ve hizmet-sanayi şeklinde gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Koşullu korelasyon katsayıları açısından mali ve hizmet sektörü ön plana çıkmaktadır. Bu sonuçlara göre BİST temel sektörlerinden paylarla oluşturulacak portföylerde çeşitlendirme ile riski azaltmak pek mümkün görünmemektedir.



Şekil 2. Sektörler Arasındaki DCC Koşullu Korelasyonlar (Ayrı Ayrı)

Koşullu korelasyonların zaman yolu grafikleri (Şekil 2 ve 3) sektörler arası ilişkilerin zamanla değiştiğini göstermektedir. Özellikle 2013 yılı başlangıcında sanayi-ticaret, sanayi-mali, ticaret-hizmet ve hizmet-mali sektörleri arasındaki koşullu korelasyonlarda ani düşme ve arkasından tekrar eski seviyelere çıkma olduğu görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 3. Sektörler Arasındaki DCC Koşullu Korelasyonlar, (Birleşik)

Zamana göre değişen sektörler arasındaki ilişkilere bakıldığında genel olarak sektörlerin birlikte hareket ettikleri görülmektedir (Şekil 3). 2012'nin ikinci yarısı, 2014 bahar aylarında, 2018 başlangıcı ve 2019 Şubat dönemlerinde koşullu korelasyonların azaldığı, 2013 yılı başlangıcında bazı sektörler arasındaki koşullu korelasyonlarda ani düşme ve arkasından tekrar eski seviyelere çıkma olduğu, ticaret-mali ve sanayi-ticaret ilişkisinin diğer sektörler arasındaki ikili ilişkilerden daha düşük olduğu, sanayi-mali ilişkisinin diğerlerine göre kısmen daha yüksek olduğu bunu ticaret-hizmet, hizmet-mali ve sanayi-hizmet sektörlerinin izlediği görülmektedir.

Sektörler arasındaki zamanla değişen ilişkilerin kısmen de olsa ekonomik, politik ve sosyal olaylarla açıklanabilmektedir. Özellikle 2014 ve 2018 bahar dönemindeki sektörler arasındaki ilişkilerdeki azalış o dönemlerde yaşanan yerel seçimlere denk gelmektedir. 2018 ve 2019 yılında görülen düşük ilişki düzeyi de ekonomik büyümede görülen düşme ile aynı tarihlere denk gelmektedir. Bunlara göre sektörler arasındaki ilişkilerin ekonomik ve politik olaylar tarafından etkilendiği söylenebilir.

Çalışmanın bütününe bakıldığında, sanayi, ticaret ve hizmetler sektöründen mali sektörüne doğru bir oynaklık yayılımı söz konusudur. Bu sonuca göre mali sektörün net oynaklık alıcısı olduğu, ardıl bir sektör olduğu söylenebilir. Net oynaklık yayıcısı ve öncül niteliğinde bir sektör çalışmada tespit edilememiştir. DCC GARCH sonuçları, BİST temel sektörleri arasında yüksek düzeyde ilişkilerin bulunduğunu, mali-sanayi, hizmet-ticaret, mali-hizmet ve hizmet-sanayi sektörleri arasındaki ilişkinin ticaret-sanayi ve mali-ticaret sektörlerindeki ilişkiden daha fazla olduğunu göstermiştir. Koşullu korelasyon zaman yolu grafikleri de, zamana göre azalma-artma yoluyla değişse de, örneklem döneminde ortaya çıkan sektörler arasındaki ilişkinin devam ettiğini göstermektedir. Örneklem döneminde sektörler arasında değişen ilişkilerin kısmen de olsa ekonomik ve politik olaylar tarafından açıklanabildiği görülmektedir.

Portföy yatırımı açısından sonuçlara bakıldığında, BİST temel sektörü esas alınarak çeşitlendirme ile riskin azaltılamayacağı anlaşılmaktadır. Sektörler arasında yüksek oranda oynaklık ilişkisinin görülmesi BİST pay piyasalarının sistematik riskinin de fazla olduğu anlamına gelebilir. Bir piyasadaki menkul kıymetlerin birlikte hareket etme özellikleri o piyasanın sistematik riskini artırmaktadır. Mali sektörün diğer sektörlerden daha riskli olduğu hem varyansta nedensellik testi hem de özet istatistiklerdeki standart sapmalara bağlı olarak söylenebilir.

Ortaya çıkan sonuçlar literatürdeki çalışmalara bazı benzerlikler göstermektedir. Sektörler arasında oynaklık iletimi ve yayılımının literatürde tespit edildi çalışmalar Hassan ve Malik (2007), Hammoudeh vd. (2009), Tamakoshi ve Hamori (2016) ve Collet ve Lelpo (2018) şeklindedir. Türkiye’de yapılan Duran ve Şahin (2006) ile Tokat (2010) çalışmalarında da sektörler arasında oynaklık bulaşması olduğu, Kamışlı ve Sevil (2018) çalışmasında ise sektörler arası ilişkilerin olması ve bu ilişkinin zamanla değişmesi sonucu bu çalışmada elde edilen bulgularla benzerlikler göstermektedir.

4. SONUÇ

Finansal piyasalarda ortaya çıkan bilgiler finansal araçların fiyatlarında oynaklıklara sebep olurken, piyasalar, sektörler ve kıymetler arasındaki ilişkilere bağlı olarak piyasalar, sektörler ve kıymetler arasında oynaklık yayılımları görülebilmektedir. Oynaklıklar ve oynaklık yayılımları genel olarak finasta riski ifade etmektedir. Bu bakımdan oynaklıkları, oynaklık düzeylerini belirlemek, modellemek, oynaklık yayılımları ve oynaklık ilişkilerini tespit etmek yatırımlar, risk yönetimi, çeşitlendirme ile riski azaltma gibi konular bakımından önem ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışmada 4 Ocak 2010 – 28 Ağustos 2019 tarihleri arasındaki günlük verilerden elde edilen getiriler ile BİST temel sektörleri olan sanayi, ticaret, hizmet ve mali sektörler oynaklıklar, oynaklık yayılımları, sektörler arasındaki oynaklık ilişkileri, bu ilişkilerin örneklem dönemindeki eğilimi araştırılmıştır. Sektör endekslerinden elde edilen logaritmik getiriler öncelikle GARCH yöntemiyle modellenmiş, Hafner ve Herwartz (2006) varyansta nedensellik testiyle sektörler arasındaki oynaklık yayılımları araştırılmış ve son olarak DCC GARCH yöntemiyle sektörler arasındaki oynaklık ilişkileri incelenmiştir.

Çalışmada, sanayi, ticaret ve hizmet sektörlerinden mali sektöre doğru oynaklık yayılımları olduğu, sektörler arasında oynaklık ilişkilerinin bulunduğu, ilişki düzeyinin mali-sanayi, hizmet-ticaret, mali-hizmet ve hizmet-sanayi eşleşmelerinde ticaret-mali ve sanayi-ticaret eşleşmelerindeki ilişki düzeyinden daha fazla olduğu, sektörler arası ilişkilerin zamana göre değişkenlik gösterdiği ve bu değişimin kısmen ekonomik ve politik etkenlerle açıklanabildiği tespit edilmiştir. Ortaya çıkan bu sonuçlar, yatırımcılar, portföy yönetimi, risk yönetimi, öncül-ardıl sektörleri belirleme açısından kullanılabilirlik taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Antonakakis, N. and Vergos, K. (2013). Sovereign Bond Yield Spillover in the Euro Zone During the Financial and Debt Crisis. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*. 26, 258-272.
- Arouri, M. E. H., Jouini, J. and Nguyen, D. K. (2011). Volatility Spillover between Oil Prices and Stock Sector return: Implications for Portfolio Management. *Journal of International Money and Finance*. 30, 1387-1405.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*. 31, 307-327.
- Chkili, W., Alouli, C. and Nguyen, D. K. (2014). Instabilities in the Relationship and Hedging Strategies between Crude Oil and US Stock Markets: Do long Memory and Asymmetry Matter?. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*. 33, 354-366.
- Collet, J. and Lelpo, F. (2018). Sector Spillovers in Credit Markets. *Journal of Banking and Finance*. 94, 267-278.
- Demiralay, S. and Gencer, H. G. (2014). Volatility Transmissions between Oil Prices and Emerging Market Sectors: Implications for Portfolio Management and Hedging Strategies. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 4(3), 442-447.
- Duran, S. ve Şahin, A. (2006). İMKB Hizmetler, Mali, Sınai ve Teknoloji Endeksleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*. 57-70.
- Engle, R. (2002). Dynamic Conditional Correlation, *Journal of Business & Economic Statistics*. 20(3), 339-350.
- Engle, R. F.(1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society* 50(4), 987-1007.

- Ewing, B. T. (2002). The Transmission of Shocks among S&P Indexes. *Applied Financial Economics, Applied Financial Economics*. 12(4), 285-290.
- Fonseca, J. D. and Ignatieva, K. (2018). Volatility Spillovers and Connectedness among Credit Default Swap Sector Indexes. *Applied Economics*. 50:36, 3923-3936.
- Hafner, C. M. ve Herwartz, H. (2006). A Lagrange Multiplier Test for Causality in Variance. *Economics Letters*. 93(1), 137-141.
- Hammoudeh, S. M., Yuan, Y. and McAleer, M. (2009). Shock and Volatility Spillover among Equity Sectors of the Gulf Arab Stock Markets. *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 49, 829-842.
- Hammoudeh, S. M., Yuan, Y., McAleer, M. and Thompson, M. A. (2010). Precious Metals_Exchange rate Volatility Transmissions and Hedging Strategies. *International Review of Economics and Finance*. 19, 633-647.
- Hassan, S. A. and Malik, F. (2007). Multivariate GARCH Modeling of Sector Volatility Transmission. *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 47, 470-480.
- Kamışlı, M. ve Sevil, G. (2019). Borsa İstanbul Alt Sektör Endeksleri Arasındaki Oynaklık Yayılımlarının Analizi. *Business & Management Studies: An International Journal*. 6(4), 1015-1032.
- Kumar, D. (2014). Return and Volatility Transmission between Gold and Stock Sectors: Application of Portfolio Management and Hedging Effectiveness. *IIMB Management Review*. 26, 5-16.
- Kumar, D. (2017). Realized Volatility Transmission from Crude Oil to Equity Sectors: A Study with Economic Significance Analysis. *International Review of Economics and Finance*. 49, 149-167.
- Narayan, P. K. (2015). An Analyisi of Sectoral Equity and CDS Spreads. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*. 34, 90-83.
- Tamakoshi, G. and Hamori, S. (2016). Time-Varing Co-Mevements and Volatility Spillover among Financial Sector CDS Indexes in The UK. *Research in International Business and Finance*. 36, 288-296.
- Tokat (2010). IMKB Sektör Endeksleri Arasındaki Şok ve Oynaklık Etkileşimi. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 4(1), 91-104.
- Yin, K., Liu, Z. and Jin,X. (2019). Interindustry Volatility Spillover Effect in China's Stock Market. *Physica A*.

Yapay Sinir Ağı Kullanımı ile Foreks Tahmini (Destek Vektör Makinesi)

Ali SATTARY

Dr.Öğretim Görevlisi, (University collage af Nabi Akram), İşletme Bölümü, Tabriz, Iran,

alisattary@yahoo.com

Saeideh JABARPOUR

MBA Öğrencisi, (University collage of Nabi Akram), İşletme Bölümü, Tabriz, Iran,

s.jabbarpour94@gmail.com

ÖZ

Finansal verilerin durağan ve doğrusal olmayan özellikleri nedeniyle, Klasik regresyon yöntemleri finansal değişkenlerin öngörüsünde pek fazla başarılı olmamaktadır. Bu çalışmada, döviz kuruna ait zaman serilerini modellemek ve tahmin etmek amacıyla sinir ağı yönteminden yararlanılmıştır. Bu nedenle, FOREX piyasasında işlem hacmi yüksek olan (eur/usd) ve (gbd/usd) döviz kurları, destek vektör regresyon (SVR) yöntemi kullanılarak modellenmiştir. SVR modellemede iki tip çekirdek fonksiyonu kullanılmaktadır ve son olarak bu iki fonksiyonun performansı zaman serisi tahmininde karşılaştırılmıştır. Kullanılan çekirdekler şunlardan ibarettir: 1) Kuadratik polinom çekirdek fonksiyonu. 2) Gauss çekirdek fonksiyonu. Modellemeden elde edilen MSE'yi karşılaştırarak, ikinci dereceden polinom fonksiyonunun regresyon tahmininde daha iyi bir performansa sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: FOREX oranı tahmini, Sinir ağı, Destek vektör regresyonunu

JEL Kodları: C45, C53, D51, D53

Forecasting Forex Rate with Artificial Neural Networks (Support Vector Machine)

ABSTRACT

Prediction of financial data using classical regression methods is difficult due to the nonlinear and nonstationary nature. In this research, neural network is used to model and predict time series of exchange rate. To this end, the two currency pairs (EUR/USD) and (GBP/USD), which have the highest volume of transactions in forex market are modelled using the support vector regression (SVR). Two types of kernel functions are used in SVR modelling and finally, the performance of these two functions was compared in time series prediction. The applied kernel were 1) Quadratic polynomial kernel function 2) Gaussian kernel function. The comparison of MSE and RMSE resulted from modelling shows that the quadratic polynomial kernel function had better performance in the regression estimation

Keywords: FOREX rate prediction, Neural network, ,support vector regression

JEL Codes: C45, C53, D51, D53

1. INTRODUCTION

Foreign exchange rate is the value of a currency unit which is settled in another currency. Exchange rate is among significant economic indicators of any country and a benchmark for economic health of that country. Exchange rate is a significant factor in business relations between countries. Therefore, lives of people of different countries are highly depending on exchange rate of their native country versus other countries. A country with lower exchange rate will export more easily at a cheaper price while imports will be highly expensive for it and the economy will be influenced in that way. Prediction of exchange rate helps the countries determine their economic policies and revises their policies suitably. The changes help maintain business relations and this could add to strength of the economy (Cortes & Vapnik, 1995; Hoag & Hoag, 2006). Apart from international business, exchange rate exerts a significant influence on capital flow and portfolio management. In order to forecast exchange rate or financial time series, many forecast models have been developed which play a critical role in global economy due to their ability to predict economic interests and influence economic development. However, forecasting financial time series is challenging due to its non-linear and nonstationary nature and this has drawn the attention of researchers to itself in past few decades.

Forecasting approaches can be divided into two categories, namely statistical methods and artificial intelligence. At first, statistical models such as exponential smoothing (Lemke & Gabrys, 2010) and ARIMA (Box, Jenkins, Reinsel, & Ljung, 2015) proposed few methods of financial time series forecasting. In order to improve the quality of regression models in economic data modelling, ARCH models (Engle, 1982) were introduced and then GARCH models (Bollerslev, 1986) were developed.

Despite of significant accuracy, weakness of these models is their essential linearity. Therefore, such statistical models cannot effectively detect hidden nonlinear patterns of financial time series because they are developed based on presumptions of linearity and stability (Huang, Chuang, Wu, & Lai, 2010). In order to overcome the constraints of statistical models in forecasting of time series, artificial intelligence techniques and computational intelligence could be used such as:

1. Fuzzy systems as one of the developed methods of forecasting (Abraham, 2002; Khashei, Hejazi, & Bijari, 2008). Fuzzy systems are based on the notion of partial truth and instead of accurate reasoning, they deal with approximate reasoning. This is significant since human logic, especially common sense, has an approximate nature (Zadeh, 1965). Forecasting exchange rate is highly complicated due to effect of socio-political, mental and economic factors. Measurement of these factors is always difficult and riddled with uncertainty. That is why fuzzy logic contributes to data processing (Dostál, 2013).

2. Evolutionary computation techniques e.g. genetic algorithm (John, 1992) and PSO algorithm (Kennedy & Eberhart, 1995) seek to find optimal solutions to a problem by drawing on biological evolution laws. As to previous studies on forecasting through evolutionary computation, one could point to (Nag & Mitra, 2002) and (Chang & Hsieh, 2011).

3. Artificial neural network has drawn the attention of researches to itself as it can almost perfectly model nonlinear problems and generalize (Zhang, Patuwo, & Hu, 1998) and it is data oriented (Qi & Zhang, 2001).

Obtaining satisfactory results from time series forecasting through intelligent models is difficult due to certain characteristics such as high frequency and chaotic behaviour of financial data. Therefore, improvement of forecasting performance is initially done through certain techniques of extraction and selection of features in data. Then, extracted features are used to develop the intended model (Lu, Lee, & Chiu, 2009).

This study aims to forecast exchange rate through SVR neural network. In order to improve the model performance, two types of kernel functions are used for modelling and performance of each of them will be addressed. In this study, selection of lag is done through genetic algorithm.

This paper organized as follows. Section 2 introduces the prediction model, including the support vector regression (SVR) and kernel theory. Section 3 describes the data used in this study and discussion the experimental findings. Conclusions are given in section 4.

2. SUPPORT VECTOR REGRESSION FORECASTING MODEL

2.1. Support Vector Regression

The support vector machine is one of the learning methods introduced in 1992 by Boser(Boser, 1992). on the basis of statistical learning theory. During the following years, they introduced the optimal hyperplane theorem as a linear classifier and introduced nonlinear classifiers with kernel functions. The basic principles of what is now known as support vector machine are the results of the studies by of Boser et al. Finally, the development of support vector machine based on regression was also achieved in 1995 by Vapnik(Cortes, 1995). The support vector machine is based on the structural minimization of risk derived from the statistical learning theory (Vapnik, 1998). The models of support vector machines are divided into two main groups: a) support vector machine classification model and b) support vector regression model. The support vector machine classification model is used to solve data classification problems that fall into different classes and the support vector regression model is used to solve forecasting problems.

Regression is meant to obtain a hyperplane that fits the data. The distance of each point from this hyperplane indicates the error of that particular point. The best approach suggested for linear regression is the least-squares method. However, for regression problems, it is possible that the use of the least-squares estimator in the presence of outbound data is not feasible completely and as a result the regressor exhibits poor performance. Therefore, a robust estimator should be developed that is not sensitive to small changes in the model. The function that represents $\hat{Y}$ in the case of SVR for nonlinear regression is defined by:

$$\hat{Y} = w^T \varphi(x) + b \quad (1)$$

Where $\varphi(x)$ is a nonlinear mapping from the input space to the feature space and the coefficient are estimated by minimizing:

$$\min_{w,b,\xi^*,\xi} \quad \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^n L_{\varepsilon}(y_i, \hat{y}_i) \quad (2)$$

w and C are describes parameters. $L_{\varepsilon}(y_i, \hat{y}_i)$ is called loss function.

Different types of loss function are defined. Figure 1 shows Four types of loss functions.

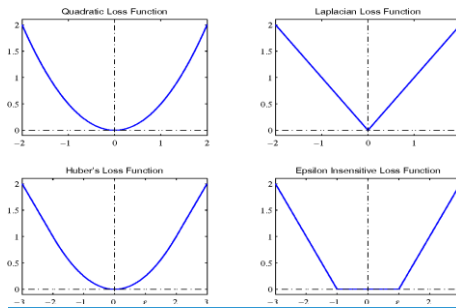


Figure 1. Types of loss functions

In this research we use ε - insensitive loss function. The ε - insensitive loss function indicates that errors below ε are not penalized.

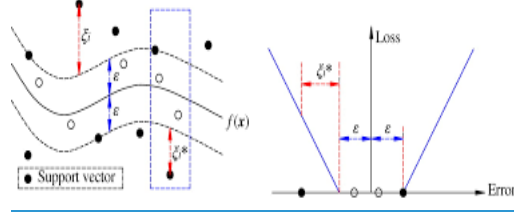


Figure2. ε -insensitive loss function

$$L_{\varepsilon}(y_i, \hat{y}_i) = \begin{cases} |y_i - \hat{y}_i| - \varepsilon & |y_i - \hat{y}_i| \geq \varepsilon \\ 0 & \text{others} \end{cases} \quad (3)$$

Or:

$$L_{\varepsilon}(y_i, \hat{y}_i) = \begin{cases} (\xi_i + \xi_i^*) & |y_i - \hat{y}_i| \geq \varepsilon \\ 0 & \text{others} \end{cases} \quad (4)$$

If we consider the violation as ξ , then the minimization function is defined as follows:

$$\min_{w, b, \xi^*, \xi} \quad \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^n L_{\varepsilon}(y_i, \hat{y}_i) \quad (5)$$

$$s. t \quad -(y_i - w^T \varphi_i - b) \leq \varepsilon + \xi_i \quad , \quad i = 1, 2, \dots, n \quad , \quad \xi_i \geq 0$$

$$(y_i - w^T \varphi_i - b) \leq \varepsilon + \xi_i^* \quad , \quad i = 1, 2, \dots, n \quad , \quad \xi_i^* \geq 0$$

After taking the Lagrangian and conditions for optimality, one can get the model solution in dual representation.

$$\hat{Y} = \sum_{i=1}^N (\alpha_i - \alpha_i^*) K(x, x_i) + b \quad (6)$$

Where α_i and α_i^* are nonzero lagrangian multipliers, which are the solution to dual problem, and $K(x, x_i) = \varphi(x_i)\varphi(x_j)$ is the kernel function.

2.2. Kernel Theory

One of the most common methods for solving nonlinear problems is using kernel functions which are defined based on the inner product of the data. In fact, the problems can be linearly separable using a nonlinear transformation of the input space into a larger dimension space.

The present study uses two kernel functions that are commonly used in engineering applications.

Table1. The Kernel Functions Used

Gaussian kernel	$\exp(-\frac{1}{2\sigma} \ x_i - x_j\ ^2)$
Quadratic polynomial kernel	$(1 + x_i^T x_j)^2$

3. DATA SETS AND EXPERIMENTAL RESULTS

In this section, modelling is done through data of study and the obtained results of modelling will be reviewed and analysed consequently. In order to model, the first step is determining proper time delay as time series lags which is called “feature selection”. In order to do that, genetic algorithm will be used

and among 10 days for each data, lags with highest effect on time series forecasting will be selected. Then, time series will be modelling through support vector regression and two kernels: Gaussian kernels and quadratic polynomial and performance of each of them will be reviewed.

3.1. Dataset

The necessary data of this survey consists of daily exchange rate of GBP/USD and EUR/USD which were extracted from www.investing.com. The data used in this study covers a period from January 1st, 2017 to late November of 2019. The set consists of 760 data. Dataset is made up of training and testing parts and 80 percent of data (early January 2017 to May 2nd 2019) and the remaining 20 percent is associated with testing.

3.2. Performance Evaluation

In the first step, we set the time delays (lags) for modelling through support vector regression(SVR) We use genetic algorithm as feature selection to determine the time delays To select the appropriate lag time (feature selection) using the genetic algorithm, we determine the optimal lags among the ten most recent lags. time delays for each currency pair are given in the table 2.

Table2. The Time Delay for Each Currency Pair

EUR/USD	(x_{i-1}, x_{i-8})
GBP/USD	$(x_{i-1}, x_{i-2}, x_{i-7}, x_{i-8})$

The SVR parameters used in the modeling are as follows which are selected empirically based on the maximum performance of the model:

Table3. The Parameters of SVR

	Gaussian kernel model	Quadratic polynomial kernel model
EUR/USD	$\varepsilon=0.01, C=300, \sigma=0.1$	$\varepsilon=0.01, C=300$
GBP/USD	$\varepsilon=0.01, C=300, \sigma=0.4$	$\varepsilon=0.01, C=300$

In order to evaluate the modelling performance forecasts of two indicators RMSE and MSE will be used. The indicators could be calculated as explained in the following.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (7)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2} \quad (8)$$

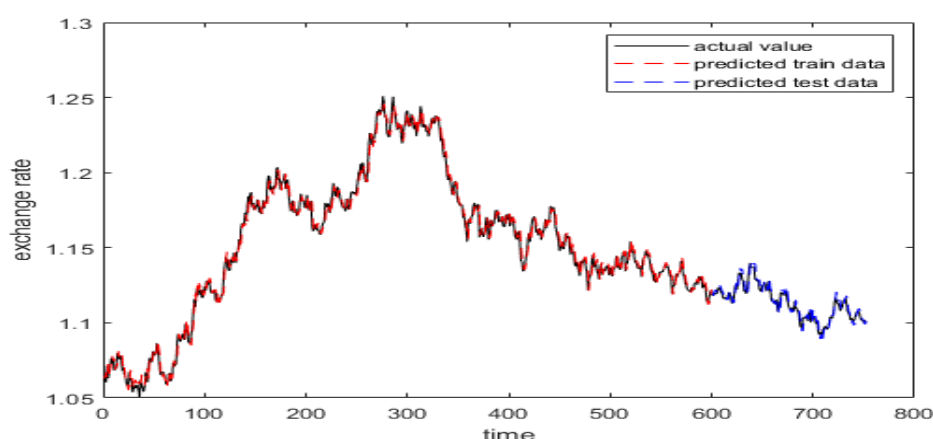
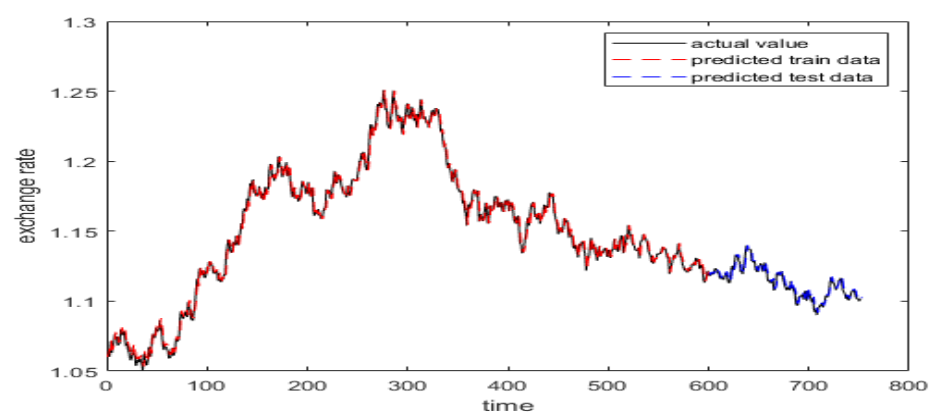
where Y_i is the actual value of exchange rate to the its period, $\hat{Y}_i$ is the predicted value of the exchange rate and N count of predicted observation.

Table4. Model Performance Under MSE

	Gaussian kernel model	Quadratic polynomial kernel model
EUR/USD	0.000013707	0.000011221
GBP/USD	0.000045072	0.000042564

Table5. Model Performance Under RMSE

	Gaussian kernel model	Quadratic polynomial kernel model
EUR/USD	0.0037	0.0033
GBP/USD	0.0067	0.0065

**Figure 3. SVR Forecasts with Guassian Kernel on EUR/USD****Figure 4. SVR Forecasts with the Quadratic Polynomial Kernel on EUR/USD**

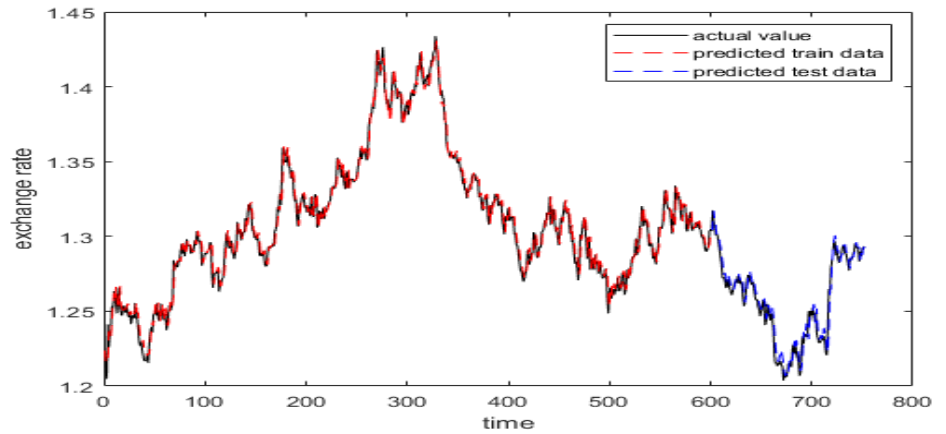


Figure 5. SVR Forecasts with Gaussian Kernel on GBP/USD

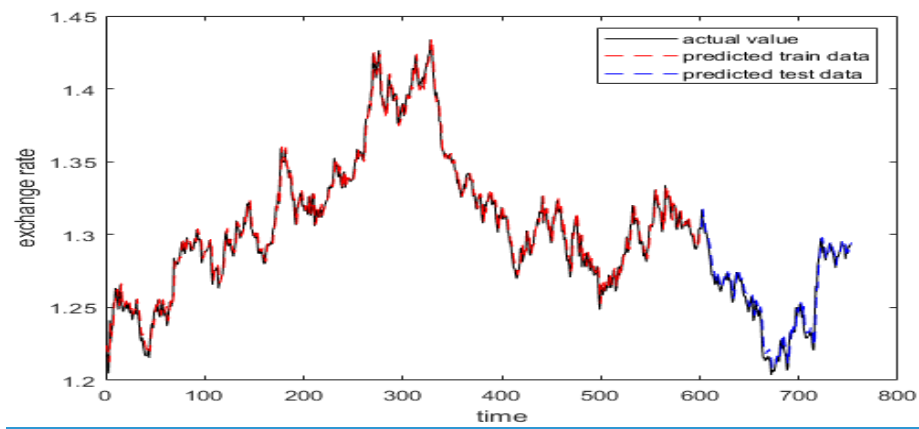


Figure 6. SVR Forecasts with the Quadratic Polynomial Kernel on GBP/USD

3.3. Performance Comparison

A comparison between the performances of two support vector regression models with two different kernel types based on the MSE and RMSE criteria is presented in the table. Among these two models, the best performance is related to the support vector regression model with the polynomial kernel function. According to the results, the polynomial kernel can forecast the exchange rate perfectly.

4. Conclusion

Designing a suitable model for financial data forecasting was highly challenging to scholars. The difficulty of forecasting financial time series results from their non-linear and nonstationary nature and these characteristics make modelling and forecasting ever more challenging. Support vector regression is relatively efficient in financial time series forecasting as it uses kernel functions and it transfers data to a non-linear space. As a result, this study aims to measure the effect of using two different kernels on time series forecasting through support vector regression. Then, it embarks on modelling and forecasting of exchange rate through time series. As the results suggest, polynomial kernel shows better performance than Gaussian kernel. In future studies, more frequent use of capability of neural network in modelling of time series should be done by adding other variables to modelling so that the variables affecting exchange rate (e.g. macro-economic indicators) could be used to develop models of better performance.

REFERENCES

- Abraham, A. (2002). *Analysis of hybrid soft and hard computing techniques for forex monitoring systems*. Paper presented at the 2002 IEEE World Congress on Computational Intelligence. 2002 IEEE International Conference on Fuzzy Systems. FUZZ-IEEE'02. Proceedings (Cat. No. 02CH37291).
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 31(3), 307-327.
- Boser, B. E., Guyon, I. M., & Vapnik, V. N. (1992). A training algorithm for optimal margin classifiers. Paper presented at the Proceedings of the fifth annual workshop on Computational learning theory.
- Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: forecasting and control*: John Wiley & Sons.
- Chang, J.-F., & Hsieh, P.-Y. (2011). Particle swarm optimization based on back propagation network forecasting exchange rates. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*.
- Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine learning*, 20(3), 273-297.
- Dostál, P. (2013). Forecasting of time series with fuzzy logic *Nostradamus 2013: Prediction, Modeling and Analysis of Complex Systems* (pp. 155-161): Springer.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007.
- Hoag, A. J., & Hoag, J. H. (2006). *Introductory economics*: World Scientific Publishing Company.
- Huang, S.-C., Chuang, P.-J., Wu, C.-F., & Lai, H.-J. (2010). Chaos-based support vector regressions for exchange rate forecasting. *Expert Systems with Applications*, 37(12), 8590-8598.
- John, H. (1992). *Holland, Adaptation in natural and artificial systems*: MIT Press, Cambridge, MA.
- Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995). *Particle swarm optimization (PSO)*. Paper presented at the Proc. IEEE International Conference on Neural Networks, Perth, Australia.
- Khashei, M., Hejazi, S. R., & Bijari, M. (2008). A new hybrid artificial neural networks and fuzzy regression model for time series forecasting. *Fuzzy Sets and Systems*, 159(7), 769-786.
- Lemke, C., & Gabrys, B. (2010). Meta-learning for time series forecasting and forecast combination. *Neurocomputing*, 73(10-12), 2006-2016.
- Lu, C.-J., Lee, T.-S., & Chiu, C.-C. (2009). Financial time series forecasting using independent component analysis and support vector regression. *Decision Support Systems*, 47(2), 115-125.
- Nag, A. K., & Mitra, A. (2002). Forecasting daily foreign exchange rates using genetically optimized neural networks. *Journal of Forecasting*, 21(7), 501-511.
- Qi, M., & Zhang, G. P. (2001). An investigation of model selection criteria for neural network time series forecasting. *European Journal of Operational Research*, 132(3), 666-680.
- Vapnik, V., & Vapnik, V. (1998). *Statistical learning theory*: wiley New York.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
- Zhang, G., Patuwo, B. E., & Hu, M. Y. (1998). Forecasting with artificial neural networks:: The state of the art. *International journal of forecasting*, 14(1), 35-62.

Yapay Sinir Ağları İle Talep Tahmini Ve Ayakkabı Sektörüne Uygulaması

MURAT ATAN

Prof. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümü
orcid.org/0000-0002-2485-9456

Deniz KORKUT

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Ekonometri Ana bilim Dalı,
Yöneylem Araştırması Bilim Dalı
orcid.org/0000-0002-8777-023X

ÖZ

Perakende sektöründe hizmet veren işletmeler için geleceği öngörebilmek büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle yapılacak olan tahmin çalışması işletmelere gelecek dönemleri hakkında önemli bilgiler vererek geleceği daha görebilmeleri ve atılımlarını bu yönde geliştirmelerinde kolaylık sağlayacaktır. Ters durumlar ise karşılaşılabilecekleri en ufak bir beklenmedik durumda büyük kayıplar yaşamalarına sebep olabilir. Bu nedenle amacına uygun olarak planlanan bir tahmin çalışması ile birlikte işletmeler verecekleri kararların ardından başarılı sonuçlar elde edebileceklerdir. Bu çalışmada ayakkabı sektöründe hizmet veren işletmeye ait geçmiş dönem satışları dikkate alınarak gelecek dönemde gerçekleşecek satış değerlerine ulaşılması amaçlanmıştır. Problemin çözümü için satışları etkileyen değişkenler belirlenip bir sonraki yılın satış değerlerine ulaşılmıştır. Problemin çözümünde de Matlab programının yapay sinir ağları algoritması kullanılmıştır. Sonuç olarak tahmini yapılan yıla ait değerlerin gerçek değerlere yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Talep Tahmini, Yapay Sinir Ağları

JEL Kodları: C45, C53

A Demand Forrecasting with Artificial Neural Networks Method and Implementation in the Shoe Industry

ABSTRACT

For those businesses which serve in retail sector, it is very essential to predict the future. For this reason, the forecasting study will provide important information about the future periods to the enterprises so that they can see the future better and improve their breakthroughs in this direction. Otherwise, it may cause them to lose big under the unexpected situations. That's why, enterprises will achieve successful results after their decisions with a prediction study planned in accordance with their purpose. In this study, it is aimed to reach the sales values to be realized in the future by taking into consideration the past sales of the company serving in the shoe sector. In order to solve the problem, variables affecting sales were determined and the sales values of the following year were reached. In the solution of the problem, artificial neural network algorithm of Matlab program is used. As a result, it is observed that the values of the estimated year are close to the real values.

Keywords: Neural Networks

JEL Codes: C45, C53

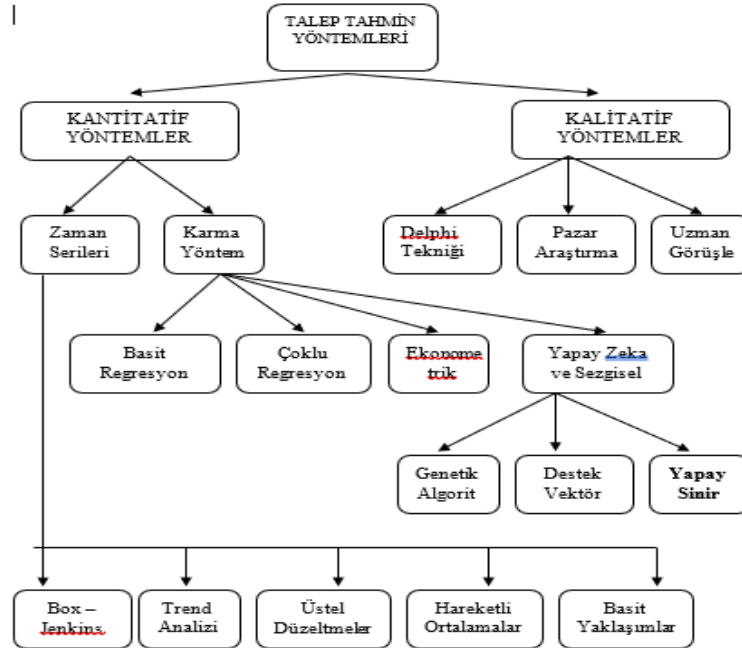
1. GİRİŞ

Günümüzde işletmeler hızlı bir şekilde artan ve tahmini zorlaşarak ilerleyen piyasa koşullarında sürdürülebilirliklerini devam ettirebilmeleri için karşılaştıkları ve karşılaşılabilecekleri tüm sorunlara hızlı ve etkin bir çözüm yolu bulmak zorundadırlar. İşletmeleri bu konuda en çok zorlayan sorun ise piyasada meydana gelebilecek ani bir değişim karşısında nasıl bir yol izlemek gerektiğinin kararının verilmesidir. Bu konuda birçok işletme kendilerine yol gösterebilecek doğru kararlar vermek zorundadır. Bu sorunun çözümü olarak geliştirilen ve birçok araştırmada kullanılan talep tahmin yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Çeşitli tahmin yöntemleri içerisinde yapay sinir ağları yöntemi gerçekleşen değerlere en yakın sonuçları vermesinden dolayı birçok araştırmada kullanış olup ve diğer tahmin yöntemleri ile karşılaştırmaları yapılarak tahmin performansının yüksek olduğu kanıtlanmaya çalışılmıştır.

2. TALEP TAHMİNİ

Tahmin kelimesinin akıl ve mantık ilkelerine dayanarak gelecekte karşılaşılma olasılığı muhtemel olayların önceden tahmin edilmesidir. Geleceğin bilinmemesi ve bunu tahmin etmeye çalışmak günümüz piyasasında önemli bir unsurdur. Tahmin, geçmiş verileri kullanarak gelecekte işletmenin karşılaşılabileceği olası süreci göstermektedir. Tahmin aslında gerçek olayların basit bir kopyası olarak değerlendirilir. Bu nedenler işletme için önemli bir süreçtir. (Sertaş Z., 2011).

Talep tahmini, işletmelerin hizmet verdiği ürünleri yılın hangi dönemlerinde piyasaya sürmelerini ve üretilen ürünlerin ne kadarının ilk aşamada ne kadarının daha sonra üretilmesi gerektiği konusunda bilgi vererek işletmelerin kısa dönemli üretim ve dağıtım sürecini belirlemektedir. Yapılan tahminin her zaman kesin sonuçlar vermeyeceği her tahmin modelinde bir hata payının olma olasılığı akıllardan çıkarılmamalıdır.



Şekil 1. Talep Tahmin Yöntemleri

Bu çalışmada Türkiye’de ayakkabı sektöründe hizmet veren işletmeye ait Aksesuar grubuna ait Kadın Çanta satış rakamları dikkate yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin edilmiştir.

3. YAPAY SİNİR AĞLARI

İnsanların Yapay sinir ağı, insan beyninin deneyimlerinden elde ettikleri bilgi birikimlerini işlemlerinden yola çıkılarak aynı işlemlerin elektronik ortamda işlenebilir mi sorusunda verilen cevap doğrultusunda yapılan araştırmalar sonucunda oluşturulan bir yöntemdir. Bu yöntem ile tıpkı insan beyninin çalışma prensi gibi sistem kendisine tanıtılan verileri kendi içerisinde birbirleri ile bağlantılar kurarak araştırılan konu ile ilgili yeni bir sonuç elde edilir. (Efe ve Kaynak, 2000, s.17).

Yapay sinir ağlarının ana kaynağı geçmiş verilerden yararlanılarak gelecekte ortaya çıkması gereken sonuçlar hakkında tahmin yapılabilmesidir.

Yapay sinir ağı tıpkı biyolojik sinir sisteminde var olan nöron, dendrit, akson... gibi elemanlardan oluşuyorsa yapay sinir ağlarının da bunlara karşılık gelen işlemci elemanı, toplama fonksiyonu, ağırlıklar gibi. elemanlardan oluşmaktadır. (Öztemel, 2006: 13).

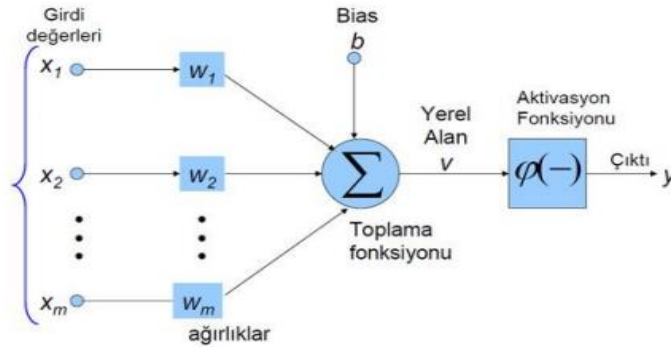
Sinir hücrelerini oluşturan kısımlar şunlardır: Dendrit, akson ve hücre gövdesidir. Sinir hücresi, dendritlerin bağlantı yolları ile hücre gövdesine taşıma işlemi yapmaktadır. Daha sonrasında bu veriler kendi içerisinde değerlendirilerek aksonlar yardımıyla diğer sinir hücrelerine gönderilir (Efe ve Kaynak, 2000, s.17).

Aşağıdaki Şekil 2’de biyolojik Sinir hücresi gösterilmiştir.



Şekil 2. Biyolojik Sinir Hücresi

Aşağıda Yapay sinir ağlarının temelinde programa girişi yapılan verilerin çeşitli öğrenme yöntemleri ile beraber ve veriler arasında ilişki kurarak araştırmacıya tahmin sonuçları sunmaktadır.



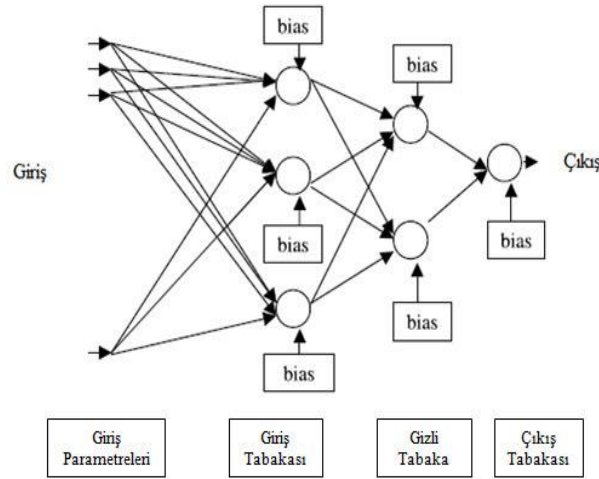
Şekil 3. Yapay sinir ağı tasarımı

Tablo 1. Biyolojik sinir hücresi ile YSA hücresinin karşılaştırılması

Biyolojik Sinir Hücresi	Yapay Sinir Hücresi
Nöron	İşlemci Elemanı
Dentrit	Toplama Fonksiyonu
Sinaps	Ağırlıklar
Hücre gövdesi	Transfer Fonksiyonu
Akson	Çıkış

Mimari yapılarına göre yapay sinir ağları iki gruba ayrılmaktadır. Burada iki farklı grupta incelenmesinin sebebi model çözülmeye çalışırken izledikleri yolun farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle her iki yapıda da sonuçlar birbirlerinden farklı olmaktadır.

Geri beslemeli ağ yapıları her iki yönde de yani giriş ve çıkışlara doğru hareket halinde olduğundan dolayı problem çözümünde süreci karmaşık hale getirmektedir. Geri besleme sayesinde yapay sinir ağlarında öğrenme becerisi artar hem de ağ sonuçları gerçeğe yakın olmaktadır. (Saygılı, 2008: 48).

**Şekil 4. Geri Beslemeli Ağ Modeli**

4. UYGULAMA

Bu çalışmada, yurt içinde ve yurt dışında hem ayakkabı hem de Aksesuar (Çanta, Valiz, Cüzdan gibi) sektöründe hizmet veren işletmeye ait satış rakamları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu yıllar arasında veriler aylık olarak incelenmiş ve toplam 72 adet veri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılacak bağımsız değişkenlerin belirlenebilmesi adına ilgili departmanların müdürleri ile görüşülerek karar verilmiştir. Verilen karar doğrultusunda Toplam stok adedi, Müşteri giriş sayısı, SKU Model sayısı, Ortalama Fiyat gibi 4 değişken modelin bağımsız değişkenlerinin olmasına karar verilmiştir. Çalışmada öncelikle tüm verilerimizin %80'i öğrenme %20 test verisi rassal olarak gruplandırılmıştır.

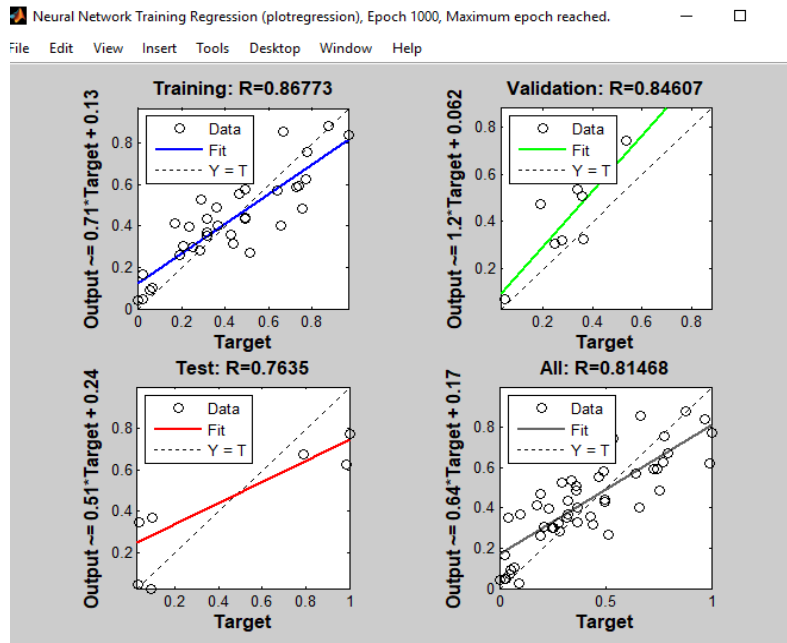
Çözüm için MATLAB (2013A.sürüm) paket programı kullanılmıştır. Veriler Matlab programına girilirken normalizasyona tabi tutulmuştur. Kurulan yapay sinir ağının eğitimi için öncelikle tahmin için en iyi momentum katsayısı, öğrenme katsayısı, nöron sayısı, katman sayısı gibi parametrelerin tahmini deneme yanılma yolu ile belirlenmiştir.

Yukarıdaki açıklama doğrultusunda aşağıdaki tabloda tablo da talep tahmini için en iyi sonuçları veren parametreler gösterilmektedir.

Tablo 2. Parametre ve katsayılar

Parametre	Parametre Katsayı
Öğrenme katsayısı	0,7
Momentum katsayısı	0,7
Nöron Sayısı	14
Çevrim Sayısı	1000

Öncelikle talep tahminin yapacağımız tüm verileri Microsoft Excel’de tek sayfada birleştirmesi gerekmektedir. Toplam 72 verinin ne kadarının eğitim ve ne kadarının test verisi olarak kullanılması kararının verilmesinin ardından test edeceğimiz verileri aynı Microsoft Excel’de farklı bir sayfaya alınarak eğitim datası ve test datası şeklinde ayrı ayrı incelenmelidir. Verilerin 50 adedi eğitim girdi verisi ve 22 adedi eğitim test girdi verisi olarak “Import data” kısmından Matlab 2013a programına normalize edilen değerlerin girişleri yapılır. Matlab 2013a programına tanımlanan değerler Transpoze edilmesinin ardından program çalıştırılır. Verilerin transpoze edilirken aşağıdaki komutlar programa yazılmalıdır.



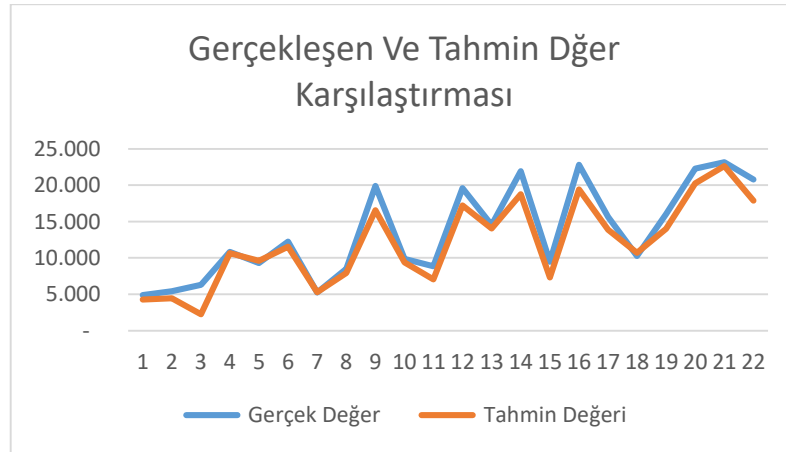
Şekil 5. Eğitim sonrası öğrenme, doğrulma, test kümelerine ilişkin regresyon grafiği

Modelimizi tahmin ederken 72 verinin 50 verisi eğitim girdisi olarak kullanılmaktaydı. Geri kalan 22 adet veri için model tekrar çalıştırılarak test edilmiştir. Eğitim verisinde elde edilen % 86 performansa sahip olan verinin test sonuçları içinde başarılı olması beklenmektedir.

Tablo 3. Gerçekleşen ve tahmin değerlerinin grafik gösterimi

Takvim yılı / ay	Gerçek Değer	Gerçek Değer (Normalize)	Tahmin Değeri	Tahmin değeri (Normalize)
02.2013	4.879	0,03	4.263	0,04
04.2013	5.417	0,06	4.448	0,06
09.2013	6.295	0,08	2.262	0,09
12.2013	10.821	0,27	10.657	0,32
02.2014	9.302	0,21	9.595	0,27
03.2014	12.257	0,33	11.518	0,35
08.2014	5.250	0,04	5.266	0,09
09.2014	8.500	0,17	7.937	0,02
12.2014	19.904	0,65	16.557	0,57
03.2015	9.872	0,23	9.380	0,26
06.2015	8.840	0,19	7.042	0,25
06.2015	19.603	0,64	17.225	0,59
08.2015	14.526	0,43	14.035	0,46
03.2016	21.917	0,74	18.779	0,66
06.2016	9.481	0,22	7.328	0,18
07.2016	22.815	0,78	19.414	0,69
11.2016	15.635	0,47	13.880	0,45
01.2017	10.270	0,25	10.689	0,32
02.2017	16.039	0,49	13.990	0,46
09.2017	22.270	0,75	20.253	0,72
02.2018	23.154	0,79	22.630	0,82
09.2019	20.770	0,69	17.892	0,62

Tahmin işlemi yapıldıktan sonra gerçek veriler ile tahmini yapılan test verileri birbirleri ile karşılaştırılmalıdır.

**Şekil 6. Gerçekleşen ve tahmin değerlerinin grafik gösterimi**

2013- 2018 yılları arasından belirlediğimiz 50 eğitim verisi ve 22 test verisinin tahmin edilmesinin ardından bu verilerin tahmininde kullanılan parametreler kullanılarak 2019 yılına ait 12 aylık satış tahmini için ağ tekrar simüle edilecektir. Fakat 2019 yılına ait satışların tahmin edilebilmesi için öncelikle bağımsız değişkenlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu değişkenlerden Ortalama fiyat, SKU adedi Planlama departmanı tarafından 2018 yılında tahmini yapılan mağazalar için belirlenen SKU adedi talep edilmiştir. Aynı şekilde ortalama fiyatta bir yıl önce planlanan verilerden alınmıştır. Mağaza stok miktarı ise mağazaların kapasitelerinden yola çıkılarak hesaplanmıştır.

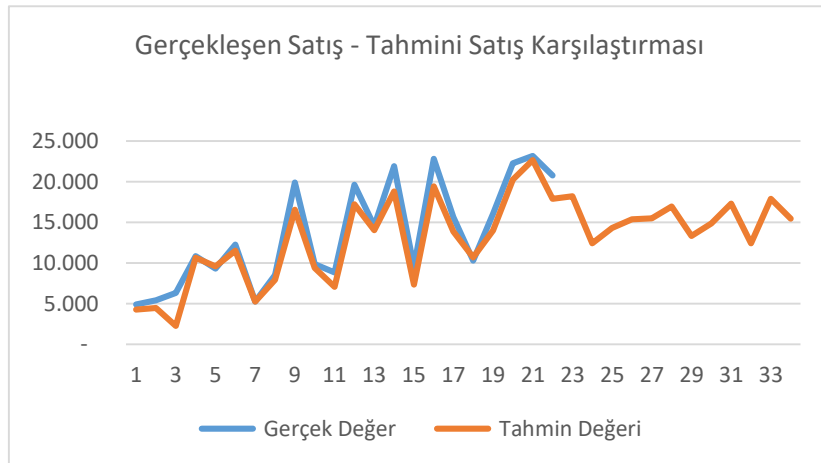
Tablo 4. 2019 yılına ait bağımsız değişken verileri

Takvim yılı / ay	Stok Miktarı	Ortalama fiyat	SKU Sayısı	Müşteri Sayısı
01.2019	7.564	44	53	122173
02.2019	8.042	44	54	94072
03.2019	9.397	47	66	155761
04.2019	7.000	50	55	161480
05.2019	7.449	46	52	122132
06.2019	6.735	40	48	161478
07.2019	6.552	37	80	122203
08.2019	6.457	43	56	133366
09.2019	9.068	44	66	116412
10.2019	6.187	44	52	84885
11.2019	8.292	47	61	119778
12.2019	7.696	42	58	114855

2019 yılına ait 12 aylık veri için normalize edilen değerlerin tahmin edilmesinin ardından değerler gerçek tahmin değerlerine dönüştürülerek aşağıdaki tablodaki belirtilmiştir.

Tablo 5. 2019 yılına ait tahmin değerleri

Takvim yılı / ay	Tahmin Değeri
01.2019	18201
02.2019	12413
03.2019	1300
04.2019	15349
05.2019	15495
06.2019	16924
07.2019	13331
08.2019	14843
09.2019	17301
10.2019	12412
11.2019	17875
12.2019	15426

**Şekil 7. Tahmin değerlerinin grafik gösterimi**

5. SONUÇ

Çalışmada ilk olarak çalışmanın girdi verisi olacak olan bağımsız değişkenler belirlenmiştir. Bağımsız değişkenler belirlenirken şirket içinde ilgili departmanın müdürleri ile yapılan görüşmeden sonra belirlenmiştir. Bağımsız değişkenler olan toplam stok adet, müşteri sayısı, SKU (model) sayısı, ortalama

fiyat, rakip sayısı gibi veriler işletmeden alınmıştır. Çalışmada 2013- 2018 yılları arasındaki 72 aylık verinin bağımsız değişkene ait değerler belirlenmesiyle birlikte ağıın eğitim ve test aşamasına geçilmiştir. Ağıın test ve eğitim aşamasındaki % (yüzde) dağılım şu şekildedir. 72 verinin %70' i (50 adet veri) eğitim ve %30'u (22 adet veri) test için kullanılmıştır. Tüm veriler normalize edilerek yani tüm veriler [0 – 1] aralığına çevrilerek ağı önce eğitildi ve eğitim sonucundaki tahmin değerleri gerçek değerler ile karşılaştırıldı. Gerekli parametreler belirlendikten sonra test aşamasına geçilerek ağı tanıtilmayan veriler için sonuç çıkarılması beklendi.

Yapılan bu çalışma Ayakkabı sektöründe hizmet veren ve sadece İstanbul'da bulunan ve örnek olarak seçilen 15 mazağı için yapılan bir çalışmadır. Çalışmada ayakkabı kategorisine ait bir markanın verileri kullanılarak tahmin çalışması yapılmıştır. Bu çalışmanın işletme için daha genel sonuçlar verebilmesi için tüm mağazaların verileri alınarak ve bu çalışmada bulunmayan farklı bağımsız değişkenler belirlenerek çalışmanın kapsamı genişletilebilir ve bu durumda daha genel bir çalışma yapılmış olunacaktır.

KAYNAKLAR

Efe Ö., Kaynak O. (2000) Yapay Sinir Ağları Ve Uygulamaları, İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınları.

Öztemel, Ercan Yapay Sinir Ağları, 2. Baskı, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2006, s.13.

Saygılı, İrfan (1991). Üretim Yönetiminin Fonksiyonları. İşletme Fakültesi Yayın No: 244, İstanbul: Küre Ajans.

Serttaş, Z. Türkiye' de Perakende Sektöründe Talebi Etkileyen Etmenler ve Yapay Sinir Ağlarıyla Talep Tahmini Uygulaması, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2011.

Kurumsal Entegrasyon Farkındalık Ölçeğinin Maliyet Ve Bilgi Teknolojileri Farkındalıkları Alt Boyutlarının Kurumun Entegrasyon Düzeyine Etkilerinin İncelenmesi: Yükseköğretim Kurumlarında Bir Uygulama

Büşra Kutlu KARABIYIK

Aydın Adnan Menderes University, Aydın, Turkey, busra.kutlu@adu.edu.tr
orcid.org/ 0000-0002-6691-2921

Muhsin ÖZDEMİR

Aydın Adnan Menderes University, Aydın, Turkey, mozdemir@adu.edu.tr
orcid.org/ 0000-0001-8088-937X

ÖZ

Kurumsal entegrasyon, farklı amaçla kullanılan kurumsal uygulamalar arasında veri ve süreçlerin sınırsız olarak paylaşarak kurumun bütünsel bir görünüme sahip olmasını sağlamaktadır. Kurumsal entegrasyon düzeyine etki eden boyutların incelendiği bu çalışmada 2018 yılı Türkiye'nin en başarılı 15 yükseköğretim kurumu kapsamında ele alınan devlet üniversitelerinde görev yapan 576 adet idari ve akademik personel ile anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Yükseköğretim kurumu çalışanlarının kurumlarındaki bilgi teknolojileri alt yapıları ve entegrasyon maliyetlerine dair farkındalıklarının kurumlarının entegrasyon düzeyine olan etkisi sıralı lojistik regresyon analizi ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çalışanların bilgi teknolojileri alt yapısı farkındalıkları arttığında kurumlarındaki entegrasyon düzeyinin arttırdığı görülürken, çalışanların maliyet farkındalıklarının kurumdaki entegrasyon düzeyine etki etmediği görülmüştür. Sonuçların genellenebilirliği için aynı çalışmanın farklı ülkelerin yükseköğretim kurumlarında uygulanması tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Maliyet, Bilgi Teknolojileri Alt Yapısı, Kurumsal Entegrasyon, Sıralı Lojistik Regresyon Analizi

JEL Kodları: M19, O32

Examining the Effects of the Cost And Information Technology Awareness Sub-Dimensions of the Enterprise Integration Awareness Scale on the Integration Level of the Institution: An Application in Higher Education Institutions

ABSTRACT

Institutional integration ensures that the institution has a holistic view by sharing data and processes unlimitedly among corporate applications used for different purposes. In this study where we investigate dimensions that affect institutional integration level, surveys were carried out with 576 person who work at 15 higher education institutions which are accepted Turkey's most successful ones for 2018 year. The effects of awareness of university staff about information technology infrastructure and integration costs on institutional integration level were examined with ordinal logistic regression analysis. According to the results obtained, when the awareness of the information technologies infrastructure of the employees increased, it was observed that the level of integration in the institutions increased, while the cost awareness of the employees did not affect the level of integration in the institution. It is recommended to apply the same study in higher education institutions of different countries for generalizability of results.

Keywords: Cost, Information Technology Infrastructure, Enterprise Integration, Ordinal Logistics Regression Analysis

JEL Codes: M19, O32

1. GİRİŞ

Modern işletmeler kendi iş alanlarına yüksek düzeyde uyum sağlayabilen birçok kurumsal uygulamadan faydalanmaktadır. Ancak işletme içinde farklı amaçlarla kullanılan kurumsal uygulamalar kendi aralarında kolaylıkla iletişim kuramamaktadırlar. Kurumsal uygulamaların entegrasyonu, farklı amaçlarla kullanılan kurumsal uygulamalar arasında veri ve süreçlerin sınırsız olarak paylaşılmasıdır. Kurumsal entegrasyon işletme fonksiyonlarının desteklenmesini sağlamaktadır. Entegrasyon aynı zamanda yönetimin ve çalışanların karar verme süreçlerinde iyileştirmeler meydana getirmekte ve işletme içinde oluşan bilgilerin zamanında ve doğru olarak yayılma yeteneğini arttırmaktadır. Kurumsal entegrasyon yeni ortaya çıkan bilgi ve iletişim teknolojilerini kurumdaki mevcut uygulamalarla bütünleştirecek yeteneklere sahiptir.

Kurumsal uygulamaların kullanımı ticari kurum ve kuruluşlarda oldukça yaygındır. Kurumsal uygulamalardan eğitim sektörünün yapıtaşlarından biri olan yükseköğretim kurumlarında da yararlanılmaktadır. Ancak yükseköğretim kurumları farklı koşullara ve çevrelere sahip oldukları ve kurumsal uygulamaları genel ihtiyaçlara ek olarak akademik amaçlar için kullanmaları sebebiyle ticari işletmelerden farklılık göstermektedirler. Yükseköğretim kurumlarında farklı alanlarda faaliyet gösteren, farklı hedeflere ve ilgi alanlarına sahip çok sayıda grup bulunmaktadır. Buna bağlı olarak gruplar arasındaki iletişimi sağlamak oldukça güçtür. Üniversitelerde hem akademik hem de idari alanlar bulunduğu için, kurumsal uygulamalar oldukça zor bir görevi üstlenmektedirler. Bu bağlamda yükseköğretim kurumlarında gerçekleştirilmesi planlanan kurumsal entegrasyon süreci işletmelerde gerçekleştirilmekte olan kurumsal entegrasyon faaliyetlerinden farklılık göstermektedir. Yükseköğretim kurumlarında entegrasyon uygulamaları vasıtasıyla kurumdaki idari ve akademik fonksiyonların entegre edilmesini amaçlanmaktadır. Yükseköğretim kurumlarında gerçekleştirilecek entegrasyon ile öğrenciler, öğretim üyeleri ve çalışanlarla ilgili akademik ve idari hizmetler geliştirilmekte, idari bölümler arasındaki iletişim artırılmakta ve operasyonel maliyetler azaltılarak kurumda verimliliğe ulaşılması sağlanmaktadır. Kurumsal entegrasyon ile görevlerin veya işlemlerin hızla tamamlanmasının yanı sıra standardizasyon oluşmakta ve böylece gruplar arasındaki etkileşim artmaktadır. Öğrenciler, fakülteler, mezunlar ve personel için gerçek zamanlı bilgilere anında erişim sağlanarak süreçler ve veri tabanları arasındaki bütünlük geliştirilmektedir. Rutin idari işlemler gibi tekrarlanan işlemlerin otomasyonu; işlemlerin yanıt süresinde, fiziksel dosyalarda ve teknik idari çabanın azaltılmasında önemli bir etki yaratmaktadır. Bu bağlamda yükseköğretim kurumlarındaki kurumsal entegrasyonun sağlanmasının kurumun değerini yükselttiği ifade edilebilmektedir.

Bir yükseköğretim kurumunda yer alan tüm süreçlerin verimli olarak yönetilebilmesi için çok sayıda farklı kaynaktan bilgilerin toplanması, işlenmesi ve gerekli birimlere tam, eksiksiz ve zamanında iletilmesi gerekmektedir. Kurumsal entegrasyon uygulanan kurumlarda verilerin ve süreçlerin bir araya getirilmesiyle bütünsel bir yapı ve görünüm sağlanmaktadır. Bu bağlamda bir kurumda yer alan entegrasyon düzeyini belirlemek kurumun bütünlüğün değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bir yükseköğretim kurumunda kurumsal entegrasyon düzeyi arttığında kurumdaki süreçlerin tamamlanma süresi kısalmakta ve çalışanların yetenekleri artmaktadır. Kurumsal entegrasyon gerçekleştirilen bir örgütte çalışanlar o kurumdaki kurumsal entegrasyondan faydalanma düzeyi üzerinde belirleyici olabilmektedir. Bu durumda örgütteki kullanıcıların entegrasyona yönelik tutumlarının ve davranışlarının daha iyi anlaşılması gerekmektedir. Yükseköğretim kurumlarında kurumsal uygulamaların kullanıcılarını idari ve akademik çalışanlar oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de yükseköğretim kurumlarında çalışan idari ve akademik personelin kurumsal uygulamaların entegrasyonuna dair maliyet ve teknolojik alt yapı konusundaki farkındalıklarının kurumdaki entegrasyon düzeyine etkisi araştırmaktır. Kurumdaki entegrasyon düzeyi puanı, üniversitelerin kurumsal entegrasyonda ne kadar iyi olduklarına işaret etmektedir.

Literatürdeki çalışmaların çoğunluğu tek bir araştırma yaklaşımına, genellikle de nitel yaklaşımlara odaklanmaktadır. Bu araştırma kullandığı nicel yöntem ile literatürdeki diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Bu çalışma Türkiye’de yükseköğretim kurumlarında kurumsal uygulamaların entegrasyon düzeyini değerlendiren ilk çalışmadır. Ek olarak, bu çalışma literatürde yükseköğretim

kurumlarında kurumsal uygulamaların entegrasyon konusunun uygulamalı olarak incelendiği ilk çalışma konumundadır.

Bu çalışmada giriş bölümünün ardından çalışmanın ikinci bölümde çalışmanın kavramsal çerçevesi ortaya konulmuştur. Çalışmanın ikinci bölümünde teknolojik alt yapı ve maliyet faktörlerine ve kurumdaki entegrasyon düzeyine dair bilgi verilmiş ve teknolojik alt yapı farkındalığı-entegrasyon düzeyi ilişkisinin yanında maliyet farkındalığı-entegrasyon düzeyi ilişkisi incelenmiştir. Araştırmanın üçüncü bölümünde araştırmanın modeli, hipotezleri, örnekleme, veri toplama ve analiz yöntemi ortaya konulmuştur. Çalışmanın dördüncü bölümünde kurumsal entegrasyon farkındalık ölçeğinin maliyet ve bilgi teknolojileri farkındalıkları alt boyutlarının kurumun entegrasyon düzeyine etkilerinin incelenmesi için sıralı lojistik regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın beşinci ve son bölümünde ise sonuçlar ve öneriler yer almaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Teknolojik Alt Yapı

Günümüz işletmelerinde güncel teknolojik gelişmelere ayak uydurabilmek için güçlü bir teknolojik altyapıya gereksinim duyulmaktadır. Her işletmenin belirli seviyelerde bulunan bilgi teknolojileri alt yapısı kurumların teknolojileri kullanma düzeyi ile ilgili olarak kurumdan kuruma değişkenlik göstermektedir. Themistocleous, Khoumbati ve Irani'e göre (2006), bilgi teknolojileri alt yapısı; bilişim teknolojileri uygulamalarını geliştirmek, yönetmek ve kullanmak için gerekli olan işletim sistemleri ve veri tabanı yönetim sistemleri yazılımlarına, yazılım geliştirme ve yönetme araçlarına denilmektedir. Byrd, Sambamurthy ve Zmud (1995) çalışmalarında bilişim teknolojileri alt yapısını, bilgiye ve bilgi teknolojilerine odaklı bir işletmelerde bilgi hizmetlerinin dağıtılmasına yardımcı olan bir kanal olarak tanımlamıştır. Kurumdaki çalışanların yenilikçi düşünebilme yeteneği ve bilgi teknolojilerine dair tecrübeleri bir kurumdaki bilgi teknolojileri alt yapısını güçlendirebilmektedir. Bir kurumdaki teknolojik alt yapı güçlü olduğunda kurumdaki bilgilerin paylaşılma kapasitesi artarak kurum içindeki iletişim kanalları çoğalmakta ve alt yapının esneklik özelliği sayesinde yeni teknolojik gelişmelere kolaylıkla uyum sağlanmaktadır (Fiedler, Grover ve Teng, 1996).

Bir kurumdaki bilgi teknolojileri alt yapısı, bilginin edinilmesi, işlenmesi, depolanması, dağıtılması ve kullanılmasına katkı sağlayan kaynakları ve araçları içermektedir. Bu kaynaklar kısaca donanım, yazılım ve bilgi teknolojileri personeli olarak ifade edilebilmektedir (Pérez-lópez ve Alegre, 2012). Benzer şekilde, Themistocleous (2004) bilgi teknolojileri alt yapısı kavramını açıklarken işletmenin sahip olduğu yazılım ve donanım kaynaklarına işaret etmiştir. Seethamraju (2015) literatürdeki görüşlere paralel olarak bir kurumdaki teknolojileri alt yapısının; ağlar, donanımlar ve insan kaynaklarından oluştuğunu ileri sürmüştür. Alam, Masum, Beh ve Hong'a göre (2016), işletmelerde yeterli miktarda yazılım ve donanım kaynaklarının bulunması, iç ve dış ağ bağlantıları ile işletmenin tüm kolları ile bağlantı kurulması, yüksek hızlı internet erişimine sahip olunması ve çeşitli ağ hataları durumunda iyi bir yedekleme planına sahip olunması bilişim sistemleri alt yapısının yeterliliğine işaret etmektedir.

2.2. Maliyet

Tüm işletmeler kar elde etmeyi amaçlarken, verimli işletmeler maliyetlerini en aza indirgeyerek karlarını daha fazla arttırmayı hedeflemektedirler. Bilgi teknolojilerinin yoğun olarak kullanıldığı işletmelerde bilgi teknolojilerinin yol açtığı pek çok farklı maliyet oluşabilmektedir. Bunlar, bilgi teknolojilerini işletmelerde kullanabilmek için oluşan başlangıç maliyetleri, teknolojileri geliştirme maliyetleri ve teknolojilerin kullanımı sırasında oluşan kullanma maliyetleri olarak sıralanabilmektedir (Iacovou, Charalambos, Benbasat ve Dexter, 1995). Bir işletmede oluşan maliyetlerin kurumun çalışanları tarafından nasıl algılandığının belirlenmesi, maliyetlerin azaltılması noktasında verilecek desteğin boyutunu belirlemektedir. Algılanan maliyetler; kurum çalışanlarının parasal konuları nasıl algıladıklarının kapsamıdır. Algılanan maliyetler aynı zamanda çalışanların teknolojiler vasıtasıyla

herhangi bir görevi tamamlamak için harcadıkları bilişsel çaba olarak da ifade edilmektedir (Kim ve Ammeter, 2014).

İşletmelerin güçlü oldukları alanlar kadar zayıflık oldukları alanlar bulunmaktadır. Ancak işletmeler her zaman zayıf oldukları alanları güçlendirebilmek için yeterli kaynağa sahip olamayabilmektedir. Bu durumda en uygun strateji, işletmenin kaynaklarını önem derecelerine göre çeşitli alanlar arasında paylaştırabilmeleridir. Bu alanlardan biri teknolojik bir yeniliğin işletmede kullanılma durumuna dair bir karar verilmesi gerektiğinde işletmenin o andaki ihtiyaçları ve mevcut yetenekleri dikkate alınarak işletme için en uygun maliyetli stratejinin seçilmesidir (Chen, Sen ve Shao 2006). Bir işletmede bilgi teknolojileri ile ilgili gelecekte oluşabilecek problemlerden ve problemlerin maliyetlerinden kaçınılabilmesi için oluşması muhtemel olan tüm maliyetlerin yöneticiler tarafından dikkatle incelenmesi gerekmektedir (Khoumbati, Themistocleous, Irani ve Mantzana, 2008). Eze, Chinedu-Eze, ve Bello'a göre (2018), işletmede faydalanılan yeni teknolojilerin işletme maliyetlerini düşürme yetenekleri yöneticiler tarafından dikkatle ele alınmalıdır.

2.3. Kurumsal entegrasyon düzeyi

Kurumsal entegrasyon, bir işletmenin teknolojilerini işletme yeteneklerine çevirme kapasitesi olup (Soto-Acosta ve Meroño-Cerdan, 2008), işletmeye yeni kazandırılan bilgi ve iletişim teknolojilerinin mevcut bilgi teknolojilerine uyum sağlama yeteneğidir (Eze vd., 2018). Kurumsal entegrasyon işletmelerin müşterileri ile yakın ilişkiler geliştirmelerini, tedarik zincirlerini güçlendirmelerini ve iş süreçlerini düzene sokmalarını sağlamaktadır (Ruh, Maginnis ve Brown, 2002). Kurumsal entegrasyon ile işletmelerde tek ve ortak bir veri tabanı kullanılmakta ve bu sayede şeffaflık ve esneklik sağlanarak sistemlerin kullanıcılarına işletme içi işler hakkında detaylı bilgi verebilecek bir platform sunulmaktadır. Bu bağlamda tüm işletme içi süreçler çalışanlar ve yöneticiler tarafından izlenebilir ve kontrol edilebilir hale gelmektedir (Chapman ve Kihn, 2009). Sonuç olarak, kurumda şeffaflık sağlandığında ve tüm uygulamalar uyumlu bir şekilde çalıştığında kurum içi entegrasyonun en önemli adımı gerçekleştirilmiş olmaktadır.

Kurumdaki yüksek düzeyde entegrasyon, yönetimin karar alma süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Entegrasyon düzeyi yüksek olduğunda daha fazla bilgi paylaşımı olmaktadır. Dawes (1996), bilgi paylaşımının kurumlara daha iyi karar verme seçenekleri sunduğunu belirtmiştir. Entegrasyon, yönetimin ve çalışanların karar verme süreçlerinde iyileştirmeler meydana getirmenin yanında işletme içinde zamanında ve doğru bilginin yayılması yeteneğini arttırmaktadır (Hitt, Wu ve Zhou, 2002). Kurum içi entegrasyon düzeyinin artmasını işletmenin finansal performansını da arttırdığı bilinmektedir (Qi, Huo, Wang ve Yeung, 2017).

2.4. Bilgi teknolojileri alt yapısı-entegrasyon düzeyi ilişkisi

Bir kurumun içinde veya çeşitli kurumlar arasında yer alan bilgilerin hızla paylaşılabilmesi ve bir arada kullanılabilmesi için iyi bir teknolojik altyapı gerekmektedir (Stal, 2002). Kurumdaki bilgi teknolojileri ve işletmenin bölümleri arasındaki koordinasyonunun sağlanması için teknolojik alt yapının iyi kurulmuş olmasını gerekmektedir. Teknolojik alt yapı sağlam temeller üzerinde kurulduğunda kurumsal entegrasyon için zemin hazırlanmış olmaktadır (Singletary ve Watson, 2003). Kurumsal entegrasyon düzeyinin artırılması modern işletmelerin başlıca hedeflerindendir. Kurumun çalışanlarının bilgi teknolojilerinin alt yapısına dair farkındalıklarının artması kurumdaki entegrasyon düzeyinin artmasına yönelik talepleri arttıracak ön görülmüştür. Bu doğrultuda bu çalışmada “Teknolojik alt yapı farkındalığı arttıkça kurumdaki entegrasyon düzeyi artmaktadır” hipotezi ileri sürülmüştür.

H₁: Teknolojik alt yapı farkındalığı arttıkça kurumdaki entegrasyon düzeyi artmaktadır.

2.5. Maliyet-entegrasyon düzeyi ilişkisi

Bir organizasyonda kurumsal entegrasyonu sağlamak işletme için önemli maliyet kalemlerinden birini oluşturmaktadır. İşletme yönetiminin kurumda uygulanması planlanan kurumsal entegrasyonun

maliyetleri hakkındaki izlenimleri o kurumda kurumsal entegrasyonun uygulanmasına yönelik oluşacak kararları etkileyebilmektedir (Bahli ve Ji, 2007). Kuan ve Chau'a göre (2001) kurumsal entegrasyon uygulamalarını işletmelerinde gerçekleştirmiş olan ve gerçekleştirmek üzere olan işletmelerdeki çalışanların kurumsal entegrasyon uygulamanın maliyetleri hakkındaki farkındalıkları dahi değişkenlik göstermektedir. Kurumun çalışanlarının entegrasyon maliyetlerine dair farkındalıklarının artmasının kurumdaki entegrasyon düzeyinin artmasına yönelik talepleri azaltacağı ön görülmüştür. Sonuç olarak, bu çalışmada kurumdaki maliyet farkındalıkları arttıkça kurumdaki entegrasyonun düzeyinin azaldığı ileri sürülmüştür.

H₂: Maliyet farkındalığı arttıkça kurumdaki entegrasyon düzeyi azalmaktadır.

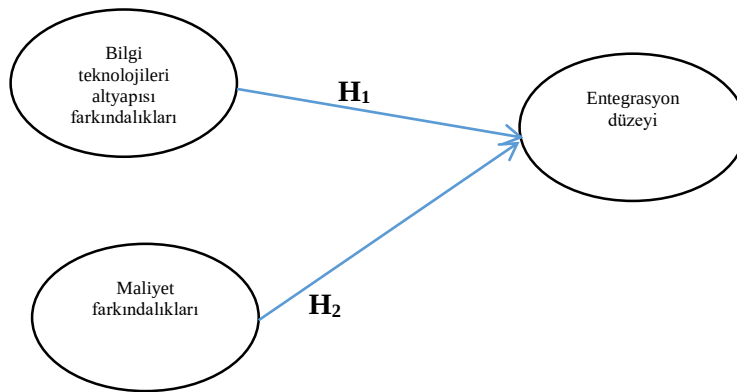
3. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın modeli, hipotezleri, örnekleme, veri toplama ve analiz yöntemi ortaya konulmuştur.

3.1. Araştırma modeli ve hipotezleri

Bu çalışmada Kutlu Karabıyık (2019) tarafından ileri sürülen entegrasyon farkındalık ölçeğinden yararlanılmıştır. Orijinal ölçek; fayda, risk, bilgi teknolojileri altyapısı, teknolojik hazır oluş, tatmin, uyum, maliyet, destek, baskı ve engel alt boyutlarından oluşmaktadır. Bu çalışmada Kutlu Karabıyık (2019) tarafından ileri sürülen entegrasyon farkındalık ölçeğinin iki farklı alt boyutu olan, bilgi teknolojileri altyapısı farkındalığı ve maliyet farkındalıkları boyutlarının, kurumun entegrasyon düzeyi üzerindeki etkileri incelenecektir. Bilgi teknolojileri alt yapı farkındalıkları boyutu; cevaplayıcıların kurumsal entegrasyona yönelik uygun yedekleme planına, hızlı internet erişimine, birden çok yazılımın varlığına ve yeterli donanım altyapısının gerekliliğine dair algı düzeylerini içermektedir. Maliyet farkındalıkları boyutu, yükseköğretim kurumlarında cevaplayıcıların entegre bilişim sistemlerinin kullanılması için personel eğitimi, iş süreçlerinin incelenmesi ve yeniden tanımlanması ve projenin uzun süreli olması konusunda algıladıkları maliyetleri ifade etmektedir. Bilgi teknolojileri altyapısı farkındalığı ve maliyet farkındalıkları boyutlarının 5'li likert ölçeği ile ölçülmüştür. Entegrasyon düzeyi, üniversitelerin kurumsal entegrasyonda ne kadar iyi olduklarına işaret etmektedir. 1 puan kurumdaki entegrasyon düzeyinin çok düşük olduğunu ifade ederken 5 puan kurumdaki entegrasyon düzeyinin çok yüksek olduğunu ifade etmektedir.

Araştırmanın modeli şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Araştırma modeli

H₁: Teknolojik alt yapı farkındalığı arttıkça kurumdaki entegrasyon düzeyi artmaktadır.

H₂: Maliyet farkındalığı arttıkça kurumdaki entegrasyon düzeyi azalmaktadır.

3.2. Araştırmanın Örneklemi

Araştırmanın kapsamını Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) tarafından yıllık olarak açıklanan, 2018 yılı Türkiye'nin en başarılı 15 yükseköğretim kurumu kapsamında ele alınan üniversitelerde görev yapan idari ve akademik personel oluşturmaktadır. Eksik ve ciddi doldurulmadığı belirlenen anketler değerlendirme dışında bırakılarak 576 adet cevap elde edilmiştir. Tavşancıl'a göre (2002) örneklemin büyüklüğü, madde ya da faktör sayısı gibi çeşitli ölçütler dikkate alınarak tahmin edilmektedir. Genel olarak örneklem büyüklüğünün ölçekteki madde sayısının 5-10 katı kadar olması istenmektedir. Bu çalışmanın anketinde toplamda 39 madde yer almaktadır. 576 kişilik örneklemin madde sayısının 5 ile 10 katı arasında yer aldığından örneklem sayısının yeterli olduğu ifade edilebilmektedir. Araştırmanın örnekleminde yer alan yükseköğretim kurumu çalışanlarının demografik özellikleri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Demografik özellikler

		Frekans	%
Cinsiyet	Kadın	277	48
	Erkek	299	52
	Toplam	576	100
Yaş	18-25	45	7,8
	26-33	224	38,8
	34-41	132	22,9
	42-49	95	16,4
	50-57	52	9,02
	58-63	26	4,5
	63+	2	0,3
	Toplam	576	100
Öğrenim Durumu	Lise	28	4,8
	Yüksekokul	48	8,3
	Üniversite	189	32,8
	Yüksek Lisans	149	25,8
	Doktora	162	29,1
	Toplam	576	100
Pozisyon	İdari Personel	216	37,5
	Akademik Personel	279	48,4
	Bilgi İşlem Personeli	38	6,5
	Yönetici	43	7,4
	Toplam	576	100

3.3. Araştırmanın veri toplama ve analiz yöntemi

Bu çalışmada (Kutlu Karabıyık, 2019) tarafından ileri sürülen entegrasyon farkındalık ölçeğinin iki alt boyutu olan bilgi teknolojileri altyapı farkındalıkları ve maliyet farkındalıkları boyutlarının kurumdaki entegrasyon düzeyi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak anket yöntemi kullanılmıştır. Anket formları katılımcılara elden teslim edilerek yüz yüze mülakat gerçekleştirilmiştir. Cevaplar 01 Eylül- 30 Mart Kasım 2018 tarihleri arasında toplanmıştır. Analizler SPSS 19 programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bilgi teknolojileri altyapı farkındalıkları ve maliyet farkındalıkları boyutlarının entegrasyon düzeyine etkileri programında sıralı lojistik regresyon analizi ile gerçekleştirilmiştir. Bilgi teknolojileri altyapı farkındalıkları ve maliyet farkındalıkları boyutları birbirleri ile ilişkili oldukları için iki farklı boyutun kurumdaki entegrasyon düzeyine etkileri sıralı lojistik regresyon analizi ile ayrı ayrı incelenmiştir.

4. BULGULAR

Bağımlı değişken olarak kullanılan kurumdaki “entegrasyon düzeyi”; çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek düzey entegrasyon düzeyi olmak üzere sınıflandırılmıştır. Yükseköğretim kurumlarındaki

entegrasyon düzeyi bağımlı değişkeni ile ilgili betimleyici istatistikler Tablo 2’de sunulmuştur. Veriler arasında kayıp değer bulunmamaktadır. Öncelikle “bilgi teknolojileri alt yapı farkındalıkları” boyutunun entegrasyon düzeyi üzerindeki etkisi incelenecektir.

Tablo 2. Bağımlı değişken özet istatistikleri

Bağımlı değişken		Frekans	Yüzdelere
Entegrasyon Düzeyi	Çok düşük	19	3,3%
	Düşük	124	21,5%
	Orta	259	45,0%
	Yüksek	152	26,4%
	Çok yüksek	22	3,8%
	Toplam	576	100,0%

Sıralı lojistik regresyon analizinin en önemli varsayımlarından biri paralel doğruların testidir. Paralellik varsayımı gereği parametrelerin tahmini değerlerinin bağımlı değişkenin tüm kategorileri için aynı kesme noktasından geçmelidir. Buna göre; H_0 hipotezi: modeldeki tüm cevap kategorilerinin eğim katsayıları aynıdır” olarak belirtilmiştir. Bir diğer ifade ile H_0 :Parametre tahminleri aynı kesme noktasından geçer hipotezi test edilmektedir. Sig. (α) >0.05 olması beklenmektedir. Paralel doğruların testine dair sonuçlar Tablo 3’de gösterilmektedir. Tablo 3’de gösterildiği gibi Sig. (α) değeri 0,449>0.05 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla paralellik varsayımı sağlanmıştır.

Tablo 3. Paralel doğrular testi

Model	-2Log Likelihood	Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi/df	Sig.
Boş Hipotez	221,905			
Genel	219,257	2,648	3	,449

Boş hipotez: Modeldeki tüm cevap kategorilerinin eğim katsayıları aynıdır

Bağlantı fonksiyonu: Logit

Paralellik varsayımının ardından modelin uyum bilgileri Tablo 4’te verilmektedir. Tablo 4’e göre Sig. (α) değeri< ,05 olduğu için durumda amaçlanan modelde açıklayıcı değişken ya da değişkenler, bilgi teknolojileri alt yapı farkındalığı değişkeni, modelin uyumunun iyileşmesine anlamlı katkı sağlamıştır.

Tablo 4. Model uyum bilgisi

Model	-2Log Likelihood	Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi/df	Sig.
Kesişim	245,58801			
Final	221,9049	23,683116	1	0

Bağlantı fonksiyonu: Logit

Modelin uyum iyiliğini belirlemek amacıyla ki-kare uyum iyiliği testi yapılmıştır. Pearson ki-kare ve sapma istatistikleri gözlenen ve beklenen değerler arasındaki farkı kullanarak modelin uyumunu değerlendirmektedir (Şenel ve Alathı, 2014). Pearson Ki Kare İstatistiği (Pearson) ve Sapma Ölçüsünün (Deviance) Ki Kare değerleri tablo değerinden büyük ve $p<0.05$ ise modelin uygun olmadığı belirtilmektedir. Tablo 5’te uyum iyiliği değerleri verilmiştir. Tablo 5’e göre test istatistiklerine ait olasılıklar (0,51 ve 0,61 değerleri) 0,05 değerinden daha büyüktür. Dolayısıyla modelin verilerle uyum içinde olduğunu ifade eden hipotezi reddedilememektedir. Bu durum modelin uyum iyiliğinin sağlandığının bir göstergesidir.

Tablo 5. Uyum iyiliği değerleri

	Ki kare	Serbestlik derecesi/df	Sig.
Pearson	152,839	63	,051
Deviance	81,164	63	,061

Bağlantı fonksiyonu: Logit.

Modelin uygunluğunu incelemek amacıyla bakılması gereken istatistiklerden bir diğeri modelin belirlilik katsayısına bakmaktır. Bu kapsamda kurulan matematiksel modelin hesaplanan belirlilik katsayısı istatistikleri yani Pseudo R² istatistikleri Tablo 6’te yer almaktadır. Tablo 6’da yer alan Pseudo R² istatistikleri incelendiğinde Nagelkerke R² istatistiğine göre bilgi teknolojileri altyapısı farkındalığı entegrasyon düzeyindeki değişkendeki varyansı (değişkenliği) %44 oranında açıklamaktadır. Lojistik regresyon literatüründe bu oranın %10-30 arasında olması yeterli kabul edilmektedir. Dolayısıyla Tablo 6’te yer alan değerler uygun olarak kabul edilen değerler arasındadır.

Tablo 6. Pseudo R² istatistikleri

Pseudo R ² istatistikleri	Değerler
Cox and Snell	,040
Nagelkerke	,044
McFadden	,016

Bağlantı fonksiyonu: Logit.

Entegrasyon düzeyini açıklayan bilgi teknolojileri alt yapı farkındalığı boyutu için hesaplanan parametre tahmin değerleri Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 7. Parametre tahminleri

						95% Güven aralığı		Odds değeri (e ^{Tahmin})
	Tahmin	Std. Error	Wald istatistiği	df	Sig.	Alt sınır	Üst sınır	
Threshold	[Kabul1 = 1]	-1,655	,414	15,958	1	,000	-2,467	-,843
	[Kabul1 = 2]	,647	,366	3,129	1	,077	-,070	1,363
	[Kabul1 = 3]	2,654	,383	47,992	1	,000	1,903	3,404
	[Kabul1 = 4]	5,085	,441	133,064	1	,000	4,221	5,949
Location	altyapi	,520	,105	24,270	1	,000	,313	,726
		1,68						

Tablo 7 incelendiğinde, kurumdaki entegrasyon düzeyi bağımlı değişkeni üzerinde bilgi teknoloji altyapısı farkındalığı boyutunun artı yönde (Tahmin= ,520) bir etkisi bulunmaktadır. Bilgi teknolojileri alt yapısı farkındalığı değişkeninin odds oranına bakıldığında; odds oranının 1,68 olduğu ve bu durumda bilgi teknolojileri alt yapısı algısı arttığında entegrasyon düzeyinin de 1,68 kat arttığı sonucuna ulaşılmaktadır.

“Bilgi teknolojileri farkındalığı” boyutunun “entegrasyon düzeyi” üzerindeki etkisinden sonra, bu aşamada “maliyet farkındalığı” boyutunun “entegrasyon düzeyi” üzerindeki etkisi incelenecektir.

Öncelikle H₀:Parametre tahminleri aynı kesme noktasından geçer hipotezini içeren paralel doğrular varsayımının test edilmesi gerekmektedir. Sig. (α) >0.05 olması beklenmektedir. Paralel doğruların testine dair sonuçlar Tablo 8’de gösterilmektedir. Tablo 8’de gösterildiği gibi Sig. (α) değeri 0,279>0.05 olarak bulunmuştur. Paralellik varsayımı sağlanmıştır.

Tablo 8. Paralel doğrular testi

Model	-2Log Likelihood	Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi/df	Sig.
Boş Hipotez	175,217			
Genel	171,378	3,839	3	0,279

Boş hipotez: Eğitim katsayıları tüm cevap kategorileri için aynıdır.

Bağlantı fonksiyonu: Logit

Parallelik varsayımının ardından modelin uyum bilgileri Tablo 9’da verilmektedir. Tablo 9’a göre Sig. (α) değeri $> ,05$ olduğu için durumda kurulan modelde açıklayıcı değişken ya da değişkenler, maliyet farkındalığı, modelin uyumunun iyileşmesine anlamlı bir katkı sağlamamıştır.

Tablo 9. Model uyum bilgisi

Model	-2Log Likelihood	Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi/df	Sig.
Kesişim	175,367			
Final	175,217	,149	1	,699

Bağlantı fonksiyonu: Logit

Kurulan matematiksel modelin hesaplanan belirlilik katsayısı istatistikleri yani Pseudo R^2 istatistikleri Tablo 10’te incelenmiştir. Tablo 10’da yer alan Pseudo R^2 istatistikleri incelendiğinde Nagelkerke R^2 istatistiğine göre maliyet farkındalığı boyutunun entegrasyon düzeyindeki değişkendeki varyansı açıklamadığı görülmüştür.

Tablo 10. Pseudo R^2 istatistikleri

Pseudo R^2 istatistikleri	Değerler
Cox and Snell	,000
Nagelkerke	,000
McFadden	,000

Bağlantı fonksiyonu: Logit.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir yükseköğretim kurumunda yer alan tüm süreçlerin verimli olarak yönetilebilmesi için çok sayıda farklı kaynaktan bilgilerin toplanması, işlenmesi ve gerekli birimlere tam, eksiksiz ve zamanında iletilmesi gerekmektedir. Kurumsal entegrasyon uygulanan kurumlarda verilerin ve süreçlerin bir araya getirilmesiyle bütünsel bir yapı ve görünüm sağlanmaktadır. Günümüzde çoğu işletme gibi yükseköğretim kurumları da kurumsal entegrasyon düzeylerini arttırmak istemektedir. Bu bağlamda kurumsal entegrasyon düzeyine etki eden faktörlerin belirlenmesi kurumlardaki kurumsal entegrasyon düzeyini kontrol edebilmek için elzemdir. Bu çalışmada Kutlu Karabıyık (2019) tarafından oluşturulan kurumsal entegrasyon farkındalık ölçeğinin bilgi teknolojileri ve maliyet farkındalıkları alt boyutlarının kurumun entegrasyon düzeyine etkileri sıralı lojistik regresyon analizleri ile incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, çalışanların bilgi teknolojileri alt yapısı farkındalıkları arttığında kurumlarındaki entegrasyon düzeyinin arttırdığı görülmüşken, çalışanların maliyet farkındalıklarının kurumdaki entegrasyon düzeyine etki etmediği görülmüştür. Bu durumda bilgi teknolojileri alt yapısına dair farkındalıkların, kurumsal entegrasyona dair talebi arttırabileceği ve bu talebin üst yönetim tarafından karşılanabileceği sonucuna ulaşabilmektedir. Ancak kurumsal entegrasyon maliyeti üniversite yönetimini ilgilendirdiğinden ve entegrasyon maliyeti çalışanlar üzerinde herhangi bir yük oluşturmadığından, çalışanların maliyet farkındalıklarının kurumdaki entegrasyon düzeyini arttırmağı

veya azaltmadığı sonucuna ulaşılabilir. Sonuçların genellenebilirliği için aynı çalışmanın çeşitli ülkelerin yükseköğretim kurumlarında aynı ölçek ve analizlerin uygulanması tavsiye edilmektedir.

KAYNAKÇA

- Alam, M. G. R., Masum, A. K. M., Beh, L. S. ve Hong, C. S. (2016). Critical factors influencing decision to adopt human resource information system (HRIS) in hospitals. *PLoS ONE*, 11(8), 1–22. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160366>
- Bahli, B. ve Ji, F. (2007). An Assessment of Facilitators and Inhibitors for the Adoption of Enterprise Application Integration Technology: An Empirical Study. *Business Process Management Journal*, 13(1), 108–120. DOI: <https://doi.org/10.1108/14637150710721159>
- Byrd, T. A., Sambamurthy ve Zmud, R. W. (1995). An Examination of IT Planning in a Large, Diversified Public Organization *. *Decision Sciences*, 26(1), 49–73. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1995.tb00837.x>
- Chapman, C. S. ve Kihn, L. A. (2009). Information system integration, enabling control and performance. *Accounting, Organizations and Society*, 34(2), 151–169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aos.2008.07.003>
- Chen, A. N. K., Sen, S. ve Shao, B. B. M. (2006). Strategies for effective Web services adoption for dynamic e-businesses. *Decision Support Systems*, 42(2), 789–809. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2005.05.011>
- Dawes, S. S. (1996). Interagency Information Sharing: Expected Benefits, Manageable Risks. *Journal of Policy Analysis and Management*, 15(3), 377–394. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6688\(199622\)15:3<377::AID-PAM3>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6688(199622)15:3<377::AID-PAM3>3.0.CO;2-F)
- Eze, S. C., Chinedu-Eze, V. C. ve Bello, A. O. (2018). Determinants of dynamic process of emerging ICT adoption in SMEs – actor network theory perspective. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 10(1), 2–34. DOI: <https://doi.org/10.1108/JSTPM-02-2018-0019>
- Fiedler, K., Grover, V. ve Teng, J. T. C. (1996). An Empirically Derived Taxonomy of Information Technology Structure and Its Relationship to Organizational Structure. *Journal of Management Information Systems*, 13(1), 9–34. DOI: <https://doi.org/10.1080/07421222.1996.11518110>
- Hitt, L. M., Wu, D. J. ve Zhou, X. (2002). Investment in enterprise resource planning: Business impact and productivity measures. *Journal of Management Information Systems*, 19(1), 71–98. DOI: <https://doi.org/10.1080/07421222.2002.11045716>
- Iacovou, Charalambos L., Benbasat, I. ve Dexter, A. S. (1995). Electronic data interchange and small organizations: adoption and impact of technology. *MIS Quarterly*, 465–485. DOI: <https://doi.org/10.2307/249629>
- Khoumbati, K., Themistocleous, M., Irani, Z. ve Mantzana, V. (2008). Information Systems and Healthcare Xxiv : Factors Affecting the Eai Adoption in the Healthcare Sector. *Communications of the Association for Information Systems*, 22(5), 87–102. DOI: <https://doi.org/10.17705/1CAIS.02205>
- Kim, D. ve Ammeter, T. (2014). Predicting personal information system adoption using an integrated diffusion model. *Information and Management*, 51(4), 451–464. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.im.2014.02.011>
- Kuan, K. K. Y. ve Chau, P. Y. K. (2001). A perception-based model for EDI adoption in small businesses using a technology-organization-environment framework. *Information & Management*, 38, 507–521. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00073-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00073-8)
- Kutlu Karabıyık, B. (2019). Yükseköğretimde kurumsal uygulamaların entegrasyonunun kabul düzeyine etki eden faktörlerin belirlenmesi. (Yayımlanmamış doktora tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın
- Narayanan, S., Marucheck, A. S. ve Handfield, R. B. (2009). Electronic data interchange: Research review and future directions. *Decision Sciences*, 40(1), 121–163. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00218.x>
- Pérez-lópez, S. ve Alegre, J. (2012). Information technology competency, knowledge processes and firm performance. *Industrial Management & Data Systems*, 112(4), 644–662. DOI: <https://doi.org/10.1108/02635571211225521>
- Qi, Y., Huo, B., Wang, Z. ve Yeung, H. Y. J. (2017). The impact of operations and supply chain strategies on integration and performance. *International Journal of Production Economics*, 185(July 2015), 162–174. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.12.028>
- Ruh, W. A., Maginnis, F. X. ve Brown, W. J. (2002). *Enterprise application integration: a Wiley tech brief*.

- Seethamraju, R. (2015). Adoption of Software as a Service (SaaS) Enterprise Resource Planning (ERP) Systems in Small and Medium Sized Enterprises (SMEs). *Information Systems Frontiers*, 17(3), 475–492. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10796-014-9506-5>
- Singletary, L. ve Watson, E. (2003). Toward a Theory of an IT Integration Infrastructure. *Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, (s. 3016–3024). Amerika: AMCIS 2003 Proceedings.
- Soto-Acosta, P. ve Meroño-Cerdan, A. L. (2008). Analyzing e-business value creation from a resource-based perspective. *International Journal of Information Management*, 28(1), 49–60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2007.05.001>
- Stal, M. (2002). Web services: beyond component-based computing. *Communications of the ACM*, 45(10), 71–76. DOI: <https://doi.org/10.1145/570907.570934>
- Şenel, S., & Alatli, B. (2014). Lojistik regresyon analizinin kullanıldığı makaleler üzerine bir inceleme. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 5(1), 35-52. <https://doi.org/10.21031/epod.67169>
- Tavşancıl, E. (2002). Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi. 1-230. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Themistocleous, M. (2004). Justifying the decisions for EAI implementations: a validated proposition of influential factors. *Journal of Enterprise Information Management*, 17(2), 85-104. DOI: <https://doi.org/10.1108/17410390410518745>
- Themistocleous, M., Khoumbati, K. ve Irani, Z. (2006). Toward the development of a model for the adoption of integration technologies. *Journal of Intelligent Systems*, 15(1–4), 233–259. . <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/jisys.2006.15.1-4/jisys.2006.15.1-4.233/jisys.2006.15.1-4.233.pdf> adresinden 20.09.2018 tarihinde alınmıştır.

Tedarik Zinciri Yönetiminde Müşteri Hizmetleri: Ankara'daki Otomobil Servislerine Yönelik Alan Çalışması

Emel SARAÇ

İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul/Turkey, smmmemelsarac@gmail.com

Murat BAŞAL

İstanbul Gelişim Üniversitesi, Ankara/Türkiye, mbasal40@hotmail.com

orcid.org/0000-0003-1440-659X

ÖZ

Bu çalışmada tedarik zinciri yönetimi, müşterilere ve diğer paydaşlara değer katan ürünler, hizmetler ve bilgiler sağlayacak şekilde tedarikçiden son kullanıcıya kilit önem taşıyan iş süreçlerinin entegrasyonu anlatılmaya çalışılmıştır. Müşteri memnuniyeti, etkinlik ve verimlilik sağlamada kaynakların verimli kullanarak en üst düzeye çıkarmasında, ilgili tüm tarafların yararları amacıyla bağlantı, kontrol, işbirliği ve dağıtım kanalları kurarak oluşturulmaktadır. Tedarik zinciri rekabet avantajı yaratarak müşterilere değer katmakta ve böylece müşteri memnuniyeti oluşmaktadır.

Müşteri memnuniyetinin birincil itici güç olarak görüldüğü otomotiv piyasasında servis hizmeti sunan firmaların bu artan talebi tam zamanında ve hızlı yanıtlaması, iş sürecinde doğru tedarik zinciri yönetimiyle sağlanabilir. Otomotiv servisi sağlayan firmaların uyguladığı tedarik zinciri yönetimi, müşteri hizmeti hedeflerine ulaşmada ve kaynaklarını verimli kullanımını da en üst düzeye bu şekilde çıkarabilmektedir. Bu şekilde bir tedarik sistem yönetimi, yüksek müşteri hizmetleri hedefleri arasında düşük stok maliyetleriyle de dengeyi sağlamaktadır. Böylece işletme karlılığı da artırmaktadır.

Araştırmamızın temel amacına ulaşabilmek için hazırlamış olduğumuz ve üç bölümden oluşan beşli likert ölçeği kullanılarak uygulanan anket formu Ankara'daki yetkili otomobil servis işletmelerinde uygulanmıştır. Elde edilen verilerle araştırmanın amacı doğrultusunda oluşturulan hipotezler test edilmiştir. Tedarik zincirini kullanan otomotiv servis firmaları müşteri memnuniyeti yanında firma karlılığını da elde ettiği sonuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri, Müşteri Hizmetleri, Servis

JEL Kodları: O33,M31

Customer Service in Supply Chain Management: Field Study for Car Services in Ankara

ABSTRACT

In this study, supply chain management, products, services and information that add value to customers and other stakeholders are tried to be explained and integration of key business processes from supplier to end user is tried to be explained. Customer satisfaction is established by establishing connection, control, cooperation and distribution channels in order to maximize the efficient use of resources in order to ensure efficiency and efficiency. The supply chain adds value to customers by creating a competitive advantage and thus customer satisfaction is created.

In the automotive market, where customer satisfaction is seen as the primary driving force, the timely and rapid response of companies to service this increasing demand can be ensured through the correct supply chain management. The supply chain management implemented by the automotive service providers can maximize the efficient use of its resources in achieving customer service goals. Such a supply system management also balances the high customer service goals with low inventory costs. Thus, to increase business profitability.

In order to achieve the main purpose of our research, the questionnaire which was prepared by using a five-point Likert scale consisting of three parts was applied in authorized automobile service companies in Ankara. With the obtained data, the hypotheses created for the purpose of the research were tested. It is concluded that automotive service companies using the supply chain have achieved customer profitability as well as customer satisfaction.

Keywords: Supply Chain, Customer Service, Service

JEL Codes: O33,M31

1. GİRİŞ

İşletmeler küresel rekabet gücünü arttırmak için kullandığı en önemli unsurlardan biri haline gelen tedarik zinciri, arz kaynaklarından son tüketici olan müşteriye ulaşmasına kadar geçen sürede malzemelerin etkin durumda akışını sağlamayı yönetmemdir. Bu çalışma bugün tüm yöneticiler açısından önemli bir zor durum olarak görülmektedir. İşletmeler yalın üretim ilkeleri sayesinde israfı azaltacak faaliyetlerle şirketlerini kazançlı duruma getirmişlerdir. Firmalar müşterilerinin katı taleplerini yerine getirmek hususunda rekabet edecek duruma gelmenin tedarik zincirinin tam olarak ayarlanmasıyla gerçekleşeceğinin bilinci içinde değişimi gerçekleştiriyorlar. Bu nedenle uygulanacak olan yalın tedarik zinciri ile bu yönü bir ilerleme kaydedilmiştir. Tedarik zinciri sayesinde üretimden müşteriye ulaşana kadar oluşabilecek aksaklıklardan muhtemel kayıplara kadar tüm süreç boyunca ortaya çıkacak olumsuzlukları bertaraf etmekte katkı sağlayacaktır.

İşletmeler oluşan yenedünya yapısı içinde varlığını sürdürebilmek için sürekli biçimde kendini yenilemesi gerekmektedir. Bu devamlılıklarını sağlayacak en önemli unsurlardan biri olan müşteriye de merkeze alarak zorundadır. Bu doğrultuda müşteri odaklı yeni sitemini tanımlamaları gerekmektedir. İşletme müşteri tarafına kendine bir tanım oluştururken müşteriye sunacağı hizmeti de tam olarak ayarlaması gerekmektedir. Bu durum müşterinin sürece dahil olmasıyla ele alınması gererken önemli unsurlardan biridir. Bu sayede hizmetle müşteri arasındaki ilişki sayesinde oluşturacağı sınıflamalarla birlikte sadık müşteri elde etmek ve bunu sürdürmeyi sağlaması bu fonksiyona bağlı olmaktadır. İşletmeler otomotiv alanında faaliyette bulunalar açısından sundukları satış sonrası hizmetlerden servis sağlama çalışanlar ve sağladıkları olanaklar açısından müşteri sadakatini sağlamaya yönelik olarak da özellikle rekabetin yoğun olduğu sektörde güçlü kalabilmenin de gerekliliklerinden biridir. Tedarik zincirinde teknolojinin anlamlı kullanılması sonucunda oluşan yenilikçi düşünme tarzı müşteriye sunulan hizmetin fayda ve kolaylıkları sayesinde uzun vadede şirketler açısından faydalı bir farkındalık oluşturarak rakiplerinden belirgin biçimde ayrılmasını sağlayabilmektedir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Tedarik Zinciri

Tedarik zinciri tanımlarında bir kaçına değinecek olursak; işletmeler açısında gerekli hammaddeyi temin edip, bunu daha sonra yarı mamul ve nihai mamullere dönüştüren ve yine bu ürünü de son kullanıcı olan tüketiciye de ulaştıran sonuçta üretici ve dağıtıcı bir sitemden oluşan sistemli bir ağ yapısıdır (Lee ve Billington, 1992). Diğer bir tanımlama olarak tedarik zinciri; tedarik edenleri, lojistik servis sağlayıcıları, imalatçıları, dağıtımçıları ve perakendeciler gibi iş ortaklarını bir arada bulunduran ve yine bunlar arasında malzeme, ürün ve bilginin akışını gerçekleştirdiği bir küme çalışması olarak tanımlanmaktadır(Kopczak, 1997). Parça, hammadde ve alt montajların nihai mala dönüştürülmesi ve nihai tüketiciye teslim edilesi amacıyla tedarikçilerin, üreticilerin, depoların, distribütörlerin ve perakendecilerin bütünleştiği ve koordine edildiği bir ağ yapı olarak tanımlanabilmektedir tedarik zinciri(Özdemir, 2004).

2.1.1. Tedarik Zinciri Yönetimi

Günümüzde işletmelerin uluslararası alanda rekabet edebilme gücünü arttırmak amacıyla en çok kullanılan yaklaşımlardan biri haline gelen tedarik zinciri, hem kullanıcılardan hem de akademik alanda çalışma yapanlar yönüyle gereken ilgiyi yakalamaya çalışmaktadır. Bu alanda çalışanlar gerekli tedarik zinciri stratejilerini bulmaya ve aynı zamanda da tanımlamaya çalışmışlardır. Strateji alanında oluşturulan tanımlamalardan bazıları; odak şirketin tasarımında kullanılan bir yelen planı ve yine tedarik zincirinin oluşturulan yapısıyla operasyonların kendi spesifikasyonunu boyunca en az maliyetle ve değişen müşteri ihtiyaçlarına cevap vermeyi amaçlamaktadır (Yinan, 2006). Tedarik zinciri yönetimi satıcılar, dağıtım merkezleri, imalat ve montaj tesisleri gibi yapılar arasında malzeme ve bilgi akışının yönetimidir(Thomas ve Griffin 1996: 1). En önemli işletme yönetim paradigması ise bireysel işletmelerin bağımsız olarak rekabet etmediklerini, tedarik zincirleri ile rekabet ettiklerini göstermektedir (Lambert ve Cooper 2000: 65-69). Kısaca tanımlayacak olursak tedarik zinciri yönetimi;

müşteriler ile diğer paydaşlar arasında değer oluşturabilecek unsurlardan olan ürün, hizmet ve bilgiyi sunmak amacıyla ilk tedarikçiden son kullanıcı olan müşteriye kadar olan bütün çalışma safhalarının bir bütün içinde entegre olarak bulunmasıdır(Lambert vd., 1998). İşletmeler hızla büyüyen rekabet ortamında aşırıya ulaşmak ancak şirketin karmaşık ağındaki iş ilişkilerini uyumlu biçimde entegre edebilecek bir yönetim sistemi sayesinde ulaşabilirler. Burada amaç tedarik zinciri ağ yapısı, tedarik zinciri iş süreçleri ve tedarik zinciri yönetim bileşenlerinden oluşan bu üç unsurun aralarındaki ilişkinin sağlanmasına bağlı olduğudur. Ağ yapısı; tedarik zincirindeki elemanlar ve bunların arasında var olan ilişkilerinden oluşmaktadır. İş süreçleri; son kullanıcı olan müşteriye özel değer oluşturabilecek bazı aktivitelerden meydana gelirken, yönetim bileşenleri de, tedarik zinciri işlemlerinin gerçekleştiği süreç boyunca tüm unsurların entegre olacağı biçimde iş süreçlerinde görülen yönetsel değişkenlerden meydana gelmektedir. Tedarik zinciri süreç odaklıdır. Bu süreç içinde müşteri için gerekli olan ürün ve hizmetlerin son kullanıcılara üretimi tefarığı ve teslimi aşamalarından meydana gelmektedir. Ve yine bunlar içindeki farklı aktörlerin de koordine edilmesini bünyesinde barındırmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminin amacı, işletmelerin ortak bir amaç doğrultusunda işbirliği yaparak, sabit bir kardan daha büyük pay almak yerine tüm kanal satışlarını ve kârlılığını artırmaktır(Cigolini vd., 2004: 7-8). Tedarik zinciri yönetimi kavramsal olarak birbirinde farklı iki bilende oluşmaktadır. Bunlardan biri bütünleşik iş psikolojisi iken diğeri de uygulama faaliyetleridir. Entegre olmuş bir tedarik zinciri sayesinde yukarı aşağı yönlü bağlantı kopukluklarından kaynaklanan düzensiz bilgi akışından kaynaklanan sorunlar ortadan kaldırılabılır.

Dünya Tedarik Zinciri Formu tedarik zincirinde kullanılan temel süreçleri sekiz ana başlık altında toplamıştır(Lambert ve Cooper, 2000: 72; Croxton vd., 2001: 14-29).

1. Müşteri İlişkileri Yönetimi,
2. Müşteri Hizmet Yönetimi,
3. Talep Yönetimi,
4. Sipariş Karşılama,
5. Üretim Akış Yönetimi,
6. Tedarikçi ilişkileri yönetimi,
7. Ürün Geliştirme ve Ticarileştirme,
8. İade Yönetim Süreci

Bunlardan önemli iki tanesini tanımlayacak olursak;

1. Müşteri ilişkileri yönetimi:

Tedarik zincirinin ilk aşamalarından olan müşteri ve müşteri gruplarını tanımlanması kitli öneme sahiptir. Bu durum firmanın misyonu için ön aşamadır. Burada anahtar müşteriler için performans seviyeleri belirlenir. Müşteri ile ilgili olan ilişkilerin devam ettirilmesi ve geliştirilmesine yönelik yapısal sistem oluşturulur.

2. Müşteri hizmetleri yönetimi:

Bu süreç şirketlerinin müşterilerine karşı durumunu gösterir ve sahip oldukları müşteri bilgi sisteminin kaynağıdır. Ürün ve hizmetlerin sağlanmasına yönelik olarak yapılan anlaşmaların yönetilmesi konusunda anahtar öneme sahip bir durumdur. Gerçek zamanlı olarak ürün bulunup bulunmadığını dağıtım bilgisini ve sipariş durumuna yönelik bilgi veren bir ara unsur olarak ele alınabilir. Buradaki uygulanmasıyla da müşterilere hizmet sağlanır.

2.1.2. Tedarik Zinciri Halkaları ve İlişkileri

Tedarik zinciri halkaları olarak firmaların kendisi tedarikçisi ve müşterilerini söyleyebileceğimiz gibi tedarikçiden müşterinin müşterisine kadar uzanan bir sistemi kapsamaktadır. Böyle bir geniş yapıya hizmet sağlayan lojistik, pazarlama, ve bilişim firmaları da bu sistem içine dahil olabilirler.

Kısaca firmalar olarak; (Hugos, 2003: 23-26)

1. *Üreticiler*: Hammadde ve yarı mamulleri nihai ürünlere dönüştüren, tedarik zincirinin yönetim süreçlerine hâkim olan işletmelerdir.
2. *Toptancılar*: Üreticiler ve perakendeciler arasında büyük stoklar yaparak hem üreticilerin talep dalgalanmalarına karşı tampon bölgesidir hem de perakendecilerin küçük miktarda devamlı alımlarını sağlayan önemli tedarik birimleridir.
3. *Perakendeciler*: Stok yaptığı ürünleri müşterilere küçük miktarlarda satan ve müşterilerin talep ve tercihlerini yakından izleyen birimlerdir. Bunlar sürekli müşteri çekmeye çalışmaktadırlar.
4. *Müşteriler*: Ürünü alıp kişisel veya ailesel ihtiyaçları için kullanan kişiler olabileceği gibi başka birimlere satan organizasyonlarda olabilir.
5. *Servis Sağlayıcılar*: Bu organizasyonlar ihtiyaç duyulan alanlarda tedarikçilere, üreticilere, distribütörlere, perakendecilere ve müşterilere hizmet veren belli bir alanda uzmanlaşmış işletmelerdir. Lojistik firmalar, bankalar, kredi veren diğer finansal kuruluşlardır.
6. *Tedarikçiler*: Üreticilere hammadde sağlayan, talepteki belirsizliklerden ilk etkilenen ve zincirin ilk çıkış noktası olan birimdir.

2.1.3. Tedarik Zinciri Stratejisi

Öncelikle stratejiyi tanımlayacak olursak, bu kavram ilk askeri alanda görülmekle birlikte sevk geri çekilme gibi anlamalara gelmektedir. İşletme açısından bakıldığında strateji, firmanın amaç ve hedeflerini elde etmek için çevresel faktörleri analiz ederek var olan kaynaklarını planlaması ve de dağıtması yoluyla var olan kabiliyetlerini iş süreçlerinde uygulaması olarak belirtir (Grant, 2010: 12-14). İdeal bir tedarik zinciri belirlemek gerekirse öncelikle işletme ürünlerinin fonksiyonel mi yoksa yenilikçimi olduğunu belirtmesi gerekmektedir. Daha sonra bu tedarik zinciri için gerekli olan önceliklerini belirlemesi gerekmektedir. Yani fiziksel etki için sürece göre mi yoksa pazar duruna göre mi bir tedarik zinciri oluşturacağının stratejisini belirlemesi gerekmektedir. Sonuçta fonksiyonel ürün üretimi gereçleştiren firmalar için etkin ve yenilikçi ürün üreten firmalar için de duyarlı tedarik zinciri stratejisinin oluşturulması daha uygun olacaktır (Fisher 1997: 109).

1. *Yalın tedarik zinciri stratejisi*

Zincir boyunca israfları ve değer katmayan faaliyetleri sürekli iyileştirmelerle azaltarak maliyetleri minimize etmeyi ve kaliteyi artırmayı amaçlayan stratejidir(Vonderembse vd., 2006: 228) .

2. *Çevik Tedarik zinciri stratejisi*

Hızla değişen dinamik ve sürekli bölümlere ayrılan pazarlarda, değişen müşteri ihtiyaçlarına hızlı ve etkili cevap vermeyi amaçlayan stratejidir(Vonderembse vd., 2006: 229; Huang vd., 2002: 192; Wang et al., 2004: 3) .

2.1.4. Tedarik Zincirinde Kullanılan Bilgi Sistemleri

Tedarik zincirinde farklı birçok birimden oluşan unsurlar bütünleşik biçimde iletişimi içindedir. Burada ürün müşteriye doğru giderken para da tedarikçiye doğru ilerlemektedir. Bilgi ise her iki yöne doğru gitmektedir. Tedarik zincirinin birçok safhasında ve karar aşamasında bilgi sisteminden yararlanılmaktadır. Burada bilginin nasıl kullanılacağı ve yararlanılacağı safhalarının iyi ayarlanması gerekmektedir. Tedarik zincirinin önemli bileşeni olan bilgi sayesinde diğer bileşenlerin (fiziksel birimler, stok, taşıma, fiyat ve kaynak seçimi) verimli ve etkili çalışmasını sağlanmaktadır(Chopra ve Meindl, 2007: 482-483).

2.2. Hizmet Kavramının Tanımı

Bu güne kadar hizmet kavramına birçok anlam yüklenmiştir. Fakat faaliyet farklılığı ve bunların üretime yoğunlaşması sebebiyle anlam çeşitliliği ortaya çıkmasından dolayı kavramın kesin bir tanımlaması yapılamamıştır. Bu nedenle tam bir tanımla da bulunamamıştır. Hizmetin literatür olarak tanımıysa; kişilerin, makinelerin insanların ve araçların çabaları sonucunda ortaya çıkan ve müşteriye doğrudan bir fayda sağlayan fiziksel varlığı olmayan ürünlerdir. Hizmette fiziksel olarak bir görünüm olmamaktadır sadece sergilenen faaliyetler bütünüdür. Bundan dolayıdır ki hizmet nicel bir görünüm sergilemektedir.

2.2.1. Hizmetin Özellikleri ve Türleri

Hizmeti fiziki varlıklardan ayıran birçok özelliği vardır bu nedenle hizmet ile fiziki arasındaki farkı iyi anlamak gerekir.

Hizmetlerin dört önemli karakteristik özelliğinin olduğunu belirtmektedir. Bunlar;

1. *Dokunulmaz Olma*: Mallar ve hizmetler arasındaki en genel kabul gören ve belirgin farklılık hizmetlerin dokunulmazlığıdır.
2. *Heterojen Olma*: Hizmetlerin sunuluş şekilleri, içerikleri ve kaliteleri sektörlere göre (eğitim hizmetleri, yolcu hizmetleri v.b) farklılık gösterir.
3. *Üretim ve Tüketimin Eş Zamanlı Olması*: Hizmetler mallardan farklı olarak üretildikleri anda tüketilmektedirler.
4. *Dayanıksız Olma*: Hizmetlerin dayanıksız oluşu; hizmetlerin saklanamaması, iade edilememesi, yeniden satılamaması ve envanter edilememesidir.

Çevremizdeki faaliyetlerden hangilerinin hizmet kesimi adıyla tanımlandığını anlamak amacıyla hizmet şu türlere ayrılmıştır:

- a. *Dağıtım Hizmetleri*: Haberleşme, Ulaştırma, Perakende Ticaret ve Toptan Ticaret,
- b. *Üretici Hizmetleri*: Sigortacılık, Bankacılık, Emlak İşleri, Müşavirlik, Hukuk, Danışmanlık
- c. *Sosyal Hizmetler*: Eğitim, Sağlık, Emniyet, Din ve Devlet İşleri
- d. *Kişisel Hizmetler*: Turizm, Otel, Spor, Yeme-İçme, Eğlence, Ev, Bakım -Onarım, Çevre Güzelleştirme
- e. *Kamu hizmetleri*: Güvenlik hizmetleri, Tapu ve Kadastro Hizmetleri
- f. *Teknik Hizmetler*: Mühendislik, Mimarlık, Jeoloji, Hidroloji vb. şeklindedir.

2.2.2. Müşteri Hizmetleri ve Günümüzdeki Önemi

Lojistik pazarlamada müşteri siparişlerini alma, taşıma, nakliye etme vb. süreçleri kapsarken farklı bir sektörde (beyaz eşya vb.) satış sonrası destek hizmetlerini kapsaması nedeniyle müşteri hizmetlerinin tanımı işletmeler arasında farklılıklar göstermektedir. Bu birim şirket bünyesinde doğrudan müşteri ile ilişki içinde olmayabilir. Bu birimde ayağı yönlü olduğu kadar yukarı yönlüde hareket süreçleri müşteri hizmetlerinde oluşmaktadır. Sonuçta bu birim yalnız satış öncesi değil satış sonrası hizmetleri de kapsamaktadır. Müşterinin ürün ve marka algılamasında önemi bir aşamadır satış sonrası hizmetler. İşletme açısından müşterinin beklentilerini karşılamak onun memnuniyetini sağlayarak bağlılığını kazanmak amacıyla yaptığı bütün çalışmalar müşteri hizmetlerinin faaliyetlerini belirtir. Kısacası müşteri hizmetlerini işletmenin ana faaliyet alanını destekleyen faaliyetlerin tümüdür. Müşteri hizmetleri müşterilerle uzun süreli ilişkiler kurup, bu ilişkileri geliştirip, pazardaki diğer gruplar ve müşterilerle karşılıklı yarar esasına dayanacak biçimde bağlar oluşturmaktır. Müşteriye hizmet işletmedeki tüm çalışanların birincil görevidir. Bu faaliyet nesnelerle değil insanlarla yapılabilmektedir, dolayısıyla kalitesi işletmenin genelinin müşteriye olan tutumunu göstermektedir. Müşteri hizmetlerini oluşturan bileşenleri birbirinden ayırmak zordur.

Temel olarak üç bileşeni vardır.

1. *Satış öncesi hizmetler:*

- Yönetim hizmetleri
- Yazılı hizmet politikaları
- Hizmet politikalarının müşteriye bildirimi
- Örgüt yapısının hizmetlere uygunluğu (organizasyon yapısı)
- Sistemin esnekliği

2. *Satış sırasındaki hizmetler:*

- Stok dışı kalma durumu, hizmet sektöründe ise iptaller, gecikmeler söz konusu olur.
- Siparişle ilgili bilgi verme
- Sipariş süreci elemanları
- Hızlı gönderim veya hizmet sunumu (servis)
- Sistemin akıcılığı, sipariş uygunluğu
- Ürün değişimi, hizmet sektöründe ise erteleme, iptal, para iadesi (bilet iptal ve erteleme gibi) durumları söz konusudur.

3. *Satış sonrası hizmetler:*

- Montaj, bakım-onarım, değiştirme, garanti ve yedek parça
- Ürünleri izleme
- Müşteri şikâyetlerini, geri dönüşümleri ve talepleri izleme
- Geçici ürün değişimleri, ürün yerine idareten başka mal verme.

2.2.3. Müşteri Hizmetleri Tasarım Süreci

Bu alanda yapılan çalışmalardan bazı unsurlar yer almaktadır. *Bunlar;*

4. *Müşteri Hizmetleri Portalı:*, Şirketlerin web sitelerinde müşterilerin, personelin yardımına ihtiyaç duymadan ihtiyaç duydukları cevapları almaya gidebilecekleri bir yardım masasının olma durumudur.

5. *Sosyal Medya:* sosyal medya ortamında iletilen mesajlar, yorumlar, yazılar doğrudan müşteri hizmetleri yönetimi birimine yazılımına getirtilebilmesidir.

6. *Telefon Desteği:* fazla sayıda personel çalıştırmamak için personel destek hattına olan ihtiyacı en aza indirmek için telefon destek oluşturulur.

7. *Telefonla Satış:* işlemleri telefon yoluyla gerçekleştirerek satışını sağlamak

8. *Atama ve Doğrulama:* Müşteri hizmet sürecinde bu noktada, vakayı uygun müşteri hizmetleri temsilcisine atamaktır

9. *Çözümü Tanımlama:* Hangi durumlar için hangi çözümlerin olduğunun şirket tarafından belirlenerek tamının yapılmasıdır.

10. *Çözüm Sunma:* Çözüm belirlendikten sonra müşteri hizmetleri temsilcisinin bir şekilde bu çözümü müşteriye sunması işlemidir.

11. *Vakayı Yeniden Tanımlama:* Çözüm başarısız olursa vaka otomatik olarak "Çözüm Tanımlama" aşamasına geri yönlendirilerek vaka tekrar tanımlanmalıdır.

12. *Vakanın Çözümünü İlerletme ve Yeniden Çözüm Atama*: Çözüm belirli bir seviyeye ulaştığında, o aşamadaki sorunlarla ilgilenmekle görevli müşteri hizmetleri temsilcisinin yeniden atanmasıdır.
13. *Dosyayı Kapatma*: Problem çözülüp, dosya kapandıktan sonra toplanan veriler müşteri hizmetleri sürecini iyileştirmek için kullanılmasıdır.
14. *Sosyal Ağları Kurma*: Tek kişinin hizmet verdiği bireysel bir işletme ise müşterileri ile ilişkiler kurmak için onları bir şekilde kullandığı herhangi bir sosyal ağdaki kişisel profiline dâhil etmesi gerekir.
15. *Geleneksel İletişim Kanallarını Kurma*: İşletme hesabı için bir Google uygulaması oluşturulmasıdır.
16. *Müşteri Destek Yazılımlarından Yararlanma*: işletmeler büyüklüklerine uygun olarak işletmeler için uygun özel olarak tasarlanmış destek yazılımları kullanılmasıdır.
17. *Müşteri hizmetleri sürecini kaydetme, ölçme, optimize etme ve geliştirme*: Müşteri hizmetleri sürecini kurduktan sonra, müşteri ilişkilerini sürekli geliştirmenin ve ilerletmenin yollarının bulunmasının gerekliliğidir

3. YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Günden güne gelişmekte olan işletmeler arasındaki rekabet durumu için kullanılan yöntemlerden birisi tedarik zinciri yönetimi ve müşteri memnuniyeti olarak sık sık karşımıza çıkmaktadır. Özellikle otomotiv firmalarında tedarik yönetimi ve müşteri memnuniyeti etkinliklerinin ölçülmesi ve bu etkinliklerinin ürün yenilikçiliği, finansal ve pazar performansı ve örgütsel performans gibi performans göstergeleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi yönünde amaçlanarak inceleme yapılacaktır.

3.2. Evren ve Örneklem

Bu çalışmanın evrenini Ankara ilinde yetkili olan, faaliyet gösteren firma çalışanlarından oluşturmaktadır. Bu evreni temsil amacı Ankara ili sınırları içindeki otomotiv sektörleri faaliyet gösteren firma çalışanı, örneklem olarak seçilmiştir.

3.3. Veri Toplama Yöntemi ve Hipotezi

Veri toplama aracı olarak, bir anket formu geliştirilmiştir. Anketin ilk bölümü demografik verilerden oluşmakta olup; katılımcıların departman ve işletme türü değişkenlerini ölçmektedir. İkinci bölümde tedarik zinciri yönetimini tutumunu ölçmek amacıyla 20 soruluk bir anket, üçüncü bölümde müşteri memnuniyetine yönelik strateji geliştirme amaçlı ölçmeye yönelik 52 soruluk bir anket, dördüncü bölümde firma performansını ölçmeye yönelik 23 soruluk bir anket kullanılmıştır. Anket sorularının cevapları için (1= kesinlikle katılmıyorum, 5=kesinlikle katılıyorum) arasında 1-5 tipi Likert ölçeği kullanılmaktadır.

3.4. Sınırlılıkları

Ankara ilinde yetkili olan, faaliyet gösteren firma çalışanları ile sınırlandırılmıştır.

3.5. Bulgular

Ölçeğin Cronbach Alpha'sı 0,972 olarak saptanmıştır. Elde edilmiş olan bu değerlerin sonucunda ise güvenilirliğin olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. Demografik Özellikler

		Frekans	Yüzde
İşletme türü	Üretici	9	20,0
	Toptancı	22	48,9
	Perakendeci	14	31,1
	Toplam	45	100,0
Departmant	Pazarlama	18	40,0
	İmalat	11	24,4
	Tedarik	9	20,0
	Satın alma	7	15,6
	Total	45	100,0

45 katılımcı işletmenin (%20,0) üretici, (%48,9) toptancı, (%31,1) perakendecidir. Katılımcıların (%40,0) pazarlama, (%24,4) imalat, 9'u (%20,0) tedarik, (%15,6) satın alma departmanında hizmet verdiği görülmektedir.

Tablo 2. Ölçek Frekans Analizi

	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Kararsızım		Katlıyorum		Kesinlikle Katlıyorum	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Stratejik tedarikçi ortaklığı										
Ürün alımında sürekli aynı tedarikçi ile çalışılmaktadır	7	16	8	18	5	11	16	36	9	20
Tedarikçi seçiminde ürünün kaliteli olması firma için çok önemlidir.	1	2	7	16		0	9	20	28	62
Yaşanılan ürünlerle alakalı sorunları tedarikçi paylaşıyoruz.	1	2	7	16	19	42	18	40		0
İleriye dönük talep edeceğimiz mamulleri çok önceden tedarikçimize bildirilmektedir	2	4	7	16	2	4	25	56	9	20
Tedarikçilerimizi yeni piyasaya çıkan ve müşteri tarafından talep gören ya da görececek ürünler hakkında bilgilendirilmektedir	6	13	4	9		0	22	49	13	29
Müşteri ilişkileri										
Müşteriler ile iyi ilişkiler geliştiririz ve görüşleri bizim için çok önemlidir.	4	9	1	2	1	2	16	36	23	51
Müşterilerden aldığımız tepkileri belli periyotlar da ölçeriz.	1	2	6	13	6	13	19	42	13	29
Müşteri profilimizi belirler bu profillere göre tedarikçiye siparişlerimizi veririz.	1	2	3	7	4	9	20	44	17	38
Müşterilerle ilişkilerimizin nasıl olması gerektiğini yine müşterilerle konuşuruz.	6	13	4	9	10	22	19	42	6	13
Müşterilerin beklenti, arzu ve isteklerine uygun ürünleri firmada bulundurulmaktadır	3	7	1	2	17	38	24	53	0	0
Bilgi paylaşım düzeyi										
Değişen koşullar ve müşteri beklentilerimizi ortaklarımızla belirler ve birbirimizi bilgilendirilmektedir	5	11	1	2	2	4	18	40	19	42

Ortaklarımızda bizimle sorun ve stratejilerini paylaşımda bulunur.	5	11	2	4	4	9	18	40	16	36
Ortaklarımız ticari olarak oluşabilecek riskler konusunda bizleri uyarır.	1	2	7	16	3	7	21	47	13	29
Ortaklarımız ve ticari ilişkiler içinde olduğumuz firmalar tecrübelerini firmamızla paylaşırlar.	2	4	2	4	10	22	19	42	12	27
Ortaklarımızla aramızdaki bağlar güçlü ve güvenilirdir.	2	4	6	13	2	4	15	33	20	44
Ürün yenilikçiliği										
Ürünlerimiz günün şartları ve müşteri isteklerine uyumludur.	4	9	3	7	1	2	19	42	18	40
Müşterilerin istemiş olduğu yeni model ürünlere önceden cevap verir. Müşterinin isteklerine yanıt verebiliriz.	4	9	4	9	12	27	19	42	6	13

	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum		Kesinlikle Katılıyorum	
Müşteri Odaklılık	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Müşterilerden almış olduğumuz eleştirilere çözüm yollarını arar. Sorunların çözülmesini sağlarız.	4	9	1	2		0	23	51	17	38
Müşteriler firmada kendi evlerindeki gibi rahat olurlar.	1	2	5	11	12	27	15	33	12	27
Müşteri memnuniyet merkezli çalışma yaparız.	1	2	1	2	6	13	21	47	16	36
Müşteri memnuniyetindeki artışı yöneticiler desteklemelidir.	1	2	2	4	2	4	16	36	24	53
Müşterilerimizin memnuniyeti bizim için çok değerlidir.		0	2	4	1	2	5	11	36	80
Liderlik										
Müşteri memnuniyetinin sağlanmasında en büyük sorumluluk firma yöneticisindir.	4	9	7	16	10	22	13	29	11	24
Müşteri memnuniyetini düzenli ve belli periyotlarda ölçeriz.		0	5	11	12	27	23	51	5	11
Uzun dönemli Kalitede gelişim süreçlerini yönetim destekler.	6	13	2	4	5	11	16	36	16	36
Yönetimin kalitenin gelişmesinin, sağlanacak karın da artmasında önem arz ettiğinin farkındadır.	6	13	3	7	2	4	13	29	21	47
Kalite ve gelişimi ile alakalı bir strateji taktiğimiz vardır.	3	7	2	4	3	7	23	51	14	31
Çevre karşı duyarlılık sahibiyiz. Ve yönetim çevreye önem verir.		0	3	7	5	11	17	38	20	44
Sürekli İyileşme										

İşletme olarak sektörümüz üzerine güncel konuları takip eder. Ürün geliştirme de aktif rol alırız.	4	9	3	7	2	4	17	38	19	42
İşçilerin fikirleri işletme için önemlidir.	4	9	5	11	14	31	16	36	6	13
Satılan veya üretilen ürünler; zamanımızın güncelliği ile paralellik göstermektedir.		0	5	11	3	7	22	49	15	33
Ürün çeşitliliği bakımından müşterilerimiz firmadan memnun kalırlar.		0	1	2	2	4	16	36	26	58
Süreçlerin gelişiminde satıcılarımızla beraber çalışırız.	2	4	1	2	9	20	24	53	9	20
Takım Çalışması										
Kalite Yönetiminin bütün kuralları firma içinde geçerlidir ve firma içinde uygulanır.	4	9	2	4	4	9	19	42	16	36
Alınacak kararlarda sadece bir kişinin dediği olur	23	51	12	27	6	13	2	4	2	4
Çalışanlar alınacak kararlarda etkilidirler.	3	7	7	16	7	16	22	49	6	13
Tedarikçi Kalitesinin Yönetimi										
Tedarikçilerle uzun süreli ilişkiler kurar sık sık tedarikçi değiştirmeyiz.	3	7	6	13	10	22	17	38	9	20
Tedarikçi seçiminde alınacak ürünün kalitesi bizim için ilk sıradadır.	1	2	4	9	2	4	12	27	26	58
Tedarikçilerimizin belirlediği fiyat ve kaliteyi sık sık kontrol ederiz. Kıyaslama yaparız.	0	0	0	0	4	9	16	36	25	56
Tedarikçilerimizle ürün tasarım ve geliştirilmesinde fikir alış verışı yaparız.	2	4	2	4	4	9	24	53	13	29
Eğitim										
Firmada çalışanlar, iş ile alakalı gerekli eğitimleri belli periyot aralıklarında alırlar.	3	7	1	2	4	9	22	49	15	33
Firmada çalışanlar, Kalite yönetimi ile alakalı gerekli eğitimleri belli periyot aralıklarında alırlar.	3	7	3	7	4	9	24	53	11	24
İdarecilere ve firma sahibine de kalite ile ilişkili eğitim verilir	1	2	6	13	6	13	23	51	9	20
Firmada çalışanlara iş güvenliği eğitimleri verilir.		0	1	2	6	13	13	29	25	56
Ürün Tasarımı										
Satışa sunduğumuz ürünleri kendimiz tasarlarız.	5	11	9	20	4	9	15	33	12	27
Piyasada ki süreç takip edilir ve ürün bu takibe göre üretilir yada sipariş edilir.		0	4	9	3	7	31	69	7	16
Ürün üretimi yada siparişi yapılacağı zaman ortaklarımızla görüş alışverişinde bulunuruz.	1	2	2	4	8	18	18	40	16	36
Ürün tasarımı yada sipariş verilecek üründe maliyet göz önünde tutulur.	2	4	1	2	3	7	17	38	22	49
Ürün tasarımı yada sipariş verilecek üründe müşteri beklentisi göz önünde bulundurulur.	2	4	2	4	2	4	10	22	29	64
Süreçlerin yönetimi										
Sipariş verdiğimiz tedarikçi ürünün kalitesinin kontrolünü yaptıktan sonra bize lojistiğini sağlar.	5	11	4	9	5	11	8	18	23	51
Ürün kalitemizin performansını sahipleniriz.		0	7	16		0	21	47	17	38
Hatalı ürünleri ayıklamak yerine hatasız ürünü savunur ve bu yönde çalışma yaparız.	2	4	5	11	13	29	18	40	7	16
Ürünlerimizin kontrollerini yapıp belli periyotlar da deforme durumuna bakarız.		0	1	2	4	9	25	56	15	33

	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum		Kesinlikle Katılıyorum	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Performans										
Yıllık siparişlerimizde artış var	4	9	6	13		0	19	42	16	36
Ürünlerimiz yıldan yıla daha kaliteli hale geliyor.	4	9		0	6	13	16	36	19	42
Ürün verimliliğimizde artış söz konusudur.		0	4	9	6	13	16	36	19	42
Rakiplerimizle aramızdaki rekabet lehimize geliyor.		0		0	11	24	18	40	16	36
Müşteriler ile bilgi alış verişimizde artış söz konusu	2	4		0	9	20	18	40	16	36
Pazara sunum süresi										
Ürün tedarik sürecimiz hızlı şekilde gerçekleşmekte.	2	4	4	9	8	18	17	38	14	31
Yeni ürünleri piyasaya sürmede rakiplerimizden öndeyiz.	4	9	2	4	8	18	20	44	11	24
Örgütsel performans										
Pazardaki payımız gün geçtikçe artmakta.		0	3	7	12	27	23	51	7	16
Pazardaki satışlarımız gün geçtikçe artmaktadır.	4	9	3	7	3	7	26	58	9	20
Ciromuz her geçen gün artmaktadır.		0	6	13	5	11	16	36	18	40
Elde edilen kar her geçen gün artmaktadır.		0	4	9	9	20	19	42	13	29

3.6. Hipotez Testleri

Hipotez testlerinin analizi için alt ölçek alanlarının her biri için birer tutum puanı hesaplanmıştır. İlgili puan katılımcıların sorulara verdikleri cevapların puan değerlerinin toplanması ile bulunmuştur.

H1: Stratejik tedarikçi ortaklığının firma performansı ile ilgili arasında olumlu ilişki bulunmaktadır

İlgili hipotezin analizi için Stratejik tedarikçi ortaklığı ile firma performansı arasındaki korelasyona bakılarak inceleme yapılmıştır. Analiz 0,05 anlamlılık derecesi seviyesi oranında olduğu görülmektedir. Buna göre;

Açıklayıcı istatistik

	Mean	Std. Deviation	N
Firma performansı	43,1333	8,00170	45
firma performansı	19,3556	3,54936	45

Korelasyon

		Firma performansı	firma performansı
Firma performansı	Pearson Correlation	1	,532(**)
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	45	45
firma performansı	Pearson Correlation	,532(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	45	45

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analiz neticesinde p değeri (0,00)<0,05 olduğu için stratejik tedarikçi ortaklığı ile firma performansı arasında anlamlı yönde bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Korelasyon katsayısı $r=0,532$ dir. Aradaki ilişki pozitif yönlü ve nispeten güçlü bir ilişkidir. Stratejik tedarikçi ile çalışmak firma performansını olumlu yönde etki sağladığı görülmektedir. . Hipotez yapılan test sonucuna göre kabul edilir.

H2: müşteri ilişkileri ile firma performansı aralarında olumlu yönde bir ilişki bulunmaktadır.

İlgili hipotezin analizi için müşteri ilişkileri ile firma performansı arasındaki korelasyona bakılarak inceleme yapılmıştır. Buna göre;

Açıklayıcı istatistik

	Mean	Std. Deviation	N
Firma performansı	43,1333	8,00170	45
Müşteri memnuniyeti	19,8000	3,49415	45

Korelasyon

		Firma performansı	Müşteri memnuniyeti
Firma performansı	Pearson Correlation	1	,545(**)
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	45	45
Müşteri memnuniyeti	Pearson Correlation	,545(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	45	45

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analiz neticesinde p değeri (0,00)<0,05 olduğu için müşteri ilişkileri ile firma performansı arasında anlamlı yönde bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Korelasyon katsayısı $r=0,545$ dir. Aradaki ilişki pozitif yönlü ve nispeten güçlü bir ilişkidir. Müşteriler ile kurulan iyi ilişkiler firma performansını olumlu yönde etki sağladığı görülmektedir. . Hipotez yapılan test sonucuna göre kabul edilir.

H3: bilgi paylaşım düzeyi ile firma performansı aralarında olumlu yönde bir ilişki bulunmaktadır.

İlgili hipotezin analizi için bilgi paylaşım düzeyi ile firma performansı arasındaki korelasyona bakılarak inceleme yapılmıştır. Buna göre;

Açıklayıcı istatistik

	Mean	Std. Deviation	N
Firma performansı	43,1333	8,00170	45
bilgi paylaşımı	19,5111	4,85996	45

Korelasyon

		Firma performansı	bilgi paylaşımı
Firma performansı	Pearson Correlation	1	,486(**)
	Sig. (2-tailed)		,001
	N	45	45
bilgi paylaşımı	Pearson Correlation	,486(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,001	
	N	45	45

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analiz neticesinde p değeri (0,001)<0,05 olduğu için bilgi paylaşım düzeyi ile firma performansı arasında anlamlı yönde bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Korelasyon katsayısı $r=0,486$ dir. Aradaki ilişki pozitif yönlü ve orta güçlü bir ilişkidir. Bilgi paylaşımı arttıkça firma performansı da artmaktadır. Hipotez yapılan test sonucuna göre kabul edilir.

H5: Müşteri odaklılık faaliyetleri ile firma performansı aralarında olumlu yönde bir ilişki bulunmaktadır.

İlgili hipotezin analizi için müşteri odaklılık faaliyetleri ile firma performansı arasındaki korelasyona bakılarak inceleme yapılmıştır. Buna göre;

Açıklayıcı istatistik

	Mean	Std. Deviation	N
Firma performansı	43,1333	8,00170	45
müşteri odaklılık	20,9318	3,67517	44

Korelasyon

		Firma performansı	Müşteri odaklılık
Firma performansı	Pearson Correlation	1	,564(**)
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	45	44
müşteri odaklılık	Pearson Correlation	,564(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	44	44

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analiz neticesinde p değeri (0,000)<0,05 olduğu için müşteri odaklılık faaliyetleri ile firma performansı arasında anlamlı yönde bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Korelasyon katsayısı $r=0,564$ dir. Aradaki ilişki pozitif yönlü ve nispeten güçlü bir ilişkidir. Müşteri odaklı faaliyetler arttıkça firma performansı da artmaktadır. Hipotez yapılan test sonucuna göre kabul edilir.

H6: Liderlik faaliyetleri ile firma performansı aralarında olumlu yönde bir ilişki bulunmaktadır.

İlgili hipotezin analizi için liderlik faaliyetleri ile firma performansı arasındaki korelasyona bakılarak inceleme yapılmıştır. Buna göre;

Açıklayıcı istatistik

	Mean	Std. Deviation	N
Firma performansı	43,1333	8,00170	45
liderlik	22,8667	5,16808	45

Korelasyon

		Firma performansı	liderlik
Firma performansı	Pearson Correlation	1	,713(**)
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	45	45
liderlik	Pearson Correlation	,713(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	45	45

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analiz neticesinde p değeri (0,000)<0,05 olduğu için liderlik faaliyetleri ile firma performansı arasında anlamlı yönde bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Korelasyon katsayısı $r=0,713$ dür. Aradaki ilişki pozitif yönlü olduğunu ayrıca güçlü bir ilişkiye sahip olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Liderlik faaliyetleri arttıkça firma performansı da artmaktadır. Hipotez yapılan test sonucuna göre kabul edilir.

H7: Sürekli iyileşme faaliyetleri ile firma performansı aralarında olumlu yönde bir ilişki bulunmaktadır.

İlgili hipotezin analizi için sürekli iyileşme faaliyetleri ile firma performansı arasındaki korelasyona bakılarak inceleme yapılmıştır. Buna göre;

Açıklayıcı istatistik

	Mean	Std. Deviation	N
Firma performansı	43,1333	8,00170	45
Süreklilik	19,6667	3,70503	45

Korelasyon

		Firma performansı	Süreklilik
Firma performansı	Pearson Correlation	1	,685(**)
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	45	45
Süreklilik	Pearson Correlation	,685(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	45	45

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analiz neticesinde p değeri (0,000)<0,05 olduğu için sürekli iyileşme faaliyetleri ile firma performansı arasında anlamlı yönde bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Korelasyon katsayısı $r=0,685$ dir. Aradaki ilişki pozitif yönlü olduğunu ayrıca güçlü bir ilişkiye sahip olduğunu ortaya çıkarmaktadır. İyileştirme faaliyetleri arttıkça ve sürekli oldukça firma performansı da artmaktadır. Hipotez yapılan test sonucuna göre kabul edilir.

H8: Takım çalışması faaliyetleri ile firma performansı aralarında olumlu yönde bir ilişki bulunmaktadır.

İlgili hipotezin analizi için takım çalışması faaliyetleri ile firma performansı arasındaki korelasyona bakılarak inceleme yapılmıştır. Buna göre;

Açıklayıcı istatistik

	Mean	Std. Deviation	N
Firma performansı	43,1333	8,00170	45
Takım Çalışması	9,2222	1,96433	45

Korelasyon

		Firma performansı	Takım Çalışması
Firma performansı	Pearson Correlation	1	,442(**)
	Sig. (2-tailed)		,002
	N	45	45
Takım Çalışması	Pearson Correlation	,442(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,002	
	N	45	45

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analiz neticesinde p değeri (0,002)<0,05 olduğu için takım çalışması faaliyetleri ile firma performansı arasında anlamlı yönde bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Korelasyon katsayısı $r=0,442$ dir. Aradaki ilişki pozitif yönlü ve orta güçlükte bir ilişkidir. Firmadaki takı çalışması ve takım ruhu arttıkça ve sürekli oldukça firma performansı da artmaktadır. Hipotez yapılan test sonucuna göre kabul edilir.

H9: Tedarikçi kalitesi yönetimi faaliyetleri ile firma performansı aralarında olumlu yönde bir ilişki bulunmaktadır.

İlgili hipotezin analizi için takım tedarikçi kalitesi yönetimi faaliyetleri ile firma performansı arasındaki korelasyona bakılarak inceleme yapılmıştır. Buna göre;

Açıklayıcı istatistik

	Mean	Std. Deviation	N
Firma performansı	43,1333	8,00170	45
Tedarikçi Kalitesi	16,2444	2,58629	45

Korelasyon

		Firma performansı	Tedarikçi Kalitesi
Firma performansı	Pearson Correlation	1	,813(**)
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	45	45
Tedarikçi Kalitesi	Pearson Correlation	,813(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	45	45

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analiz neticesinde p değeri (0,000)<0,05 olduğu için tedarikçi kalitesi yönetimi faaliyetleri ile firma performansı arasında anlamlı yönde bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Korelasyon katsayısı $r=0,813$ dir. Aradaki ilişki pozitif yönlü ve oldukça güçlü bir ilişkidir. Firmanın tedarikçi kalitesinin artması firma performansını da artırdığı izlenmektedir. Hipotez yapılan test sonucuna göre kabul edilir.

H10: Eğitim faaliyetleri ile firma performansı aralarında olumlu yönde bir ilişki bulunmaktadır.

İlgili hipotezin analizi için eğitim faaliyetleri ile firma performansı arasındaki korelasyona bakılarak inceleme yapılmıştır. Buna göre;

Açıklayıcı istatistik

	Mean	Std. Deviation	N
Firma performansı	43,1333	8,00170	45
eğitim	15,9333	3,42053	45

Korelasyon

		Firma performansı	egitim
Firma performansı	Pearson Correlation	1	,751(**)
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	45	45
eğitim	Pearson Correlation	,751(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	45	45

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analiz neticesinde p değeri (0,000)<0,05 olduğu için eğitim faaliyetleri ile firma performansı arasında anlamlı yönde bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Korelasyon katsayısı $r=0,751$ dir. Aradaki ilişki pozitif yönlü ve oldukça güçlü bir ilişkidir. Firmanın çalışanlarının eğitim kalitesinin artması firma performansını da artırdığı izlenmektedir. Hipotez yapılan test sonucuna göre kabul edilir.

H11: Ürün tasarımı faaliyetleri ile firma performansı aralarında olumlu yönde bir ilişki bulunmaktadır.

İlgili hipotezin analizi için ürün tasarımı faaliyetleri ile firma performansı arasındaki korelasyona bakılarak inceleme yapılmıştır. Buna göre;

Açıklayıcı istatistik

	Mean	Std. Deviation	N
Firma performansı	43,1333	8,00170	45
Ürün Tasarımı	20,0000	4,16697	45

Korelasyon

		Firma performansı	Ürün Tasarımı
Firma performansı	Pearson Correlation	1	,712(**)
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	45	45
Ürün Tasarımı	Pearson Correlation	,712(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	45	45

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analiz neticesinde p değeri (0,000)<0,05 olduğu için ürün tasarımı faaliyetleri ile firma performansı arasında anlamlı yönde bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Korelasyon katsayısı $r=0,712$ dir. Aradaki ilişki pozitif yönlü ve oldukça güçlü bir ilişkidir. Firmanın ürün tasarımı faaliyetlerinin artması firma performansını da artırdığı izlenmektedir. Hipotez yapılan test sonucuna göre kabul edilir.

H12: Süreç yönetimi faaliyetleri ile firma performansı aralarında olumlu yönde bir ilişki bulunmaktadır.

İlgili hipotezin analizi için süreç yönetimi faaliyetleri ile firma performansı arasındaki korelasyona bakılarak inceleme yapılmıştır. Buna göre;

Açıklayıcı istatistik

	Mean	Std. Deviation	N
Firma performansı	43,1333	8,00170	45
Süreç yönetimi	15,6667	3,11156	45

Korelasyon

		Firma performansı	Süreç yönetimi
Firma performansı	Pearson Correlation	1	,660(**)
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	45	45
Süreç yönetimi	Pearson Correlation	,660(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	45	45

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analiz neticesinde p değeri (0,000)<0,05 olduğu için süreç yönetimi faaliyetleri ile firma performansı arasında anlamlı yönde bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Korelasyon katsayısı $r=0,660$ dır. Aradaki ilişki pozitif yönlü olduğunu ayrıca güçlü bir ilişkiye sahip olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Firmanın süreç yönetim faaliyetlerinin artması firma performansını da artırdığı izlenmektedir. Hipotez yapılan test sonucuna göre kabul edilir.

4. SONUÇ

Tedarik Zinciri Yönetiminde farklı sektörde olduğu üzere otomotiv sektöründe de günden güne teknolojinin günden güne gelişiminden dolayı, ürünlerin, sunulan hizmetlerin daha hızlı ve güvenilir olması müşteri açısından memnuniyet oluşturacaktır. Özellikle tedarik zinciri yönetiminde otomotiv sektöründeki gereksinimi karşılamaya yönelik kullanılması müşteri memnuniyetinin artması yönündedir.

Sunulan hizmetin, tedarik zinciri yönetiminde müşterilerin istekleri doğrultusunda, doğru zamanda olması, doğru ücret olması, çok maliyet oranı olmadan alıcıya ulaşmasındaki gereksinimde oldukça önemli bir yer almaktadır. Tedarik Zinciri Yönetimi özelliği sayesinde, temel iş süreçlerinde uyumun sağlanması, müşteri memnuniyetinin artmasında otomotiv sektöründeki stratejilerinde oluşmasında yapılanmayı sağlamaktadır.

Tedarik Zinciri Yönetiminden özellikle beklenilmekte olan sonuçların elde edilmesi ise otomotiv firmalarında alıcıların ve satıcıların arasında olan iletişimin sağlanmasında önem taşımaktadır. Bu şartlar ile tedarik zinciri yönetim sürecinde, karşılık şekilde olumlu ve olumsuz yönde bilgi paylaşımı yapılması, işbirliği uygulanması, müşteri memnuniyeti yönünde birbirleri ile aynı hedefte birleşme ve bütünleşmeyi gerektirmektedir.

KAYNAKÇA

- Arabacı, Baki. Müşteri Hizmetleri ve CRM. 1. bs. İstanbul: Kum Saati Yayın Dağıtım, 2008: 30-31.
- Bayuk, Nedim. "Global Çağda Müşteri ve Pazarlama Anlayışı". Pazarlama Dünyası Dergisi. c. 5 (2006): 30-35.
- Bullinger, H.-J. Kühner, M. ve Van Hoof, A. (2002). Analysing Supply Chain Performance Using A Balanced Measurement Method. International Journal of Production Research, 40 (15), 3533-3543.
- Byrd T. ve Davidson, N. (2003). Examining possible antecedents of IT impact on the supply chain and its effect on firm performance. Information & Management, 41 (2), 243-255
- Brown, Andrew. Müşteri Hizmetleri Yönetimi. Ankara: M.E. B. Yayını, 1995: 3-4.
- Chen, I. J. ve Paulraj, A. (2004). Understanding Supply Chain Management: Critical Research and A Theoretical Framework. Int. J. Prod. Res., 42 (1), 131-163.
- Chopra, S. ve Meindl, P. (2007). Supply Chain Management (Third edition), New Jersey: Pearson Education Inc. Fourth Edition.
- Dinçer, Ömer. Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası, Beta Yayınları, 5. bs. İstanbul: Beta Yayınları, 1998
- Evans, G.N., M.M. Naim ve D.R. Towill, (1993). Dynamic Supply Chain Performance: Assessing the Impact of Information System., Logistics Information Management, 6 (4), 15-25.
- Fisher, M. L. (1997). What Is The Right Supply Chain For Your Product, Harvard Business Review, March-April, 105-116.
- Gosney, John, Thomas Boehm. "Customer Relationship Management Essentials". Indianapolis, IN: Prima Publishing, 2000.
- Hilletofth, P. (2009). How to Develop A Differentiated Supply Chain Strategy. Industrial Management & Data Systems, 109 (1),16-33.

- Kırım, A. (1999) Yeni Dünyada Strateji ve Yönetim, Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Kırım, A. (2001) Strateji ve Birebir Pazarlama CRM, Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Lambert, D. M., ve Cooper M. C. (2000). Issues in Supply Chain Management, Industrial Marketing Management, 29 (1), 65-83
- Min, H. ve Zhou, G. (2002). Supply Chain Modeling: Past, Present and Future. Computers & Industrial Engineering, 43, 231–249
- Min, S. ve Mentzer, J.T. (2000), The Role of Marketing in Supply Chain Management. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 30 (9),765-87.
- Nickles, T., Mueller, J., & Takacs, T. (1998). Strategy, information technology & the supply chain: Managing information technology for success, not just survival.
- Odabaşı, Y. (2000) Satışta ve Pazarlamada Müşteri İlişkileri Yönetimi, Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Peppers, D. (2001) Alınlarında Yazmıyor. Capital Ek' den Yıldız A (2002) Müşteri İlişkileri Yönetiminde Bilgi Teknolojilerinin Kullanımı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Qi, Y., Zhao, X., Sheu, C., (2011). The Impact of Competitive Strategy And Supply Chain Strategy On Business Performance: The Role Of Environmental Uncertainty. Decision Sciences, 42 (2), 371-389.
- Reichheld, F. (1996) The Loyalty Effect, Harvard Business School Pres,
- Segars, A. H. ve Grover, V.(1998). Strategic Information Systems Planning Success: An Investigation of the Construct and Its Measurement. MIS Quarterly, 22 (2), 139-163
- Tao, X. (2009). Performance Evaluation Of Supply Chain Based On Fuzzy MatterElement Theory. International Conference On Information Management, Innovation Management And Industrial Engineering, 26-27 Aralık 2009, Xian, China, 549-552.
- Ülgen, H. ve Mirze, S. K. (2004), İşletmelerde Stratejik Yönetim. Literatür Yayıncılık.
- Vitasek, K., Manrodt, K. B.,ve Abbott, J., (2005).What makes a lean supply chain? Supply Chain Management Review, 9 (7), 39-45.
- Yıldız, A. (2002) Müşteri İlişkileri Yönetiminde Bilgi Teknolojilerinin Kullanımı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Web of Science’da Veri Metin Madenciliği

Gamze Yıldız Erduran

Trakya Üniversitesi, Edirne, Türkiye, gamzeerduran@trakya.edu.tr

orcid.org/0000-0002-3706-1566

ÖZ

Veri madenciliği büyük veriden anlamlı ve gizli bilgi çıkarmaya yönelik bir araştırma alanıdır. Sayısal veri üzerinde çalışılan bu alan yaygın kullanım alanına sahiptir. Bu araştırma alanına bağlı olarak gelişen metin madenciliği ise sayısal olmayan büyük veriyi sayısal yöntemler ile anlamlandırmaya çalıştığı için kısıtlı bir alanda gelişme göstermektedir. Web of Science arama motorunda veri madenciliği ve veri metin madenciliği alanındaki çalışmalar tarandığında veri madenciliği konusunda 8000 araştırmaya ulaşılmışken veri metin madenciliği konusunda 335 adet araştırmaya ulaşılmaktadır.

Bu araştırmada Web of Science da yayınlanan, veri metin madenciliği konusunda çalışılmış 335 araştırmanın özet ve anahtar kelimeleri metin madenciliği yöntemleri ile analiz edilmiştir. Araştırma özet ve anahtar kelimeleri veri ön işleme sürecinden geçirilerek kelime frekansları belirlenmiş ve kümeleme analizi kullanılarak araştırmalar Web of Science ın sınıflandırmasından farklı olarak gruplandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Veri madenciliği, Metin Madenciliği, Kümeleme Analizi, Web of Science

JEL Kodları: C38, C80, C88

Data Text Mining in Web of Science

ABSTRACT

Data mining is a field of research aimed at extracting meaningful and confidential information from big data. This field working on digital data has widespread usage. Text mining, which develops depending on this research field, develops in a limited area as it seeks to give the meaning to big non-numeric data with numerical methods. When the studies of data mining and data text mining in the Web of Science search engine are investigated, 8000 studies on data mining are attained whereas 335 studies on data text mining are found.

In this research, the abstracts and keywords of 335 studies on data text mining published in Web of Science were analyzed by text mining methods. By making research abstracts and keywords go through the data preprocessing process, the word frequencies were determined and by using clustering analysis, the studies were grouped differently from the classification of the Web of Science.

Keywords: Data Mining, Text Mining, Cluster Analysis, Web of Science

JEL Codes: C38, C80, C88

1. GİRİŞ

Web of Science, birçok farklı akademik disipline ait çalışmaların yayınlandığı dergi veya konferans bilgilerinin, özetlerinin ve atıf verilerinin yer aldığı birçok veritabanına erişim sağlayabilen bir ağ sistemidir. Birçok analitik tabanlı ve büyük ölçekli hizmet sağlayıcı işletmeye sahip olan Clarivate Analytics şirketi tarafından 2016 yılında Thompson Reuters'dan devralınmıştır.

Web of Science, benzer araştırmalar arasında bağlantı kurarak literatüre katkı sağlamayı amaçlayan atıf endeksleme sistemine sahiptir. Araştırma yapılacak konu ile ilgili hem referans hem de içerik bilgilerini kullanarak alanda kayıtlı tüm yayınlara bağlantı sağlamaktadır. Araştırmacıların çalıştıkları konuya ilişkin web of science bağlantılarını kullanması akademik literatüre ilişkin anlamlı tarama sonuçları vermektedir. Bu çıkarımdan hareketle, bu çalışmada öncelikle “veri metin madenciliği” literatürdeki yeri, hangi alanlarda çalışılan bir konu olduğu, hangi alanlarda gelişime kaydettiği ve hangi alanlarda boşlukları olduğu sorularını cevaplamak amacıyla web of science içinde taranmıştır.

Web of Science'a ait verilere göre, Veri Metin Madenciliği konusunda yapılan ilk yayınlar 1997 tarihli ve 2005 tarihine kadar yılda birkaç yayınlı sınırlı kalmıştır. Ancak 2010 yılından sonra bu alanda yapılan çalışma sayıları artmış ve yılda 25'den fazla sayıda yayına ulaşılmıştır. En fazla veri metin madenciliği yayını ise 48 adet ile 2019 yılında yayınlanmıştır. Yayınlar ülkelere göre incelendiğinde en fazla çalışma sırasıyla ABD (94), Çin (40), Japonya (28), Hindistan (26) ve İngiltere (25) dir. Ayrıca yayınlanan metinlerin ikisinin Japonca, ikisinin Portekizce olması dışında tamamı İngilizce dilindedir.

Veri metin madenciliğinin hangi alanlarda çalıştığı incelendiğinde Bilgisayar Bilimleri 195 kayıt ile en üst sırada yer almaktadır. Mühendislik (67), Matematik (26), Bilgi ve Kütüphane Bilimleri (22) ve Medikal Bilimleri (15) bilim alanları arasında en üst sıralardadır. İşletme ve Ekonomi gibi sosyal bilimleri kapsayan alanlar veri metin madenciliğinde en alt sıralarda değilse de sadece 13 yayına sahiptir. Sosyoloji ve Psikoloji gibi sosyal bilimlerin birey ve toplumla ilgili en geniş yelpazeye sahip alanlarında ise sadece üç yayın bulunmaktadır.

Dergi isimlerine göre sınıflandırıldığında en fazla veri metin madenciliği yayını barındıran dergiler sırasıyla; Computer Science Information Systems (93), Computer Science Artificial Intelligence (88), Computer Science Theory Methods (60) ve Engineering Electrical Electronic (43)'dir. İsminde bilgisayar ve mühendislik kelimeleri yer almayan diğer bilim alanlarında yayınlanan 17 derginin toplamı incelendiğinde 187 yayına ulaşılmaktadır. Web of Science'da yer alan 66 farklı bilim kategorisinde ise veri metin madenciliğine dair hiçbir yayın bulunmamaktadır. Yayın sahibi organizasyonlar incelendiğinde ilk üç isim; University of California System (9), University of Illinois System (8) ve KU Leuven (6)'dir. Yazar kayıtlarında ise ilk üçü Dursun Delen (15), John Elder (12) ve Andrew Fast (12) oluşturmaktadır. Aynı zamanda bu üç yazar 2012'de Elsevier tarafından yayınlanan Practical Text Mining kitabının yazarlarındandır.

Literatürde veri metin madenciliği ismiyle tarandığında daha kapsamlı yayına ulaşıldığı için metin madenciliği olarak da kullanılmasına rağmen araştırma konusunun “veri metin madenciliği” olarak kullanılmasına karar verilmiştir ve araştırma boyunca VMM olarak ifade edilecektir. Web of Science taramasında elde edilen bilgiler bir tür içerik analizi sonucu gibi değerlendirilebilir ancak bu çalışmada asıl belirlenmek istenen bilimsel alanları farklı olsa da yayınların içeriğine göre benzer ve farklı noktalarının neler olduğudur.

2. ARAŞTIRMA

2.1. Araştırmanın Amacı

Yapılandırılmamış büyük miktardaki veriden yarı otomatik bir süreçle bilgi elde etme süreci olarak adlandırılan VMM, üretilen ve depolanan verinin sürekli artmasıyla tüm bilim alanlarında ihtiyaç

duyulan bir analiz yöntemi olmaya başlamıştır (Delen ve Crossland, 2008). Doğal dil işleme (NLP) çalışmalarından önce genellikle bir kataloglama çalışması olmaktan ileri gidemeyen bu alan (Miner vd., 2012: 3-4), makine öğrenimi ve yapay zeka gibi alanlarının da katkısıyla her geçen yıl gelişmekte ve birçok bilimsel alanda tercih edilen bir analiz türü olmaktadır. Yapısal olmayan verileri kullanan VMM en fazla bilgisayar bilimleri ve mühendislik alanlarında çalışılmaktadır. Metinlerin sayısallaştırılarak istatistiksel olarak anlamlandırılması süreci olarak tanımlanabilecek VMM, en fazla metin verisine sahip olan sosyal bilimlerde henüz çok az sayıda yayına sahiptir.

Bu araştırmada, bilimsel indeksleme konusunda tüm dünyada kabul gören Web of Science ağ sistemi veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Web of Science’ın dünyada kabul görmesi ve birçok veri tabanı ile bağlantı kurması, akademik alanda yapılan VMM çalışmalarının büyük kısmına ulaşılmasına imkan vermektedir. Bu araştırmada iki ana amaç belirlenmiştir. İlki, literatürdeki verilerin büyük kısmına ulaşılabilme olanağını kullanarak VMM konusunda yayınlanan çalışmalardaki benzer ve farklılıkları ortaya çıkarmaktır. Diğer amaç ise, Web of Science’ın sınıflandırma kategorilerinden ayrı olarak VMM kümeleme yöntemi kullanarak VMM yayınlarını gruplandırmaktır.

2.2. Araştırma Yöntemi

Araştırmada, Web of Science’da yer alan tüm VMM yayın özetleri ve yayınların anahtar kelimelerinden oluşan metinler toplanarak bir veri seti oluşturulmuştur. VMM konulu yayınlarda kullanılan kelime ve kelime gruplarına istinaden ortak veya farklı değişkenler belirlenmiş ve bu değişkenlerden anlamlı çıkarımlar elde edilmiştir. Yayın özetleri öncelikle veri ön işleme sürecinden geçirilerek yapılandırılmamış veri, yapılandırılmış veriye dönüştürülmüştür. Ardından elde edilen kelime/kelime gruplarının varlık, yokluk ve sıklıkları hesaplanmıştır. Son olarak, veri madenciliği yöntemlerinden kümeleme analizi kullanılarak yayın metinlerinin anlamlı gruplara ayrılıp ayrılmadığı incelenmiştir. Kümeleme analizinde silhouette genişliği değeri referans alınmış ve en yüksek referans değerine göre en anlamlı küme sayısı belirlenmiştir.

3. BULGULAR

VMM yayınlarının özet metinleri yapılandırılmamış, belli bir düzene sahip olmayan verilerdir. Bu veriyi yapılandırılmış hale dönüştürmek için yapılması gereken ilk işlem veri ön işleme süreci olarak adlandırılmaktadır. Veri ön işleme sürecinde; kelime köklerine ayırma, aynı kökten gelen kelimeleri bulma, metin içerisindeki boşlukların arasında kalan kelimeleri ayrıştırma, isteğe bağlı olarak kelimelere harf sınırı belirleme, büyük harfleri küçük harfe dönüştürme gibi işlemler yapılarak veriler yapılandırılmış düzenli bir forma dönüştürülmektedir.

Veri ön işleme sürecinde, her kelime veya kelime grubu bir değişken olarak metinde ve dökümanda geçme sıklıklarıyla birlikte hesaplanarak belge-kelime tablosu oluşturulmuştur. Belge-kelime tablosunda toplam değer ilgili kelimenin tüm veri seti içerisinde kaç kez geçtiğini, döküman değeri ise ilgili kelimenin kaç özet metni içerisinde tekrar ettiğini ifade etmektedir. İki değerden birine göre değerlendirme yapmak analiz sonuçlarının yorumlanmasında eksikliğe yol açabilmektedir. Örneğin; tüm veri setinde en fazla tekrarlanan kelime “patient (hastalık)” toplamda 79 kez kullanılmış ancak 335 özet içerisinde sadece 20 özet içerisinde yer almaktadır. Dolayısıyla VMM analizi yapılan yayınların %23’ünün değil, %0,6’sının “patient (hastalık)” konusu ile ilgili olduğu belirtmek doğru olacaktır.

Tablo 1 incelendiğinde en sık kullanılan kelimeler “patient (hastalık), medicine (tıp), disease (hastalık), social (sosyal), service (hizmet), product (ürün), construct (kurmak)” dır. Ancak kelimelerin döküman değeri incelendiğinde en yüksek döküman değerine sahip olan kelimeler farklıdır. Döküman değeri en yüksek olan kelimeler ise “cluster (kümeleme - 43), machine learn (makine öğrenmesi - 32), automatic (otomatik - 31), measure (ölçüm -30), NLP (doğal dil işleme -30), data mine method (veri madenciliği yöntemi - 30)” şeklinde sıralanmaktadır. Dolayısıyla VMM yayınlarının özetlerinde genellikle veri madenciliğinde kullanılan yöntem ve tekniklerin yer aldığı ifade edilebilir.

VMM yöntemlerinden sınıflandırma, kümeleme ve birliktelik analizinin özetlerde geçme sıklığı incelendiğinde en fazla kümeleme (45), ardından sınıflandırma (17) ve en az ise birliktelik analizi (9) kullanıldığı belirlenmiştir. Kümeleme analizi birçok özetde gruplandırma olarak da ifade edilmektedir ve 5 özet içinde gruplandırma olarak yer almaktadır. VMM’de kullanılan tekniklerden doğal dil işleme (NLP - 30), makine öğrenimi (machine learning - 32) ve sinir ağları (neural network -16) özetlerde yer almıştır.

VMM verilerinin toplanması konusunda özetlerde verilen bilgilerde en fazla roman (novel -27), çevrimiçi platformlar (online - 27), sosyal ağlar (social networks -19), sosyal medya (social media -18) ve haberler (news -17) kullanılmıştır. Veri yapılarıyla ilgili unstructure (yapılandırılmamış) ve structure kelimeleri sıklıkla kullanılmıştır. VMM’nin en önemli sonucu olan veriden bilgi keşfi ise knowledge_discover ve knowledge_from ifadeleriyle yer almaktadır.

Veri ön işleme sonucunda oluşturulan kelime frekansları tablosunda sadece belirtilen kelimeler yer almamaktadır. Bağlaç ve edatlar gibi kendi başına anlamı olmayan dilbilgisi kavramları belge-kelime tablosunda yer almasına rağmen konu ile ilişkisi olmaması sebebiyle açıklanmamaktadır. Ayrıca genellikle bilimsel yayın özetlerin büyük çoğunluğunda kullanılan “aim, paper presents..., abstract, keywords” gibi kelimeler de araştırmanın amacı dışında olması sebebiyle göz ardı edilmiştir.

Tablo 1. Belge-Kelime Tablosu Sık Geçen Kelimeler Örneği

Değişken	Toplam Değer	Döküman Değeri
Patient	79	20
Medicine	74	31
Disease	71	24
Social	69	29
Sevice	67	30
Product	64	25
Construct	62	31
Biolog	60	25
Biomed	59	23
Keyword	59	23
Factor	56	22
Record	56	27
Custom	55	17
Rule	54	20
Project	51	25
Textual_data	51	25
Discover	47	30
Group	46	24
Media	46	23
Trend	46	25
Domain	45	28

Concept	44	21
Patent	44	9

Kümeleme analizi veri setini benzer alt kümelere ayırma işlemidir. Kümeleme analizinde verilerin gruplandırılmasında benzerlikler ve benzer olmama durumu olarak farklılıklar da kullanılabilir. Analizin amacı, heterojen veri setlerinin homojen veri gruplarına dönüştürülmesidir. Bu araştırmada hiyerarşik olmayan kümeleme algoritmalarından k-ortalama algoritması kullanılmıştır. K-ortalama algoritması kullanılarak k küme sayısı –rastgele- olarak çeşitli sayılarda denenmiş, en anlamlı küme yapısı silhouette genişliğini en yüksek vermesi sebebiyle 15 küme olarak belirlenmiştir. Uzaklık hesaplama ölçütü olarak öklit uzaklık formülü, performans değeri olarak silhouette genişliği değeri kullanılmıştır. Oluşan kümeler ve performans değerleri Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 2. Kümeleme Analizi Sonuçları

Küme 1: 12 öge	Silhouette genişliği: 0,65
Küme 2: 8 öge	Silhouette genişliği: 0,165
Küme 3: 23 öge	Silhouette genişliği: 0,00
Küme 4: 36 öge	Silhouette genişliği: 0,006
Küme 5: 26 öge	Silhouette genişliği: 0,018
Küme 6: 17 öge	Silhouette genişliği: 0,031
Küme 7: 22 öge	Silhouette genişliği: 0,056
Küme 8: 27 öge	Silhouette genişliği: 0,011
Küme 9: 27 öge	Silhouette genişliği: 0,044
Küme 10: 18 öge	Silhouette genişliği: 0,009
Küme 11: 6 öge	Silhouette genişliği: 0,876
Küme 12: 43 öge	Silhouette genişliği: 0,001
Küme 13: 25 öge	Silhouette genişliği: 0,007
Küme 14: 29 öge	Silhouette genişliği: 0,029
Küme 15: 16 öge	Silhouette genişliği: 0,025
Toplam: 335 Öne	Ortalama silhouette genişliği: 0,060

Küme sayısının anlamlı olması +1 ile -1 arasında değer alan silhouette genişlik değerine göre belirlenmektedir. Kümelerin kendi içlerindeki ve kendi aralarındaki ortalama uzaklık ile bu değer hesaplanır. Kümeleme analizi sonucunda, tüm veri setinin ortalama silhouette genişlik değeri 0,060 olarak bulunmuştur. Silhouette genişlik değerinin 0,5’den küçük olması, kabul edilebilir bir küme yapısı oluşturulmadığını ifade etmektedir. Veri sayısı arttırıldığında daha anlamlı kümelerin oluşacağı söylenebilir. Ancak Küme 1 (0,65) ve Küme 11 (0,876) kendi aralarında anlamlı kümelerdir. Ayrıca kümelerin komşulukları incelendiğinde Küme 1 ve Küme 11’in en yakın komşu kümeler olduğu görülmektedir.

Küme 1’i oluşturan özetlerin id numaraları “222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232 ve 238” dir. Küme 11’i oluşturan özet id numaraları ise “246, 247, 248, 249, 250 ve 251” dir.

Kümeleme analiz sonucunda kümelerin döküman benzerliklerinin oluşmasını sağlayan kelime listesi oluşturulmuştur. Küme 1’de döküman benzerliğini en yüksek kelimeler “analysis_structure, case_study, construct, data_applic, detect, example, introduct, mine_algorithm, datamine, mine_statist, mine_tool,

practical_text, statist_analysis, structure_text, survey” dir. Dolayısıyla, Küme 1’in veri madenciliği ve istatistiksel analizlerin yoğun olarak kullanıldığı yayınları temsil ettiği ifade edilebilir. Kümeleme analizi sonucunda Küme 1’e giren tüm yayınlar tek tek kontrol edildiğinde de “Practical text mining and statistical analysis for non-structured text data applications” dergisinde yer alan yayınlar olduğu gözlenmiştir. Küme 11’i en iyi temsil eden kelimeler ise “database, bio_information, fusion, learn method, machine learning” dir. Bu kümedeki yayınların tamamı da “Kernal-Based data fusion for machine learning methods and applications in bioinformatics and text mining” dergisinde yer almaktadır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

VMM, birçok bilimsel çalışma alanında tercih edilen bir analiz yöntemidir ve özellikle son on yıl içerisinde araştırmalarda kullanımı hızla artmaktadır. Büyük miktarda veriden gizli örüntü ve bilgi çıkarımı olarak tanımlanan veri madenciliği, yapısal olmayan metin verilerine de uygulanmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle var olan verilerin sayısal değil de metin halinde bulunması VMM’nin uygulama alanını genişletmektedir.

VMM çalışmaları ilk yıllarda bilgisayar bilimleri ve mühendislik alanlarında sıklıkla tercih edilmiştir. Ancak yapay sinir ağları, doğal dil işleme ve makine öğreniminin gelişmesi ve paket programların analizi kolay uygulanabilir hale getirmesiyle sağlık bilimlerinde tıp ve medikal ile sosyal bilimlerde işletme, ekonomi ve pazarlama alanlarında daha sık tercih edilmeye başlamıştır. Ancak sosyoloji ve psikoloji gibi birebir insan ve toplumu etkileyen alanlarda sadece üç çalışma bulunması halen eksik olduğu önemli çalışma alanları olduğunu göstermektedir.

VMM konusunda en fazla yayına sahip ülkeler; ABD, Çin, Japonya, Hindistan ve İngiltere olarak sıralanmaktadır. Aynı zamanda bu sıralamanın dünyanın en büyük ekonomileri (ABD, Çin, Japonya, Almaya, UK, Fransa, Hindistan) sıralamasına olan benzerliği dikkat çekmektedir. Gelişmiş ülkelerin katma değeri yüksek hizmet işletmelerine yatırım yaptığı ve teknolojinin bu yatırımlar içindeki payının yüksek olduğu düşünüldüğünde bilimsel birikimin de aynı yönde hareket ettiği görülmektedir.

Web of Science’da yayınlanan VMM konulu çalışmalarda en fazla kullanılan kelimeler incelendiğinde “kümeleme, sınıflandırma, birliktelik, makine öğrenimi ve doğal dil işleme” gibi yöntem ve tekniklerin sıklıkla yer aldığı ifade edilebilir. Veri toplama araçlarına yönelik inceleme yapıldığında ise romanlar, haberler, sosyal medya ve sosyal ağlardan yararlanıldığı belirlenmiştir.

Kümeleme analizi sonucunda anlamlı bir gruplandırma oluşmamıştır. Ancak en yüksek referans değere sahip iki küme incelendiğinde aynı dergiye ait yayınların aynı kümeyi temsil ettiği belirlenmiştir. Dolayısıyla kümeleme analizinin temel amacı olan birimleri sahip oldukları karakteristik özelliklere göre gruplandırılması gerçekleşmiştir. Veri sayısı arttırıldığında kümeleme analizinin daha anlamlı sonuçlara ulaşması sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

Delen, D. Ve Crossland, M.D. (2008). Seeding the survey and analysis of research literature with text mining. *Expert Systems with Applications*, 34(3), 1707. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.01.035>

Miner, G., Elder, J., Fast, A., Hill, T., Nisbet, R. Ve Delen, D. (2012). Practical text mining and statistical analysis for non-structured text data applications. UK, USA: Academic Press.

Bütünleşik Critic - Copras Modeli ile Enerji Sektöründe Finansal Performans Ölçümü

Nazlı ERSOY

Research Assistant, Kilis 7 Aralık University, Kilis, Turkey, ersoynazli3@gmail.com
orcid.org/0000-0003-0011-2216.

ÖZ

Bu çalışmada, FORTUNE500 listesinde yer alan ve enerji sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, 2017 yılı itibarıyla net satış gelirleri bakımından ilk iki sırada yer alan enerji firmaları; likidite, karlılık, faaliyet ve finansal yapı oranları kapsamındaki 8 orana göre karşılaştırmaya tabi tutulmuştur. Bu doğrultuda, kriter ağırlıkları CRITIC yöntemiyle belirlenmiş, alternatifler bazında performans değerlendirmesi ise COPRAS yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre en yüksek finansal performansa sahip olan işletmenin TÜPRAŞ olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Performans Analizi, Enerji Sektörü, ÇKKV, Critic, Copras.

JEL Kodları: G10, C61, M40

Applying Integrated Critic-Copras Model for Financial Performance Evaluation in Energy Sector

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the financial performances of energy companies listed in the FORTUNE 500. In this context, the top two energy companies for their net sales revenues as of 2017 were compared according to 8 ratios in terms of liquidity, profitability, activity and financial structure. Accordingly, CRITIC method was used to determine the criteria weights, and COPRAS method was used to evaluate the performance based on alternatives. According to the findings, TÜPRAŞ had the highest financial performance.

Keywords: Performance Analysis, Energy Sector, MCDM, Critic, Copras

JEL Codes: G10, C61, M40

1. GİRİŞ

Günümüz küresel rekabet ortamında, firma düzeyinde ve sektör bazında yapılan finansal performansa dayalı değerlendirmeler, yalnızca yöneticiler, mevcut yatırımcılar ve kuruluşlar için değil; aynı zamanda aynı sektörde yer alan firmalar için de büyük bir öneme sahiptir (Yalçın vd., 2012: 350). Finansal performans analizi, bir işletmenin finansal tablolarından yararlanılarak faaliyet ve finansal yapı özelliklerinin belirlenmesi sürecidir. Böyle bir analizin amacı, işletmenin finansal kayıt ve raporlarından elde edilen bilgilerle, işletme verimliliğini ve performansını belirlemektir (Bhunja vd., 2011: 269).

Finansal performans değerlendirmesi için kullanılan yöntemlerin başında ise Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri gelmektedir (Aytekin ve Sakarya, 2013: 31). Farklı özelliklere sahip alternatifler arasından belirlenen kriterlere göre optimal olanın seçilmesi şeklinde ifade edilen ÇKKV sürecinde, kriterlere atanan önem düzeyleri karar vericiler tarafından nesnel bir şekilde belirlenir ve değerlendirme sonucunda alternatiflerin performans değerleri kriter ağırlıkları ile çarpılarak alternatiflere ilişkin skorlar elde edilir (Özden, 2009: 63-64).

Bu çalışmada, FORTUNE 500 listesinde yer alan ve 2017 yılı itibarıyla net satış gelirleri bakımından ilk 2 sırayı paylaşan Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. ve Enerji Piyasaları İşletme A.Ş. firmalarının finansal performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, ÇKKV tekniklerinden CRITIC ve COPRAS yöntemleri tercih edilmiş ve likidite, karlılık, finansal yapı ve faaliyet oranları kapsamında belirlenen 8 kriter firmaların performans sıralamasını belirlemek amacıyla analize dâhil edilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde; finansal performansın farklı sektörlerde, farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak değerlendirildiği çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür. Bahsi geçen çalışmalarda, ÇKKV yöntemlerinin tekil kullanımlarının yanı sıra, hibrit kullanımlarına da rastlamak mümkündür. Ayrıca, bulanık mantık gibi dilsel değişkenlerin karar sürecine dâhil edilmesini sağlayan yöntemlerin kullanımlarına da sıkça rastlanmaktadır. Ulusal ve uluslararası literatürde yer alan finansal performansın ÇKKV yöntemleri ile değerlendirildiği çalışmalara aşağıdaki örnekler verilebilir.

Feng ve Wang (2000), Tayvan'da faaliyet gösteren 5 büyük havayolu işletmesinin finansal performansını TOPSIS ve Gri İlişkisel Analiz yöntemlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda, üretim etkinliğini değerlendirmede ulaşım ile ilgili göstergelerin finansal oranlara kıyasla daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Halkos ve Tzeremes (2012), Yunanistan imalat sektöründe faaliyet gösteren 23 firmanın etkinlik ve finansal performanslarını Veri Zarflama Analizi yöntemini kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda, kullanılan finansal oranların performans değerlendirmesi için tek başına yeterli olmadığı, duyarlılık analizleriyle birlikte etkinlik skorlarının yükseldiği sonucuna varmışlardır.

Shaverdi vd. (2014), İran Petrokimya sektöründe faaliyet gösteren 7 işletmenin finansal performanslarını değerlendirmek amacıyla Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yaklaşımından faydalanmışlardır. 15 adet finansal rasyonun kullanıldığı çalışmada, Arak petrokimya şirketinin finansal performans bakımından ilk sırada yer aldığı tespit edilmiştir.

Rezaie vd. (2014), Tahran Borsasında faaliyet gösteren 27 İran çimento firmasının 2008 - 2009 yılı performanslarını bulanık AHP-VIKOR yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Analiz sonucunda, 2008 yılında Ghaen, Urmia ile Fars ve Khoozestan çimento firmaları; 2009 yılında ise Hormozgan çimento firması en yüksek performansa sahip olan firmalar olarak tespit edilmiştir.

Ghadikolaei ve Esbouei (2014), Tahran borsasında işlem gören otomotiv ve parça imalat sektöründe yer alan firmaların finansal performansını bulanık AHP ve bulanık ARAS yöntemlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda, kullanılan entegre modelin finansal performans ölçümünde rahatlıkla kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Çakır ve Perçin (2013), çalışmalarında FORTUNE 500 listesinde yer alan 10 lojistik firmasının performansını CRITIC-SAW, TOPSIS ve VIKOR entegre modelini kullanarak değerlendirmişlerdir. 2011 yılı verilerinin kullanıldığı çalışmada, farklı tekniklerle elde edilen sıralamalar Borda Sayım yöntemi kullanılarak bütünleşik tek bir sıralama haline getirilmiş ve söz konusu modelin performans ölçümü için uygun olduğu tespit edilmiştir.

Ersoy (2017), perakende sektöründe faaliyet gösteren ve FORTUNE 500 listesinde yer alan 10 firmanın 2010-2014 yılları aralığındaki finansal performansını likidite, karlılık, faaliyet ve finansal yapı oranlarını kullanarak ÇKKV yöntemleri ile değerlendirmiştir. Her bir kriterin ağırlığının atandığı çalışmada, alternatifler bazında performans değerlendirmesi TOPSIS, MAUT ve SAW teknikleri ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonunda, kullanılan yöntemlere göre performans sıralamalarının farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Özdağoğlu vd. (2017), Borsa İstanbul'da işlem gören imalat şirketlerinin finansal performanslarını Gri İlişkisel Analiz yöntemi ile değerlendirmiştir. 98 firmanın 2015 yılına ait finansal performansı, 11 finansal oran temelinde değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda, en yüksek performansı bir kırtasiye firmasının gösterdiği tespit edilmiştir.

Doğan (2013), İMKB'de işlem gören 10 bankanın 2005-2011 yılları aralığındaki finansal performansını Gri İlişkisel Analiz yöntemini kullanarak değerlendirmiştir. Araştırma sonunda, varlık karlılığı yüksek olan bir bankanın finansal performansının da yüksek olacağı sonucuna varılmıştır.

Literatür taraması sonucunda finansal performansın değerlendirilmesinde kullanılan göstergelerin ağırlıklarının ise çalışmadan çalışmaya farklılaştığı gözlemlenmiştir. Bu kapsamda, göstergelere eşit ağırlık veren çalışmaların (Peker ve Baki, 2011 ; Bülbül ve Köse, 2016) yanı sıra; birden çok farklı teknik kullanılarak ağırlıkların belirlendiği çalışmalara (Taşabat vd., 2015); objektif yöntemler kullanarak kriterlere ağırlıkların atandığı çalışmalara (Ural vd., 2018) ve ağırlıkların uzman grup eşliğinde öznel bir şekilde belirlendiği çalışmalara (Ömürbek ve Kınay, 2013; Türkmen ve Çağır, 2012) rastlamak mümkündür. Bu çalışmada ise, öznel değerlendirmelere yer vermeden, karar matrisi elemanları kullanılarak ağırlıkların nesnel bir şekilde atandığı objektif ağırlıklandırma tekniği olan CRITIC yöntemi tercih edilmiştir.

3. METODOLOJİ

Bu bölümde, çalışmada kullanılan CRITIC ve COPRAS yöntemlerinin açıklamalarına ve matematiksel notasyonlarına yer verilmiştir.

4. CRITIC METODU

CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) metodu, Diakoulaki'nin önerdiği standart sapmaya dayanmaktadır (Diakoulaki vd., 1995). Bu yöntemde kriter ağırlıkları belirlenirken kriterlerin standart sapmasının yanı sıra kriterler arasındaki korelasyon da dikkate alınmaktadır (Wang ve Luo, 2010: 8). CRITIC metodu, karar vericilerin subjektif değerlendirmelerini elimine etmesi bakımından analiz sürecinde tarafsızlığı artıran bir tekniktir. Yöntemin algoritması aşağıda verilmiştir (Diakoulaki vd. 1995: 764-765; Jahan vd., 2012: 413):

Adım 1: KararMatrisininNormalize Edilmesi

Karar matrisi elemanları eşitlik (1) ve (2) kullanılarak normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad \text{fayda yönlü kriter} \quad (1)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad \text{maliyet yönlü kriter} \quad (2)$$

$$i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n$$

$x_j^{\max}$: j. kriterin en iyi performansını,

$x_j^{\min}$: j.kriterin en kötü performansını göstermektedir.

Adım 2: KorelasyonKatsayılarınınHesaplanması

Değerlendirme kriterleri arasındaki ilişkinin derecesini ölçmek amacıyla doğrusal korelasyon katsayıları (ρ_{jk}) eşitlik (3) yardımıyla hesaplanır.

$$\rho_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)(r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}} \quad j, k = 1, \dots, n \quad (3)$$

Adım 3: ToplamBilgi (C_j) veStandartSapma (σ_j) DeğerlerininHesaplanması

Kriterde bulunan toplam bilgi (C_j) eşitlik (4) yardımıyla, standart sapma (σ_j) ise eşitlik (5) yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - \rho_{jk}) \quad (4)$$

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m}} \quad (5)$$

Adım 4: KriterAğırlıklarının (w_j) Hesaplanması

Değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları eşitlik (6) yardımıyla hesaplanır.

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^n C_j} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

5. COPRAS METODU

COPRAS (ComplexProportionalAssesment) yöntemi, önem ve fayda dereceleri bakımından alternatifleri adım adım sıralama ve değerlendirme süreci ile işlemektedir (Özdağoğlu, 2013: 235). Bu yöntem, kriter değerlerinin belirlenmesinde fayda kriterinin üst düzeye çıkartılması ve maliyet kriterinin en düşük seviyeye indirilerek değerlendirilmesi için kullanılmaktadır (Podvezko, 2011: 137). COPRAS yönteminde izlenecek adımlar şu şekilde özetlenebilir (Dasvd., 2012: 237; Chatterjeevd., 2011: 853):

Adım 1: KararMatrisininOluşturulması

x_{ij} değerlerinin oluşturduğu D ile simgelenen karar matrisi eşitlik (7)'de gösterilmiştir.

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

A_i : i. alternatif $i = 1, 2, \dots, m$; C_j : j. değerlendirme kriteri $j = 1, 2, \dots, n$

Adım 2: NormalizeEdilmişKararMatrisininOluşturulması

Eşitlik (8) yardımıyla karar matrisi normalize edilir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

Adım 3: AğırlıklıNormalizeEdilmişKararMatrisininOluşturulması

Eşitlik 9 yardımıyla, her bir değerlendirme ölçütünün ağırlık değeri ile normalize edilmiş karar matrisi elemanları çarpılarak, D' olarak simgelenen ve d_{ij} elemanlarını içeren ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur.

$$D' = [d_{ij}]_{m \times n} = x_{ij}^* \cdot w_j \quad (9)$$

w_j , j. kriterin ağırlığını gösterirken; x_{ij}^* j. kriter bazında i. alternatifin normalize edilmiş değerini göstermektedir.

Adım 4: Faydalı ve Faydasız Ölçütlerin Hesaplanması

Bu adımda, kriterlerin faydalı (maksimize) ve faydasız (minimize) olarak nitelendirilmesi yapılır. Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisinde sırasıyla önce faydalı kriterler, ardından da faydasız kriterler eşitlik 10 ve 11 kullanılarak hesaplanır.

$$S_{i+} = \sum_{j=1}^k d_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, k \text{ faydalı ölçütler} \quad (10)$$

$$S_{i-} = \sum_{j=k+1}^n d_{ij} \quad j = k+1, k+2, \dots, n \text{ faydasız ölçütler} \quad (11)$$

Adım 5: Göreceli Önem Değerlerinin (Q_i) Hesaplanması

Her alternatif için Q_i olarak simgelenen göreceli önem değeri eşitlik (12) kullanılarak hesaplanır. Hesaplamalar sonucu en yüksek göreceli önem değerini alan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenir.

$$Q_i = S_{i+} + \frac{\sum_{i=1}^m S_{i-}}{S_{i-} \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{i-}}} \quad (12)$$

Adım 6: En Yüksek Göreceli Önem Değerlerinin Hesaplanması

En yüksek göreceli önem değeri eşitlik (13) yardımıyla bulunur.

$$Q_{\max} = \max(Q_i) \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

Adım 7: Alternatifler için Performans İndeksi (P_i) Değerlerinin Hesaplanması

Her bir alternatif için P_i olarak belirtilen performans indeksi eşitlik (14) yardımıyla hesaplanır.

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \cdot 100\% \quad (14)$$

Bulunan P_i performans değer indeksi 100 olan alternatif en iyi alternatiftir. Performans indeks değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanarak sonuca varılır.

6. UYGULAMA

Çalışmada, ÇKKV yöntemleri kullanılarak performans değerlendirmesi yapmak amacıyla, 2017 yılı itibarıyla FORTUNE 500 listesinde yer alan ve net satış gelirleri bakımından ilk 2 sırada yer alan enerji firmaları karşılaştırmaya tabi tutulmuştur. Uygulamada, kriterleri ağırlıklandırmak için CRITIC yöntemi, alternatifleri değerlendirmek için ise COPRAS yöntemi tercih edilmiştir. Yalnızca karar matrisi elemanlarını kullanarak analizi gerçekleştirmek, karar verme sürecinde nesnelliği korumak ve daha sağlıklı bir değerlendirme yapmak amacıyla kriterlerin ağırlıklandırılmasında CRITIC yöntemi tercih edilmiştir. COPRAS yöntemi ise uygulama adımlarının basitliği ve bahsi geçen yöntemle nihai sonuca kısa sürede ulaşılması nedeniyle tercih edilmiştir.

6.1. Araştırmada Kullanılan Finansal Oranların Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan finansal oranlar; işletmelerin kısa vadeli borçlarını ödeyebilme gücü, finansal yapı, karlılık durumu ve varlık ve kaynaklarının etkin kullanımı hakkında bilgi verecek şekilde seçilmiştir. Söz konusu oranların seçiminde, konuyla ilgili uzman görüşleri ve ilgili literatür dikkate alınmıştır. Analiz için gerekli olan finansal veriler ise, araştırma kapsamında yer alan firmaların mali tabloları aracılığı ile elde edilmiştir. Analiz kapsamında yer alan finansal oranlar; kodları, açıklamaları ve optimizasyon yönleri ile birlikte Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırma kapsamında yer alan finansal oranlar

Finansal Oran Grubu	Finansal Oranlar	Kod	Açıklama	Opt.
Likidite Oranı	Cari Oran	CO	Dönen Varlıklar / Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar	max
	Asit Test Oranı	ATO	(Dönen Varlıklar- Stoklar) / Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar	max
Karlılık Oranı	Öz Sermaye Karlılık Oranı	ÖSKO	Net Kar / Öz Sermaye	max
	Net Kar Marjı Oranı	NKMO	Net Kar / Net Satışlar	max
Faaliyet Oranı	Aktif Devir Hızı Oranı	ADHO	Net Satışlar / Toplam Varlıklar	max
	Hazır Değerler Devir Hızı Oranı	HDHO	Net Satışlar / Hazır Değerler	max
Finansal Yapı Oranı	Kaldıraç Oranı	KO	Toplam Borç / Toplam Aktif	min
	Öz Sermaye Oranı	ÖSO	Öz Kaynak / Toplam Aktif	min

Çalışma kapsamında kullanılan finansal oranların açıklamalarına aşağıda yer verilmiştir.

Likidite Oranları

Likidite oranları, işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücünü ölçmek ve net çalışma sermayesinin yeterli olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır (Akgüç, 2011: 436). Çalışma kapsamında yer alan Cari Oran ve Asit Test Oranı likidite oranları kapsamında yer almaktadır.

Cari oran; işletmelerin dönen varlıkları ile kısa vadeli borçlarını ödeme yeteneğini göstermektedir (Megginson vd., 2010:40).

Asit Test Oranı; cari aktifler arasında yer alan paraya dönüşme hızı nispeten düşük olan stokların dönen varlıklardan düşülmesiyle elde edilir. İşletmenin borç ödeme gücünün yeterli olup olmadığının tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Ancak, daha sağlıklı bir değerlendirme yapmak için diğer faktörlerin de dikkate alınmasını gerektiren durumlar olabilir (Çabuk ve Lazol, 2009:209).

Faaliyet Oranları

Faaliyet oranları, işletmenin varlıklarını nasıl yönettiğini göstermektedir (Brigham ve Houston, 2014:102). Aktif devir hızı oranı ve hazır değerler devir hızı oranı faaliyet oranları kapsamında yer almaktadır.

Aktif devir hızı oranı; firmanın kârlılığının yanında riskliliğini de gösteren bir orandır. Endüstride aktif devir hızı yüksek olan firmaların, varlıklarını diğer firmalara kıyasla daha verimli kullandıkları ve kapasite kullanım oranlarının daha yüksek düzeyde olduğu söylenebilir (Okka, 2013: 125).

Hazır değerler devir hızı oranı; işletmelerde hesap dönemi içinde hazır değerlerin kaç katı oranında satış yapıldığını göstermektedir. Hazır değerlerin verimliliğini gösteren bu oranın yüksek değer alması hazır değerlerin etkin ve verimli kullanıldığını göstermektedir (Ağırbaş, 2014:91).

Finansal Yapı Oranları

İşletmenin mali yapısını ortaya koyarak uzun vadede borç ödeme gücü hakkında bilgi vermektedir (Aydın vd., 2010:118). Kaldıraç oranı ve Öz sermaye oranı finansal yapı oranları kapsamında yer almaktadır.

Kaldıraç oranı; varlıkların ne ölçüde yabancı kaynaklarla finanse edildiğini gösteren bir orandır. Finansal kaldıraç oranı yükseldikçe, finansal riskin arttığı kabul edilmekte ve oranın sektör ortalamasının üzerinde olmaması önerilmektedir (Okka, 2013: 128).

Öz sermaye oranı; işletmenin kaynaklarının yüzde kaçının işletmenin sahipleri tarafından sağlandığını gösteren bir orandır. Öz sermaye oranı, özellikle uzun vadeli kredi kullandıran kreditorler için işletmenin mali gücünü göstermektedir ve bu oranın yüksek olması tercih edilmektedir (Aydın ve Başkır, 2013: 33).

Kârlılık Oranları

Kârlılık oranları ile işletmenin geçmişteki kazanç gücü ve faaliyetlerinin etkinlik derecesi değerlendirilir (Arat, 2005: 121). Öz sermaye karlılık oranı ve net kar marjı oranı bu kapsamda yer alır.

Öz Sermaye Kârlılık Oranı; işletmeye ortaklarca tahsis edilmiş fonların etkinlik ve verimliliğini tespit etmek amacıyla kullanılır (Lazol, 2005:79.) Bu oran, işletme yönetiminin başarı derecesi ile karlılık durumunun analizinde önemli bir göstergedir (Akdoğan ve Tenker, 2007:671).

Net Kâr Marjı Oranı; işletme satışlarının vergi sonrası karlılığını ifade eden bu oran, işletmenin uyguladığı çeşitli politika ve kararların sonuçları hakkında da bilgi vermektedir (Çabuk ve Lazol, 2009:231).

6.2. Araştırma Kapsamında Yer Alan Enerji Firmaları

FORTUNE 500 listesinde 2017 yılı itibariyle net satış gelirleri bakımından ilk 2 sırada yer alan enerji firmaları; FORTUNE listesinde yer alan sıraları, kodları, net satış gelirleri, faaliyet gösterdikleri şehir ve sektör bilgileriyle birlikte Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Araştırma kapsamında yer alan enerji firmaları

Sıra	Şirket adı	Kod	Net satış geliri	Şehir	Sektör
1	Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.	TÜPRAŞ	53.948.110.000,00	Kocaeli	Petrol ve Türevleri Üretimi ve Dağıtımı
2	Enerji Piyasaları İşletme A.Ş.	EPİAŞ	41.168.719.116,00	İstanbul	Enerji

6.3. CRITIC Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Analizin ilk aşamasında, Tablo 1’de yer alan kriter ve Tablo 2’de yer alan alternatif bilgileri kullanılarak karar matrisi oluşturulmuştur. Satırlarda alternatiflerin, sütunlarda ise kriterlerin yer aldığı karar matrisi Tablo 3’te gösterildiği gibidir.

Tablo 3. Karar matrisi

Alternatifler	CO	ATO	ÖSKO	NKMO	ADHO	HDHO	KO	ÖSO
TÜPRAŞ	1,15	0,85	0,36	0,07	1,41	6,12	0,39	0,27
EPİAŞ	5,45	0,09	0,32	0,47	0,60	0,68	0,13	0,87

Tablo 3’te yer alan karar matrisi elemanları kullanılarak, öncelikle CRITIC metodu ile kriterlere ağırlıklandırılacaktır. Bu doğrultuda izlenen adımlar aşağıdaki gibidir:

Adım 1: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Maliyet yönlü kriterler (KO ve ÖSO) eşitlik 2; diğer kriterler ise eşitlik 1 kullanılarak normalize edilmiştir. Elde edilen sonuçlara Tablo 4'te yer verilmiştir.

Tablo 4. Normalize edilmiş karar matrisi

Alternatifler	CO	ATO	ÖSKO	NKMO	ADHO	HDHO	KO	ÖSO
TÜPRAŞ	0	1	1	0	1	1	0	1
EPİAŞ	1	0	0	1	0	0	1	0

Adım 2: Korelasyon Katsayılarının Hesaplanması

Doğrusal korelasyon katsayıları eşitlik 3 yardımıyla hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Doğrusal korelasyon katsayı tablosu

Kriterler	CO	ATO	ÖSKO	NKMO	ADHO	HDHO	KO	ÖSO
CO	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
ATO	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
ÖSKO	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1
NKMO	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
ADHO	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
HDHO	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1
KO	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
ÖSO	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1

Adım 3: Toplam Bilgi ve Standart Sapma Değerlerinin Hesaplanması

Kriterde bulunan toplam bilgi eşitlik 4; standart sapma ise eşitlik 5 kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 6'da gösterildiği gibidir.

Tablo 6. Toplam Bilgi ve Standart Sapma Tablosu

	CO	ATO	ÖSKO	NKMO	ADHO	HDHO	KO	ÖSO
C_j	4,97	4,97	4,97	4,97	4,97	4,97	4,97	4,97
σ_j	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	-0,71	0,71

Adım 4: Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Son aşamada ise, eşitlik 6 yardımıyla her bir kriterin ağırlığı hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Kriter ağırlıkları

	CO	ATO	ÖSKO	NKMO	ADHO	HDHO	KO	ÖSO
w_j	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125

6.4. COPRAS Yöntemiyle Performans Ölçümü

Kriterlerin önem düzeyleri CRITIC metodu ile belirlendikten sonra alternatiflerin performans değerlendirmesi COPRAS yöntemi kullanılarak gerçekleştirilecektir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen analiz aşamaları aşağıdaki gibidir:

Adım 1: Normalized Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Tablo 3'te yer alan karar matrisi, eşitlik 8 yardımıyla normalize edilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Normalized edilmiş karar matrisi

Alternatifler	CO	ATO	ÖSKO	NKMO	ADHO	HDHO	KO	ÖSO
TÜPRAŞ	0,174242	0,904255	0,529412	0,12963	0,701493	0,9	0,75	0,236842
EPİAŞ	0,825758	0,095745	0,470588	0,87037	0,298507	0,1	0,25	0,763158

Adım 2: Ağırlıklı Normalized Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

CRITIC Yöntemi ile elde edilen ağırlıklar (Tablo 7), normalize edilen karar matrisi elemanları ile çarpılmış ve ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi oluşturulmuştur. Sonuçlara Tablo 9'da yer verilmiştir.

Tablo 9. Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi

Alternatifler	CO	ATO	ÖSKO	NKMO	ADHO	HDHO	KO	ÖSO
TÜPRAŞ	0,02178	0,113032	0,066176	0,016204	0,087687	0,1125	0,09375	0,029605
EPİAŞ	0,10322	0,011968	0,058824	0,108796	0,037313	0,0125	0,03125	0,095395

Adım 3: Faydalı ve Faydasız Ölçütlerin Hesaplanması ve nihai sıralamanın elde edilmesi

Faydalı ölçütler (S_{i+}) eşitlik 10; faydasız ölçütler (S_{i-}) ise eşitlik 11; göreceli önem değerleri (Q_i) eşitlik 12; performans indeksi (P_i) ise eşitlik 14 yardımıyla hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Faydalı ve Faydasız Ölçütler ve Nihai Sıralama

	S_{i+}	S_{i-}	$1/S_{i-}$	Q_i	P_i	Tercih sırası
TÜPRAŞ	0,417379	0,123355	8,106667	0,544024	100	1
EPİAŞ	0,332621	0,126645	7,896104	0,455976	83,8155	2

Tablo 10'da yer alan sıralamaya göre en iyi alternatif %100 performans indeks değerine sahip olan TÜPRAŞ firması olurken; en kötü alternatif ise %83,82 performans indeks değeri ile EPİAŞ firması olmuştur.

7. SONUÇ

Bu çalışmada Fortune 500 listesinde yer alan ve enerji sektöründe faaliyet gösteren TÜPRAŞ ve EPİAŞ firmalarının finansal performanslarının ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Budoğurtuda çalışmanın ilk bölümünde literatürde finansal performansın, farklı sektörlerde farklı ÇKKV yöntemleri ile değerlendirildiği çalışmalar hakkında bilgi verilmiş, ikinci bölümde ise kullanılan yöntemlerin açıklamalarına ve notasyonlarına yer verilmiştir. Uygulama bölümünde ise alternatifleri değerlendirmek amacıyla COPRAS yöntemi; kriterlerin ağırlıklarını saptamak amacıyla ise CRITIC yöntemi tercih edilmiştir. Araştırma kapsamında kullanılan bu iki model yardımıyla, 2017 yılı itibarıyla FORTUNE 500 listesinde net satış gelirleri bakımından ilk 2 sırada yer alan TÜPRAŞ ve EPİAŞ enerji firmalarının finansal performansı likidite, karlılık, faaliyet oranları ve finansal yapı oranları temel alınarak belirlenen 8 finansal oran kapsamında değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında kullanılan finansal oranlar; işletmelerin kısa vadeli borçlarını ödeyebilme gücü, likidite durumu, finansal yapı, karlılık durumu ve varlıkların etkin kullanımı hakkında bilgi verecek şekilde seçilmiştir.

Çalışmanın uygulama bölümünde bahsedildiği gibi, kriterlere objektif yada subjektif olmak üzere çeşitli şekillerde ağırlık verilebilmektedir. Bu çalışmada, alternatiflerin performanslarını değerlendirmek için ele alınan kriterlerin ağırlıkları CRITIC yöntemi ile belirlenmiştir. Fakat analiz sonucunda her bir kriter için belirlenen ağırlıklar eşit çıkmıştır. Bu durumun alternatif sayısının azlığından kaynaklandığı düşünülmektedir. CRITIC tabanlı COPRAS uygulaması sonucunda ise TÜPRAŞ firmasının finansal performans bakımından ilk sırada yer aldığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında yapılan uygulama ile ilgili olarak geliştirilebilecek yönler mevcuttur. Öncelikle, farklı teknikler (AHP, DEMATEL, ENTROPY vb.) kullanılarak kriterlerin ağırlıkları belirlenebilir ve kriter ağırlıklarının sonuçlar üzerindeki etkisi incelenebilir. Bunun yanında, alternatif sayısı artırılabilir, enerji sektöründe faaliyet gösteren diğer firmalar analize dâhil edilebilir ve firmalar arası karşılaştırma yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Ağırbaş, İ., (2014), Sağlık Kurumlarında Finansal Yönetim ve Maliyet Analizi, Siyasal Kitapevi, Ankara.
- Akdoğan Nalan ve Nejat Tenker (2007), Finansal Tablolar ve Mali Analiz Teknikleri, Gazi Kitabevi, 12.baskı, Ankara.
- Akgüç, Ö., (2011). “Mali Tablolar Analiz”, Genişletilmiş 14. Baskı, Avcıol Basım Yayın, İstanbul.
- Arat, M.E., (2005). “Finansal Analiz Aracı Olarak Oranlar”, Yayın No: 531/764, Marmara Üniversitesi Nihad Sayar Eğitim Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Aydın, D., ve Başkır, B. M. (2013). Bankaların 2012 Yılı Sermaye Yeterlilik Rasyolarına Göre Kümeleme Analizi ve Çok Boyutlu Ölçekleme Sonucu Sınıflandırılma Yapıları. Bankacılık ve Sigortacılık Araştırmaları Dergisi, 29-47.
- Aydın, N., Başar M., Coşkun, M., (2010). “Finansal Yönetim”, 1. Baskı Yayın No. 369, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Aytekin, S., ve Sakarya, Ş. (2013). BIST’de işlem gören gıda işletmelerinin TOPSIS yöntemi ile finansal performanslarının değerlendirilmesi. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 21, 30 - 47.
- Bhunia, A., Mukhuti Sri S. and Roy Sri G., (2011). “Financial Performance Analysis - A Case Study”, Current Research Journal of Social Sciences 3(3): 269 - 275.
- Brigham, Eugene F., Houston, Joel F., (2014). “Finansal Yönetimin Temelleri”, Çeviren: Okan Gökten, P. “Bölüm-4. Finansal Tablo Analizi”, Çeviri Editörü: Aypek, N., Yayın No: 495, 7. Basımdan Çeviri, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti. Ankara.
- Bülbül, E. S. ve Köse, A. (2016). Türk sigorta sektörünün Promethee yöntemi ile finansal performans analizi. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 38(1), 187-210.
- Chatterjee, P., Athawale, V. M. ve Chakraborty, S. (2011). Materials selection using complex proportional assessment and evaluation of mixed data methods. Materials and Design, 32, 851-860.
- Çabuk A. ve Lazol, İ. (2009), Mali Tablolar Analizi, Ekin Basın Yayın Dağıtım, 9. Baskı, Bursa.
- Çakır, S. & Perçin, S. (2013). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü/Performance Measurement of Logistics Firms with Multi-Criteria Decision Making Methods. Ege Akademik Bakış, 13(4), 449.
- Das, M. C., Sarkar, B. and Ray, S. (2012). A framework to measure relative performance of Indian technical institutions using integrated fuzzy AHP and COPRAS methodology. Socio-Economic Planning Sciences, 46, 230-241.
- Diakoulaki D., Mavrotas G. ve Papayannakis L. (1995). Determining objective Weights in Multiple Criteria Problems: The Critic Method. Computers & Operations Research, 22, 763–770.
- Doğan, M. (2013). Gri ilişkisel analiz yöntemi ile banka performansının ölçülmesi: Türkiye örneği. Ege Akademik Bakış Dergisi, 13(2), 215-226.
- Ersoy, N. (2017). Performance Measurement in Retail Industry By Using A Multi-Criteria Decision Making Methods. Ege Academic Review, 17(4).

- Feng, C. M., & Wang, R. T. (2000). Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratios. *Journal of Air Transport Management*, 6(3), 133-142.
- Ghadikolaei, A. S., & Esbouei, S. K. (2014). Integrating Fuzzy AHP and Fuzzy ARAS for evaluating financial performance. *Boletim da Sociedade Paranaense de Matemática*, 32(2), 163-174.
- Halkos, G. E., & Tzeremes, N. G. (2012). Industry performance evaluation with the use of financial ratios: An application of bootstrapped DEA. *Expert Systems with Applications*, 39(5), 5872-5880.
- Jahan, A., Mustapha, F., Sapuan, S.M., Ismail, Y. & Bahraminasab, M. (2012). A Framework For Weighting Of Criteria In Ranking Stage of Material Selection Process. *International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 58, 411-420.
- Lazol, İ. (2005), Mali Analiz Uygulamaları, Ekin Kitabevi, 3. Baskı, Bursa.
- Meggison, W., Smart, S. ve Graham, J. (2010). Financial Management. South Western: CengageOkka, Osman (2013), Finansal Yönetim Teori ve Çözümlü Problemler, 5. Basım, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Okka, Osman (2013), Finansal Yönetim Teori ve Çözümlü Problemler, 5. Basım, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Ömürbek, V. ve Kınay, Ö. G. B. (2013). Havayolu taşımacılığı sektöründe TOPSIS yöntemiyle finansal performans değerlendirmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3).
- Özdağoğlu, A. (2013). Çok ölçütlü karar verme modellerinde normalizasyon tekniklerinin sonuçlara etkisi: COPRAS örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(2), 229-255.
- Özdağoğlu, A., Gümüş, Y., Özdağoğlu, G., & Gümüş, G. K. (2017). Evaluating Financial Performance With Grey Relational Analysis: An Application Of Manufacturing Companies Listed On Borsa İstanbul. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (73), 289-312.
- Özden, Ü. H. (2009). Türkiye'deki Mevduat Bankalarının Performansları: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Analiz. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Peker, İ., & Birdoğan, B. (2011). Gri İlişkisel Analiz yöntemiyle Türk sigortacılık sektöründe performans ölçümü. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (7).
- Podvezko, V. (2011). The comparative analysis of MCDA methods SAW and COPRAS. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 22(2), 134-146.
- Rezaie, K., Ramiyani, S. S., Nazari-Shirkouhi, S., & Badizadeh, A. (2014). Evaluating performance of Iranian cement firms using an integrated fuzzy AHP-VIKOR method. *Applied Mathematical Modelling*, 38(21-22), 5033-5046.
- Shaverdi, M., Heshmati, M. R., & Ramezani, I. (2014). Application of fuzzy AHP approach for financial performance evaluation of Iranian petrochemical sector. *Procedia Computer Science*, 31, 995-1004.
- Taşabat, S. E., Cinemre, N., ve Şen, S. (2015). Farklı Ağırlıklandırma Tekniklerinin Denendiği Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Türkiye'deki Mevduat Bankalarının Mali Performanslarının Değerlendirilmesi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4(2), 96-110.
- Ural, M., Demireli, E., ve Güler Özçalık, S. (2018). Kamu Bankalarında Performans Analizi: ENTROPİ ve WASPAS Yöntemleri ile Bir Uygulama.
- Wang, Y. M. ve Luo, Y. (2010). Integration of correlations with standard deviations for determining attribute weights in multiple attribute decision making. *Mathematical and Computer Modelling* Volume, 51(1-2), 1-12.
- Yalcin, N., Bayrakdaroglu, A., & Kahraman, C. (2012). Application of fuzzy multi-criteria decision making methods for financial performance evaluation of Turkish manufacturing industries. *Expert Systems with Applications*, 39 (1), 350-364.
- Yılmaz Türkmen, S., & Çağlı, G. (2012). İMKB'ye kote bilişim sektörü şirketlerinin finansal performanslarının TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Maliye Finans Yazıları*, 26(95), 59-78.

CRITIC Temelli EVAMIX Yöntemi ile Mobilya Fabrikası İçin Kenar Bantlama Makinesi Seçimi

Murat Kemal KELEŞ

Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Keçiborlu Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, Keçiborlu – Isparta, muratkeles@isparta.edu.tr

orcid.org/0000-0003-0374-6839

Aşkın ÖZDAĞOĞLU

Doç.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi İşletme Bölümü, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Anabilim Dalı, Tınaztepe Kampüsü Buca İzmir, askin.ozdagoglu@deu.edu.tr

orcid.org/0000-0001-5299-0622

ÖZ

İmalat işletmeleri için üretimde kullanılmak üzere satın alınacak makine seçimi önemli bir konudur. Üretimde kullanılan makinenin özellikleri, fonksiyonları, teknolojisi bir firma için rakiplerine karşı avantaj sağlamada etkili olmaktadır. Bu çalışmada amaç, Isparta’da faaliyet gösteren küçük ölçekli bir mobilya fabrikası için kenar bantlama makinesi seçimi yapmaktır. Öncelikle fabrika yetkilileriyle satın alınması düşünülen fabrika ihtiyaçlarını karşılayacak kenar bantlama makinesi seçim kriterleri ve makine model alternatifleri belirlenmiştir. En uygun kenar bantlama makinesi alım kararında da söz konusu kriterlerin bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan CRITIC temelli EVAMIX yöntemi kullanılmıştır. CRITIC yöntemi ile değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları bulunmuş, EVAMIX yöntemi ile de belirlenen modellerin satın alınabileceği dört adet makine firması değerlendirilmiş ve sıralanmıştır. Çalışmada verilerin analizinde Excel programı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: CRITIC yöntemi, EVAMIX yöntemi, Kenar Bantlama Makinesi, Mobilya Endüstrisi

JEL Kodları: M11, C44, C61.

Selection of Edge Banding Machine for Furniture Factory with CRITIC Based EVAMIX Method

ABSTRACT

The selection of machinery to be used in production is an important issue for manufacturing enterprises. The features, functions and technology of the machine used in production are effective in providing an advantage over the competitors for a company. The aim of this study is to select edge banding machine for a small scale furniture factory in Isparta. First of all, edge banding machine selection criteria and machine model alternatives that will meet the needs of the factory which are thought to be purchased with factory authorities were determined. These criteria should be evaluated together in the decision to purchase the most suitable edge banding machine. In this study, CRITIC and EVAMIX methods, which are multi-criteria decision making methods, are used. The weights of the evaluation criteria were found with CRITIC method and four machine companies where their models can be purchased, were evaluated and ranked with EVAMIX method. In the study, Excel software was used for data analysis.

Keywords: CRITIC method, EVAMIX method, Edge Banding Machine, Furniture Industry

JEL Codes: M11, C44, C61

1. GİRİŞ

Yoğun bir rekabetin hüküm sürdüğü günümüz piyasalarında işletmeler, rakiplerinden daha iyi, daha kaliteli, müşteri taleplerine uygun bir üretim yapmak durumundadırlar. İmalat sektöründe; istenilen kalitede, tasarımda ve zamanda üretimin gerçekleştirilmesinde rol oynayan unsurlardan biri de iyi ve ileri bir teknolojiye sahip makinelerle sahip olmaktan geçmektedir. Teknolojisi rakiplerinden daha iyi bir makine parkına sahip olan işletmeler kuşkusuz rakiplerine karşı bir rekabet avantajı elde edeceklerdir.

Mobilya sektörü moda ve stil sektörü olduğu için, istenilen tasarımda ürün üretmek önem arz etmektedir. Bu da o tasarımı imalatla sağlayabilecek teknolojik donanımla olur. Bu çalışmanın konusu olan mobilya fabrikalarında kullanılan “Kenar Bantlama makinesi”, mobilya imalatında iş akışında önemli rolü olan bir makinedir.

Mobilya imalatında, ahşap kökenli levhaların görünen yüzeylerine estetik amaçlı yüzey kaplama malzemeleri kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, yüzeyde elde edilen bu estetik görüntünün kenarlara da kazandırılması amacı ile ahşap levhaların kenarlarına kenar kaplama işlemleri yapılır. Ahşap levha malzemelerin, dik ve düz kenarları; fiziksel etkilere karşı dayanıklılık, estetik vb. sebepler ile melamin, PVC, papel, masif, sentetik veya kaplama malzemeleri ile kaplanmaktadır. Yapılan bu işlem, kenar kaplama olarak adlandırılmakta, söz konusu kenar kaplama işlemini de kenar bantlama makineleri yapmaktadır (Tunçel, URL1, Erişim tarihi:11.11.2019).

Mobilya sektöründe kullanılan kenar bantlama makinelerinin farklı özelliklerde, farklı fonksiyonlara ve ölçülere sahip çok fazla çeşidi bulunmaktadır. Mobilya üreticileri, mobilya üretiminde kenar kaplaması yapılacak ahşap levhaya uygulanacak işlem türüne ve mobilya imalathanesinin büyüklüğüne göre kenar bantlama makinesi satın almaktadır. Kenar bantlama makinesinin, belli ölçülerde ebatlanan ahşap levhaların kenarlarına kenar bandı yapıştırmak, yapışan bantları net ölçüye getirmek, rendelleyerek temizlemek, oval şekil vermek gibi işlevleri olduğu için, kenar bantlama makinesi seçiminde bu işlevlerin hepsini veya bir kısmını yapabilen, mobilya işletmesinin ihtiyacını görecek en uygun alternatif belirlenmeye çalışılmaktadır. Söz konusu bu işlevlerin sorunsuz, istenilen kalite ve zamanda yapılması, üretilen mobilya ürününün kalitesine etki etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Isparta’da faaliyet gösteren küçük ölçekli bir mobilya fabrikası için mobilya sektöründe oldukça önem arz eden ve çok sayıda alternatife sahip kenar bantlama makinesi seçimi yapmaktır. Bu çalışma ile uygulama yapılan mobilya fabrikası yetkililerine makine seçimi konusunda bilimsel bir değerlendirme yapmak ve satın alacakları kenar bantlama makinesi kararında yardımcı olmak hedeflenmiştir. Buna istinaden, ilk etapta mobilya fabrikası yetkilileriyle satın alınması düşünülen ve fabrika ihtiyaçlarını karşılayacak kenar bantlama makinesi özellikleri ve makine model alternatifleri belirlenmiştir. Buna ek olarak, kenar bantlama makinesini seçerken baz alınacak değerlendirme kriterleri de hem mobilya fabrikası yetkilileri ile hem de literatür araştırması ile netleştirilmiştir. Belirlenen alternatif makine modellerini sıralamada kullanılmak üzere dokuz adet kriterde karar kılınmıştır. Söz konusu dokuz kriter; “makinenin fiyatı”, “hız”, “ayar değiştirme süresi”, “tutkal ısınma süresi”, “kolay arıza tespit edebilme”, “makine aparatlarının uzun ömürlü olması”, “makinenin kullanılacağı alan ihtiyacı”, “satış sonrası teknik destek” ve “satıcı firmanın sağlayacağı ödeme kolaylığı”dır. Değerlendirme kriterleri ile ilgili daha detaylı açıklamalar, uygulama kısmında Tablo.1’de verilmiştir. En uygun kenar bantlama makinesi satın alınma kararında da söz konusu dokuz kriterin bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, çok sayıda nicel ve/veya nitel kriterin birlikte incelenerek en uygun kararın verilmesi için kullanılan yöntemlerdir. Bu çalışmada da ÇKKV yöntemlerinden olan CRITIC ve EVAMIX yöntemleri bütünlük olarak kullanılmıştır. CRITIC yöntemi ile değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları bulunmuş, EVAMIX yöntemi ile de belirlenen kenar bantlama makinesi modellerin satın alınabileceği dört adet makine firması değerlendirilmiş ve sıralanmıştır.

Çalışmanın akışında öncelikle, bu çalışmada kullanılan CRITIC ve EVAMIX yöntemlerinin uygulandığı çalışmalar ve farklı ÇKKV yöntemleri uygulanarak makine seçiminin yapıldığı örneklerin

olduğu literatür araştırması verilmiştir. İkinci bölümde, bu çalışmada kullanılan CRITIC ve EVAMIX yöntemlerinin algoritmaları anlatılmıştır. Devam eden aşamada Isparta'da faaliyet gösteren mobilya fabrikası için kenar bantlama makinesi seçimi uygulaması yapılmıştır. Toplanan veriler, CRITIC ve EVAMIX yöntemleri ile değerlendirilmiştir ve mobilya fabrikası yetkililerinin almayı düşündüğü kenar bantlama makine firmaları sıralanmıştır. Son bölümde ise, çalışma sonuçlarından bahsedilmiş, önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Işık (2019), çalışmasında hayat dışı sigorta şirketlerinin 2009-2017 dönemine ilişkin genel performansını CRITIC tabanlı TOPSIS ve MULTIMOORA yöntemleriyle değerlendirmiştir. 10 adet değerlendirme kriterinin ağırlığını CRITIC yöntemiyle bulmuş, 2009-2017 yılları arasındaki her yıla ait performans sıralamasını da TOPSIS ve MULTIMOORA yöntemleriyle yapmıştır.

Şenol ve Ulutaş (2018) yaptıkları çalışmada, Borsa İstanbul'a (BİST) kayıtlı Kimya, Petrol, Kauçuk ve Plastik ürünler sektöründe faaliyette bulunan 12 firmanın 2016 yılına ait muhasebe faaliyetleri sonucunda tespit edilen performans kriterleri ile arz ve talebe göre piyasada ortaya çıkan performans kriterleri arasında farklılık olup olmadığını araştırmışlardır. CRITIC yöntemiyle kriter ağırlıkları tespit edilmiş, ARAS yöntemiyle firmalar performanslarına göre sıralanmıştır.

Kıracı ve Bakır (2019) yaptıkları çalışmada, 13 havayolu şirketinin 2005-2012 yılları arasındaki performansını incelemişlerdir. 5 adet kriterin önem derecesinin bulunmasında CRITIC yöntemini, havayolu şirketlerinin performanslarına göre sıralanmasında ise EDAS yöntemini kullanmışlardır.

Ulutaş ve Karaköy (2019) çalışmalarında, Fortune 500 Türkiye listesinde yer alan TAHA Kargo Dış Ticaret A.Ş.'nin 2011-2017 yılları arasındaki performansını CRITIC ve ROV (Değer Aralığı) yöntemlerinin bütünleşik kullanımıyla değerlendirmişlerdir. 8 adet değerlendirme kriterinin ağırlığı CRITIC yöntemi ile, 2011-2017 yılları arasındaki performansın yıllara göre sıralaması da ROV yöntemiyle yapılmıştır.

Ayırım ve Can (2017), 14 farklı sektöre ait iş kolunun risk düzeylerini CRITIC yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Çalışmada 5 adet değerlendirme kriteri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, hastalık olayları kriterinin önem derecesinin en yüksek olduğu ve tekstil imalatının en yüksek risk içeren iş kolu olduğu belirlenmiştir.

Can, Atalay ve Eraslan (2018) yaptıkları çalışmada, bir devlet hastanesinde risk değerlendirme yaklaşımını uygulayarak öncelikle önlenmesi gereken tehlike türlerini belirlemişlerdir. Bu kapsamda, hastanenin genelinde ortaya çıkabilecek on farklı tehlike türünü beş farklı risk faktörünü baz alarak sıralanmışlardır. Hastanedeki tehlike türlerini hata türü etki analizi (HTEA) ile değerlendirmişler, risk faktörlerinin ağırlıklarını CRITIC yöntemi ile bulmuşlardır.

Keleş ve Özdağoglu (2019) yapmış oldukları çalışmada, 2020 UEFA Avrupa Futbol Şampiyonası elemelerinde mücadele eden Türkiye A Milli Futbol takımı için kaleci seçimi probleminde CRITIC ve EDAS yöntemini kullanmışlardır. CRITIC yöntemi ile 7 adet değerlendirme kriterinin ağırlığı tespit edilmiş, EDAS yöntemiyle de 27 adet Türk kaleci adayının sıralaması yapılmıştır.

Aytaç Adalı (2016) çalışmasında, Denizli'deki bir özel hastane için hemşire seçimi problemini ele almıştır. Hemşire seçimi için baz alınan altı adet kriterin ağırlığını AHP ile bulmuş, beş hemşire adayını da EVAMIX ve TODIM yöntemleriyle ayrı ayrı sıralamıştır.

Ulutaş ve Cengiz (2018) yapmış oldukları çalışmada, bir işletmede dizüstü bilgisayar seçimi problemini ele almışlardır. 11 adet kriterin ağırlığı CRITIC yöntemi ile, 8 adet dizüstü bilgisayarın değerlendirilmesi de EVAMIX yöntemiyle yapılmıştır.

Qureshi, Harrison ve Wegener (1999) yapmış oldukları çalışmada, çevre ve doğal kaynak yönetimine ilişkin bir modeli, ağırlıklı toplam, beklenen değer ve EVAMIX yöntemleri ile kurmuşlardır. Modelde 4 alternatif yerin karşılaştırması yapılmıştır.

Darji ve Rao (2013), AHP ve EVAMIX yöntemlerini birleşik olarak; otomobil için çamurluk seçimi, kompozit malzeme seçimi, termal santral yer seçimi, liman konteynır terminallerinin değerlendirilmesi ve özel bir paketleme firması için tesis yeri seçimi problemleri olmak üzere 5 problemde uygulamışlardır.

Ebrahim ve Abolfazl (2014) yaptıkları çalışmada, Gorganrood nehri için önerilen sel yönetim projelerinin seçiminde AHP ve EVAMIX yöntemlerini kullanmışlardır. On bir adet kriterin ağırlığını AHP yöntemi ile bulmuşlar, yedi adet projeyi EVAMIX yöntemi ile sıralamışlardır.

Chatterjee ve Chakraborty (2014), bir üretim işletmesi için en iyi esnek üretim sistemini seçmek için altı farklı Çok Kriterli Karar Verme yöntemi kullanmışlardır. Bu yöntemlerin için de EVAMIX de vardır. Yapılan çalışmada, sekiz adet esnek üretim sistemi, sekiz adet kriter baz alınarak değerlendirilmiştir.

Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri, çok sayıda makine seçim problemlerinde de kullanılmıştır.

Özdağoğlu, Bahar ve Yakut (2017), Ege Bölgesinde faaliyet gösteren bir süt ürünleri fabrikası için krem ayırıcı makine satın alma problemini ele almışlardır. Üç adet makine alternatifini üç kriteri baz alarak Bulanık AHP yöntemiyle değerlendirmişlerdir.

Yılmaz, Öztürk ve Burdurlu (2017) yaptıkları çalışmada, mobilya sektöründe kullanılan bilgisayar kontrollü (CNC) panel ebatlama makinesi seçimi probleminde AHP yöntemini kullanmışlardır. Dokuz kriterin ağırlığını ve üç alternatif makinenin sıralamasını AHP yöntemiyle bulmuşlardır.

Gök Kısa ve Perçin (2017), Çorum'da mermer sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için mermer kesim makinesi seçiminde Bulanık DEMATEL ve Bulanık VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. Bulanık DEMATEL yöntemi ile dokuz kriterin ağırlığını bulmuşlar ve Bulanık VIKOR yöntemi ile üç mermer kesim makinesi alternatifi içinden en uygun olanını seçmişlerdir.

Akın (2019) yapmış olduğu çalışmada, uyku ve yatak ürünleri üreten bir firma için en uygun yatak kenarı bordür dikim makinesi seçimi uygulaması yapmıştır. Sekiz kriterin ağırlığını hem Entropi hem de CRITIC yöntemleriyle bulduktan sonra her iki yöntemle bulunan ağırlıkları baz alarak ROV yöntemiyle sekiz adet alternatif makineyi sıralamıştır.

Özdağoğlu (2013) çalışmasında, imalat sektöründe ihtiyaç duyulan bir makine türü olan eksantrik pres modellerini incelemiştir. Altı değerlendirme kriterini baz alarak 38 adet eksantrik pres makinesinin sıralamasını ve karşılaştırmasını COPRAS yöntemiyle yapmıştır.

3. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

3.1. CRITIC Yöntemi

CRITIC (The Criteria Importance Through Intercriteria Correlation – Kriterler Arası Korelasyon Yardımıyla Nitelik Ağırlıklandırma) yöntemi bir karar verme probleminde yer alan kriterlerin önem puanlarını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. CRITIC yönteminin aşamaları aşağıda gösterilmiştir (Diakoulaki, Mavrotas ve Papayannakis, 1995).

CRITIC yönteminde ilk aşamada karar matrisi oluşturulmaktadır. Karar matrisinin yapısı Eşitlik 1'de gösterilmiştir.

i : alternatif; $i = 1, 2, 3, \dots, m$

m : karar verme problemindeki alternatif sayısı

j : kriter; $j = 1, 2, 3, \dots, n$

n : karar verme problemindeki kriter sayısı

x_{ij} : i . alternatifin j . kriter açısından sahip olduğu değer

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Karar matrisi hazırlandıktan sonra normalizasyon işlemleri uygulanır. Değerin büyük olmasının daha iyi bir durumu gösterdiği kriterler için normalizasyon işlemi Eşitlik 2 kullanılarak gerçekleştirilir.

r_{ij} : i . alternatifin j . kriter açısından sahip olduğu normalize değer

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min\{x_j\}}{\max\{x_j\} - \min\{x_j\}} \quad (2)$$

Değerin küçük olmasının daha iyi bir durumu gösterdiği kriterler için ise normalizasyon işlemi Eşitlik 3 kullanılarak gerçekleştirilir.

$$r_{ij} = \frac{\max\{x_j\} - x_{ij}}{\max\{x_j\} - \min\{x_j\}} \quad (3)$$

Eşitlik 2 ve 3 tüm karar matrisindeki ilgili sütunlara uygulandığında normalize karar matrisi oluşur. Normalize karar matrisi yapısı Eşitlik 4'te verilmiştir.

$$\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Ardından normalize karar matrisindeki her bir kriter ikilisi için korelasyon katsayısı hesaplanır. Korelasyon hesaplamaları bütün kriter ikilileri için yapılmış olacağından karar verme problemindeki kriter sayısı boyutunda bir kare matris oluşur.

k : kriter; $k = 1, 2, 3, \dots, n$

t_{jk} : j . kriter ile k . kriter arasındaki korelasyon değeri

Korelasyon katsayılarını gösteren matris Eşitlik 5'teki gibi oluşturulabilir.

$$\begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & x_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{n1} & t_{n2} & \dots & t_{nn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Korelasyon katsayılarını içeren kare matris hazırlandıktan sonra normalize karar matrisindeki her bir sütunun standart sapması hesaplanır.

σ_j : normalize karar matrisinde j . sütunun standart sapması

Bu işlemler tamamlandıktan sonra her bir kriterin normalize edilmemiş önem puanları Eşitlik 6 ile hesaplanabilir.

c_j : j . kriterin normalize edilmemiş önem puanı

$$c_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - t_{jk}) \quad (6)$$

Son aşamada ise önem puanları toplamaları 1 olacak şekilde normalize edilir. Kriterlerin önem puanlarının normalleştirilmesi Eşitlik 7 vasıtasıyla yapılabilir.

w_j : j . kriterin normalize edilmiş önem puanı

$$w_j = \frac{c_j}{\sum_{j=1}^n c_j} \quad (7)$$

3.2. EVAMIX Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan EVAMIX (EVALuation of MIXed Data) yönteminin işleyişi aşağıda açıklanmıştır (Aytaç Adalı, 2016, 72-74):

EVAMIX yöntemine göre öncelikle bir karar matrisinin hazırlanması gereklidir. Karar matrisinin yapısı Eşitlik 8’de gösterilmiştir.

i : alternatif, $i = 1, 2, 3, \dots, m$

j : kriter, $j = 1, 2, 3, \dots, n$

x_{ij} : i . alternatifi j . kritere göre performans değeri

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Fayda kriterleri için normalizasyon işlemi Eşitlik 9 kullanılarak gerçekleştirilir.

r_{ij} : i . alternatifi j . kritere göre normalize edilmiş performans değeri

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (9)$$

Maliyet kriterleri için normalizasyon işlemi Eşitlik 10 kullanılarak gerçekleştirilir.

$$r_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (10)$$

Ardından nitel kriterlere ilişkin alternatif çiftleri arasında kıyaslamalar yapılarak niteliksel baskınlık değerleri elde edilir.

α_{ii^t} : nitel bir ölçüt için i . alternatifin i^t . alternatifte baskınlık skoru

Niteliksel baskınlık değerini hesaplamadan önce alternatif çiftleri arasındaki kıyaslamaların işaret fonksiyonu bulunmalıdır. Bu hesaplama Eşitlik 12 kullanılarak yapılır.

$$sgn(r_{ij} - r_{i^tj}) = \begin{cases} r_{ij} > r_{i^tj} \Rightarrow +1 \\ r_{ij} = r_{i^tj} \Rightarrow 0 \\ r_{ij} < r_{i^tj} \Rightarrow -1 \end{cases} \quad (11)$$

w_j : j . kriterin ağırlığı

c : ölçekleme parametresi

O : niteliksel kriterler kümesi

$$\alpha_{ii^t} = \sqrt[c]{\left[\sum_{j \in O} \{w_j sgn(r_{ij} - r_{i^tj})\}^c \right]} \quad (12)$$

Ölçekleme parametresi ağırlığı düşük olan kriterlerin etkisini azaltmak için kullanılabilir. Ancak uygulamada 1 değerinin kullanımı tercih edilmektedir.

Ardından nicel kriterlere ilişkin alternatif çiftleri arasında kıyaslamalar yapılarak niceliksel baskınlık değerleri elde edilir. Niceliksel baskınlık değerinin hesaplanması Eşitlik 13'te gösterilmiştir.

γ_{ii^t} : nicel bir kriter için i . alternatifin i^t . alternatifte baskınlık skoru

C : niceliksel kriterler kümesi

$$\gamma_{ii^t} = \sqrt[c]{\left[\sum_{j \in C} \{w_j (r_{ij} - r_{i^tj})\}^c \right]} \quad (13)$$

Daha sonra standardize edilmiş niteliksel baskınlık değeri Eşitlik 14 vasıtasıyla hesaplanır.

α^+ : en yüksek niteliksel baskınlık değeri

α^- : en düşük niteliksel baskınlık değeri

δ_{ii^t} : standardize edilmiş niteliksel baskınlık değeri

$$\delta_{ii^t} = \frac{\alpha_{ii^t} - \alpha^-}{\alpha^+ - \alpha^-} \quad (14)$$

Daha sonra standardize edilmiş niceliksel baskınlık değeri Eşitlik 15 vasıtasıyla hesaplanır.

γ^+ : en yüksek niceliksel baskınlık değeri

γ^- : en düşük niceliksel baskınlık değeri

d_{ii^t} : standardize edilmiş niceliksel baskınlık değeri

$$d_{ii^t} = \frac{\gamma_{ii^t} - \gamma^-}{\gamma^+ - \gamma^-} \quad (15)$$

Bu işlemlerin ardından her alternatif çifti için genel baskınlık değerleri hesaplanmalıdır. Bu işlemde kullanmak üzere niteliksel kriterlerin ağırlık değerleri toplamı Eşitlik 16 yardımıyla, niceliksel kriterlerin ağırlık değerleri toplamı ise Eşitlik 17 yardımıyla bulunur.

w_o : niteliksel ölçütlerin ağırlık değerleri toplamı

$$w_o = \sum_{j \in O} w_j \quad (16)$$

w_c : niceliksel kriterlerin ağırlık değerleri toplamı

$$w_c = \sum_{j \in C} w_j \quad (17)$$

Bu değerlerin yardımıyla her alternatif çifti için genel baskınlık değerleri Eşitlik 18 kullanılarak hesaplanabilir.

$D_{ii'}$: genel baskınlık değeri

$$D_{ii'} = w_o \delta_{ii'} + w_c d_{ii'} \quad (18)$$

Son olarak her alternatif için Eşitlik 19'daki işlem yapılarak en büyükten en küçüğe sıralanır. En büyük değer tüm kriterler bir arada incelendiğinde karar verme problemindeki en iyi alternatifi gösterecektir.

S_i : i. alternatifin EVAMIX yöntemine göre değeri

$$S_i = \frac{1}{\sum_{i'} \frac{D_{ii'}}{D_{ii'}}} \quad (19)$$

4. UYGULAMA

Çalışma kapsamında bir mobilya firmasında üretim sürecinde ihtiyaç duyulan kenar bantlama makinesinin seçimi için inceleme yapılmıştır. Bu amaçla firma yetkilileri ile görüşmeler yapılarak kenar bantlama makinesi seçiminde dikkate alınması gereken kriterler ve olası alternatifler belirlenmiştir. Kenar bantlama makinesi seçiminde dikkate alınan kriterler, bu kriterlerin ölçüm birimleri ve ideal durumları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kenar bantlama makinesi seçim kriterleri

No	KRİTER ADI	AÇIKLAMA	ÖLÇÜM BİRİMİ	YÖNÜ
1	Fiyat	Makinenin fiyatı	TL	Min
2	Hız	Kenar bandını yapıştırma hızı, paletin besleme hızı	mt/dakika	Max
3	Ayar değiştirme süresi	İşlem görececek parçaya yapışacak kenar bandı değiştiğinde makine ayarının kolay ve kısa sürede yapılması	1-10 üstünden puanlama	Min
4	Tutkalın ısınma süresi	Haznedeki tutkalın uygun sıcaklığa kıvama en kısa sürede gelmesi	dakika	Min
5	Kolay arıza tespitinin olması	Makinenin arıza yapması halinde, fabrika bakım onarım teknisyenleri tarafından anlaşılabilir bir mekanizmada olması	1-10 üstünden puanlama	Max
6	Makinenin aparatlarının ömrünün uzun olması	Makinenin Pnömatik ve hareketli çalışma aparatlarının uzun ömürlü olması	1-10 üstünden puanlama	Max
7	Alan ihtiyacı	Makinenin Fabrikada kaplayacağı alan	metrekare	Min
8	Satış sonrası teknik desteğin iyi olması	Satış sonrası teknik servis, iletişim	1-10 üstünden puanlama	Max

9	Ödeme kolaylığı olması	Makineyi satın alınacak firmanın ödeme kolaylığı yapması, vade farkı vb. konularda kolaylık göstermesi	1-10 üstünden puanlama	Max

Bu kriterlere göre kaner bantlama makinesi alternatiflerine ilişkin olarak nicel kriterler için teknik bilgiler toplanmış ve nitel kriterler için firma yetkililerinden uzman görüşleri alınmıştır. Buna göre elde edilen karar matrisi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Karar matrisi

Kriter Adı	Gümüş Makine (518)	Törk Makine (Proband 6-plus)	Ayza Mızrak Makine (Ayzaband 6)	Turanlar Makine (EB 151)
Fiyat	50.000	100.000	100.000	115.000
Hız	14	10	12	15
Ayar değiştirme süresi	2	3	5	5
Tutkalın ısınma süresi	20	7	15	15
Kolay arıza tespitinin olması	8	8	4	4
Makinenin aparatlarının ömrünün uzun olması	7	8	4	3
Alan ihtiyacı	3263	4998	4680	3100
Satış sonrası teknik desteğin iyi olması	9	8	6	3
Ödeme kolaylığı olması	9	7	5	2

Kaynaklar: URL 2, URL 3, URL 4, URL 5, URL 6

Kriter 2, 5, 6, 8 ve 9 için Eşitlik 2; kriter 1, 3, 4 ve 7 için Eşitlik 3 kullanılarak Eşitlik 4’te gösterilen normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Normalize karar matrisi Tablo 3’te gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 3. Normalize karar matrisi

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9
Alternatif 1	1,0000	0,8000	1,0000	0,0000	1,0000	0,8000	0,9141	1,0000	1,0000
Alternatif 2	0,2308	0,0000	0,6667	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,8333	0,7143
Alternatif 3	0,2308	0,4000	0,0000	0,3846	0,0000	0,2000	0,1675	0,5000	0,4286
Alternatif 4	0,0000	1,0000	0,0000	0,3846	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000

Ardından her bir kenar bantlama makinesi seçim kriterinin ağırlığını bulmak amacıyla CRITIC yöntemine göre korelasyon değerleri hesaplanmaktadır. Korelasyon değerlerinin hesaplanması sonucu Eşitlik 5’te gösterilen kare matris formunda oluşan yapı Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Korelasyon değerleri

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9
Kriter 1	1,0000	0,1522	0,8315	-0,6031	0,6608	0,5548	0,2875	0,7876	0,8600
Kriter 2	0,1522	1,0000	-0,1754	-0,7897	-0,3906	-0,5999	0,9630	-0,4830	-0,3650
Kriter 3	0,8315	-0,1754	1,0000	-0,1136	0,9623	0,8868	0,0611	0,8819	0,9116
Kriter 4	-0,6031	-0,7897	-0,1136	1,0000	0,1610	0,3255	-0,7453	-0,0117	-0,1297
Kriter 5	0,6608	-0,3906	0,9623	0,1610	1,0000	0,9701	-0,1434	0,8729	0,8701
Kriter 6	0,5548	-0,5999	0,8868	0,3255	0,9701	1,0000	-0,3789	0,8997	0,8675
Kriter 7	0,2875	0,9630	0,0611	-0,7453	-0,1434	-0,3789	1,0000	-0,3208	-0,1980
Kriter 8	0,7876	-0,4830	0,8819	-0,0117	0,8729	0,8997	-0,3208	1,0000	0,9915
Kriter 9	0,8600	-0,3650	0,9116	-0,1297	0,8701	0,8675	-0,1980	0,9915	1,0000

Ardından Eşitlik 6 vasıtasıyla her bir kriter için normalize edilmemiş ağırlık değeri hesaplanır ve bu değerler Eşitlik 7 kullanılarak normalize edilir. Bulunan değerler Tablo 5'te gösterilmiştir. Tablo 5'te de görüldüğü üzere; 0,1748 skor değeri ile Kriter 7 (Alan ihtiyacı) ve 0,1738 skor değeri ile Kriter 2 (Hız) kriteri ağırlığı en yüksek çıkan ilk iki kriterdir. Kriter 9 (Ödeme kolaylığı olması) ise 0,07230 skor değeri ile ağırlığı en düşük çıkan kriterdir.

Tablo 5. Normalizasyon öncesi ve sonrası ağırlık değerleri

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9
c_j	1,9521	4,2965	1,8769	4,0979	2,3307	2,1302	4,3223	1,9322	1,7883
w_j	0,0789	0,1738	0,0759	0,1657	0,0943	0,0861	0,1748	0,0781	0,0723

Kenar bantlama makinesi seçiminde etkili olan kriterlerin ağırlıkları bulunduktan sonra alternatiflerin değerlendirilmesi amacıyla EVAMIX yöntemi kullanılmıştır. EVAMIX yöntemine göre ilk olarak karar matrisi Eşitlik 8'deki gibi oluşturulmalıdır. Buradaki karar matrisi CRITIC yöntemindeki karar matrisi yapısı ile aynıdır. Bu matris daha önce Tablo 2'de verilmişti. İzleyen adım normalizasyon işlemleridir. Eşitlik 9 ve Eşitlik 10'da gösterilen normalizasyon işlemleri de CRITIC yöntemi ile aynıdır. Bu değerler de Tablo 3'te gösterilmiştir. Daha sonra nitel kriterlere ilişkin niteliksel baskınlık değerlerinin bulunması gerekmektedir. Bu noktadan itibaren CRITIC yöntemi ile EVAMIX yönteminin işlemleri farklılaşmaktadır. Kenar bantlama makinesi seçim problemindeki nitel kriterler ayar değiştirme süresi, kolay arıza tespiti, makinenin aparatlarının ömrünün uzun olması, satış sonrası teknik desteğin iyi olması ve ödeme kolaylığı olması şeklindedir. Sonrasında nicel kriterlere ilişkin niceliksel baskınlık değerleri elde edilir. Kenar bantlama makinesi seçim problemindeki nicel kriterler ise sırasıyla fiyat, hız, tutkalın ısınma süresi ve alan ihtiyacı şeklindedir. Bu değerleri elde etmek için Eşitlik 12 ve Eşitlik 13 kullanılmaktadır. Eşitlik 12 ve Eşitlik 13'te yer alan kriter ağırlıkları CRITIC yönteminden elde edilen ağırlık değerleridir. Daha sonra Eşitlik 14 vasıtasıyla niteliksel baskınlık değerleri, Eşitlik 15 vasıtasıyla niceliksel baskınlık değerleri standardize edilir. Ardından her bir alternatif çifti için Eşitlik 18 kullanılarak genel baskınlık değerleri bulunur. Her bir alternatif çifti için niteliksel baskınlık değerleri, niceliksel baskınlık değerleri, standardize edilmiş niteliksel baskınlık değerleri, standardize edilmiş niceliksel baskınlık değerleri ve genel baskınlık değerleri Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Her bir alternatif çiftine ilişkin değerler

Alternatif Çiftleri	α_{ii^t}	δ_{ii^t}	γ_{ii^t}	d_{ii^t}	D_{ii^t}
Alternatif 1, Alternatif 2	0,1402	0,6724	0,1938	0,9185	0,8184
Alternatif 1, Alternatif 3	0,4068	1,0000	0,1970	0,9254	0,9557
Alternatif 1, Alternatif 4	0,4068	1,0000	-0,0346	0,4254	0,6591
Alternatif 2, Alternatif 1	-0,1402	0,3276	-0,1938	0,0815	0,1816
Alternatif 2, Alternatif 3	0,4068	1,0000	0,0032	0,5069	0,7075
Alternatif 2, Alternatif 4	0,4068	1,0000	-0,2284	0,0069	0,4109
Alternatif 3, Alternatif 1	-0,4068	0,0000	-0,1970	0,0746	0,0443
Alternatif 3, Alternatif 2	-0,4068	0,0000	-0,0032	0,4931	0,2925
Alternatif 3, Alternatif 4	0,2366	0,7908	-0,2316	0,0000	0,3217
Alternatif 4, Alternatif 1	-0,4068	0,0000	0,0346	0,5746	0,3409
Alternatif 4, Alternatif 2	-0,4068	0,0000	0,2284	0,9931	0,5891
Alternatif 4, Alternatif 3	-0,2366	0,2092	0,2316	1,0000	0,6783

Son olarak her alternatif için Eşitlik 19'daki işlem yapılarak en büyükten en küçüğe sıralanır. Bulunan değerler ve sıralama Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Alternatiflerin nihai değerleri

Alternatif	S_i	Sıra
Alternatif 1	1,2731	1
Alternatif 2	0,1574	3
Alternatif 3	0,0383	4
Alternatif 4	0,3220	2

Buna göre tüm kriterler birarada düşünüldüğünde en iyi kenar bantlama makinesi Gümüş Makine 518'dir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Her sektörde olduğu gibi mobilya imalat sektöründe de yoğun bir rekabet hüküm sürmektedir. Mobilya sektörü moda ve stil sektörü olduğu için mobilyaların tasarımı ne çıkmakta, tüketiciler talepleri kısa periyotlarla değişmektedir. Mobilya reticileri de değişen tüketiciler taleplerine uygun tasarımda ve kalitede ürünler üretmeli ve buna bağlı olarak makine teknolojilerini günün şartlarına göre yenilemelidirler.

Mobilya retiminde kullanılan en önemli makinelerden biri de kenar bantlama makinesidir. Bu makine, ahşap levhaların fiziksel olarak dayanıklılığının artırılması ve mobilyaya güzel bir görünüm verilmesi amacıyla levhanın kenarlarına melamin, PVC, papel, masif, sentetik veya kaplama malzemelerinin kaplanması işlevini görür.

Bu çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden CRITIC ve EVAMIX yöntemleri beraber kullanılarak Isparta'da faaliyet gösteren bir mobilya fabrikası için en uygun kenar bantlama makinesi seçimi uygulaması yapılmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemleri, birbiriyle çelişen birçok nicel ve nitel kriteri birlikte analiz ederek alternatifler içerisinden amaca en uygunun belirlenmesini sağlayan yöntemlerdir.

Mobilya fabrikası yetkilisi ve literatür taramasıyla belirlenen değerlendirme kriterlerinin önem dereceleri CRITIC yöntemiyle bulunmuştur. Analiz sonuçlarına göre ağırlığı en yüksek çıkan ilk iki kriter sırasıyla; 0,1748 skor değeri ile Kriter 7 (Alan ihtiyaı) ve 0,1738 skor değeri ile Kriter 2 (Hız)'dır. Ağırlığı en düşük çıkan kriter ise, 0,07230 skor değeri ile Kriter 9 (deme kolaylığı olması)'dır. Dolayısıyla mobilya fabrikası yetkililerinin kenar bantlama makinesi tercihlerinde satın alacakları makinenin boyutlarına dikkat etmeleri ve palet hızı yüksek bir makine tercih etmeleri gerektiği sonucuna varılabilir.

Kriter ağırlıkları bulunduğundan sonra, EVAMIX yöntemi kullanılarak dört adet kenar bantlama makinesi alternatifinin sıralaması yapılmıştır. Yapılan sıralamada "Alternatif 1" olarak adlandırılan "Gümüş Makine 518" markalı kenar bantlama makinesi 1,2731 skor değeri alarak ilk sırada yer almıştır. Analiz sonuçları, mobilya firması yöneticileri ile paylaşılmış önerilerde bulunulmuştur.

Yapılan literatür taramasında ise şu tespitlere varılmıştır:

- Yerli ve yabancı yayınlarda EVAMIX yönteminin makine seçiminde kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.
- Türkçe literatürde EVAMIX yöntemiyle yapılan çalışma sayısının oldukça az olduğu,
- CRITIC yönteminin de mobilya sektörüyle ilgili bir çalışmada kullanılmadığı

görülmüştür.

Bu yönüyle çalışmanın literatüre bir katkı sağladığı düşünülmektedir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda CRITIC ve EVAMIX yöntemleri mobilya sektöründe farklı bir makine seçiminde veya farklı bir sektörde makine seçiminde kullanılabilir. Bunun yanı sıra makine seçiminde farklı ÇKKV yöntemleri de uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- Akın, N.G. (2019). Makine Seçimi Probleminde ENTROPİ - ROV ve CRITIC – ROV Yöntemlerinin Karşılaştırılması, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 62, 20-39.
- Ayrim, Y. ve Can, G.F. (2017). Risk Değerlendirmesinde CRITIC Metodu İle Sektörlerin Karşılaştırması, *Journal of Turkish Operations Management*, 1 (1), ss.67-78.
- Aytaç Adalı, E. (2016). Personnel Selection In Health Sector with EVAMIX and TODIM Methods, *Alphanumeric Journal The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 4 (2), 69-83, DOI: 10.17093/aj.2016.4.2.5000194528.
- Can, G.F., Atalay, K.D. ve Eraslan, E. (2018). HTEA Temelli CRITIC Yöntemi İle Bir Devlet Hastanesinde Risk Değerlendirme Uygulaması, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(ÖS: Ergonomi2017), ss.176-187.
- Chatterjee, P. ve Chakraborty, S. (2014). Flexible manufacturing system selection using preference ranking methods: A comparative study, *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 5, 315–338.
- Darji, V.P., ve Rao, R.V. (2013). Determining objective weights in multiple criteria problems: The CRITIC method, *American Journal of Operations Research*, 3, 542-569.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G. ve Papayannakis, L. (1995). Application of AHP/EVAMIX Method for Decision Making in the Industrial Environment, *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770.
- Ebrahim, B.M. ve Abolfazl, L.A. (2014). Flood management options using analytical hierarchy process and evaluation and mixed criteria, *Iranian of Irrigation & Water Engineering*, 4(14) , 72-82.
- Gök Kısa, A.C. ve Perçin, S. (2017). Bütünleşik Bulanık DEMATEL-Bulanık VIKOR Yaklaşımının Makine Seçimi Problemine Uygulanması, *Journal of Yasar University*, 12 (48), 249-256.
- Işık, Ö. (2019). Türkiye’de Hayat Dışı Sigorta Sektörünün Finansal Performansının CRITIC Tabanlı TOPSIS ve MULTIMOORA Yöntemiyle Değerlendirilmesi, *BMIJ*, 7(1), ss.542-562 doi: <http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v7i1.1090>.
- Keleş, M.K. ve Özdağoğlu, A. (2019). CRITIC ve EDAS Yöntemleri Bütünleşik Kullanımıyla Türk Milli Futbol Takımı İçin Kaleci Seçimi, 17. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Tam Metin Bildiri Kitabı, ss.3042-3053
- Kiracı, K. ve Bakır, M. (2019). Critic Temelli Edas Yöntemi ile Havaolu İşletmelerinde Performans Ölçümü Uygulaması, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 35, ss.157-174.
- Özdağoğlu, A. (2013). İmalat İşletmeleri İçin Eksantrik Pres Alternatiflerinin Copras Yöntemi İle Karşılaştırılması, *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi* , 4 (8), 1-22.
- Özdağoğlu, A., Bahar, S. ve Yakut, E. (2017). Machine Selection with Fuzzy AHP in a Dairy Factory, *Yönetim ve Ekonomi*, 24 (2), 295-308.
- Qureshi, M.E., Harrison, S.R. ve Wegener, M.K. (1999). Validation of multicriteria analysis model, *Agriculture Systems*, 62, 105-116.
- Şenol, Z. ve Ulutaş, A. (2018). Muhasebe Temelli Performans Ölçümleri ile Piyasa Temelli Performans Ölçümlerinin CRITIC ve ARAS Yöntemleriyle Değerlendirilmesi, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 641, ss.83 – 102.
- Ulutaş, A. ve Cengiz, E. (2018). CRITIC ve EVAMIX yöntemleri ile bir işletme için dizüstü bilgisayar seçimi, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11 (55), ss.881-887.
- Ulutaş, A. ve Karaköy, Ç. (2019). CRITIC ve ROV Yöntemleri ile Bir Kargo Firmasının 2011-2017 Yılları Sırasındaki Performansının Analiz Edilmesi, *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8 (1), ss.223-230.
- URL 1, Tunçel, S. (<http://www.sabittuncel.com/levha-urunlerinde-kenar-islemleri/>, Levha Ürünlerinde Kenar İşlemleri, Erişim tarihi:11.11.2019).
- URL 2, (<https://urun.makinatorkiye.com/gumus-makina-silver-gkb-389-5-uniteli-kenar-bantlama-makinesi-p-139332>, Erişim Tarihi: 05.08.2019).

URL 3, (www.gumusmakina.com.tr, Erişim Tarihi: 05.08.2019).

URL 4, (<https://urun.makinatorkiye.com/tork-proband-plus-6-6-uniteli-otomatik-kenar-bantlama-makinesi-p-139385>, Erişim Tarihi: 05.08.2019).

URL 5, (<http://ayzamizrak.com.tr/tr/ayzaband6-kenar-bantlama-makinesi-6-UNITELI-Ayzaband-6>, Erişim Tarihi: 05.08.2019).

URL 6, (<https://turanlar.com/Urun/29/KENAR-BANTLAMA-MAKINESI.aspx>, Erişim Tarihi: 05.08.2019)

Yılmaz, K., Öztürk, Y. ve Burdurlu, E. (2017). Mobilya Endüstrisi Üretim Süreçlerinde Teknoloji Seçimi: Panel Ebatlama Makinesi Seçimi Örnekleme, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6 (3), 774-785

Bilgi Sistemi Kullanımının Karar Verme Üzerindeki Etkisi: Bir Enerji Firması Örneği

Nida ÖZDOĞAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Kahramanmaraş/Turkey, nidaozdogan@hotmail.com

ÖZ

İşletmeler için bilginin varlığı ve kaynağının önemi büyüktür. Bilgi, sürekli rekabet ortamında işletmelere fırsatlara rakiplerinden önce ulaşma imkânı veren, firmaları tehdit edecek unsurları önceden göz önüne serebilen en etkili unsurdur. Müşteri memnuniyetini gözeterek sürdürülebilir bir işletme yapısı oluşturmayı hedefleyen işletmelerin temel yapı taşını oluşturur. İşletmeler için böylesine önemli olan bilginin kullanımını sağlayan bilişim teknolojileri ve bilgi sistemleri ise dinamik rekabet ortamında işletmeler için müşteri memnuniyeti ve sürdürülebilirlik açısından önemli bir hal alırken; yönetici ve alt çalışanlar için de karar verme aşamasında önemli rol üstlenir. Gittikçe karmaşık hale gelen günümüz iş ortamlarında; takım çalışmaları, şirket içi iletişim, durum raporlamaları ve karar verme süreçleri gibi konular zorlaşmaya başlamıştır. Karar veren mekanizmalar veya bu konumdaki karar alıcılar karar alırken sezgisel, matematiksel birçok yöntem kullanabilir. Fakat günümüz şartlarının gerektirdiği ölçüde hızlı şekilde alınması gereken kararlar vardır ve bu da bilgi sistemleri veya karar destek sistemlerinin varlığıyla daha da mümkün olmaktadır. Bilgiye hızlı ve zamanında erişim ve bilginin kalitesinin artmasını sağlayan bilgi sistemleri ve bilişim teknolojilerinin kullanımı son yıllarda işletmelerde gittikçe artmıştır. İşletmelerin ve işletmedeki yönetimin karar verme sürecinde kullanacağı verilerin toplanması, depolanması, analiz edilmesi ve stratejik kararlar verilmesinde karar destek sistemlerinin önemi çok büyüktür. Bu nedenle bilişim teknolojileri ve bilgi sistemleri kullanımı, işletme içi bilgi akışı, iletişim, karar destek süreçleri gibi alanlarda işletmeler için önemli hale gelmiştir. Bu araştırmada; Kahramanmaraş ilinde enerji sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede bilgi sistemi kullanım düzeyi incelenmiş, bilgi sistemlerinin işletmenin genel performansı ve karar alma süreçlerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Üst ve orta düzey yöneticiler ile operasyonel çalışanlardan bilgi sistemine geçişten sonraki işgüçlerindeki performans artışları, karar alma süreçlerindeki değişiklikler, raporlama yetkinlikleri gibi konularda görüşleri alınmış ve bu görüşler SPSS programında yorumlanarak bilgi sisteminin işletmeye faydaları veya zararları analiz edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca mevcut sistemin karar destek mekanizması olarak hali hazırdaki durumu analiz edilmiş ve çalışanların performanslarını artıracak değişik varyasyonlu raporlamaların sisteme eklenmesi ile alakalı olarak sistem yöneticilerine önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilgi Sistemi, Bilişim Teknolojileri, Karar Destek Sistemleri

JEL Kodları: C53, D7, M54

Information System Usage Effect on Decision Making: Example of an Energy Company

ABSTRACT

The existence and source of information is very important for businesses. Information is the most effective element that enables companies to reach opportunities before their competitors and to foresee the factors that will threaten the companies in a continuous competitive environment. It constitutes the basic building block of the enterprises aiming to create a sustainable business structure by considering customer satisfaction. Information technologies and information systems, which enable the use of such important information for businesses, become important for businesses in terms of customer satisfaction and sustainability in a dynamic competitive environment; It also plays an important role in decision making for managers and sub-employees. In today's business environments that are getting more and more complex; Issues such as teamwork, internal communication, status reporting, and decision-making processes are getting harder. Decision-making mechanisms or decision-makers in this position can use many intuitive, mathematical methods to make decisions. However, there are decisions that need to be taken as quickly as required by today's conditions, which is even more possible with the presence of information systems or decision support systems. The use of information systems and information technologies, which provide fast and timely access to information and

increase the quality of information, has increased in businesses in recent years. Decision support systems are very important in collecting, storing, analyzing and making strategic decisions of the data that businesses and the management will use in the decision making process. For this reason, it has become important for businesses in areas such as the use of information technologies and information systems, in-house information flow, communication, and decision support processes. In this study; In an enterprise operating in the energy sector in Kahramanmaraş province, the level of information system usage was examined and the effects of information systems on the overall performance of the enterprise and decision making processes were tried to be determined. Opinions from top and middle level managers and operational employees on issues such as performance increases after the transition to the information system, changes in decision-making processes, reporting competencies were interpreted in the SPSS program and the benefits or losses of the information system were analyzed. In addition, the current state of the current system as a decision support mechanism was analyzed and suggestions were made to the system administrators regarding the addition of reports with different variations that would increase the performance of the employees.

Keywords: Information System, Information Technologies, Decision Support Systems

JEL Codes: C53, D7, M54

1. GİRİŞ

Günümüzde hızla gelişen bilgi teknolojilerindeki ilerlemeler, birçok alanda büyük etkiler yaratmıştır. Bilginin kaynağı ve bu kaynakla ilgilenen kişiler bilişim teknolojilerinden yararlanmak ve maksimum düzeyde faydalanma için sürekli gelişme kaydetmişlerdir. Bilgi sistemlerinin temel amacı insanların ihtiyaç duyduğu uzun uğraşlar sonucu elde edilen bilgiyi kısa sürede, eksiksiz ve tutarlı bir şekilde sunmaktır. İyi tasarlanmış bir bilgi sistemi, yönetimin başarısını artırarak, karmaşık hale gelen iş süreçlerinde şirket içi iletişim, müşteri memnuniyetinde randıman sağlayarak işletmenin daha verimli çalışmasını sağlayacaktır.

Artan rekabet ortamlarında, karşılaşılan problemler ve bu problemlerin çözümü olan kararların riski de gün geçtikçe artmaktadır. Bu sorunlara karar vericiler birçok farklı yöntem ve sezgisel yaklaşımlarla yaklaşabilirler fakat bu sorunların vazgeçilmez iki unsuru olan bilgi sistemleri ve karar destek sistemleridir. Günlük hayatta vazgeçilmez bir unsur olan bilgi bilişim teknolojilerindeki ilerlemeler karar destek sistemlerinde ilerlemeyi sağlamıştır. Karar destek sistemleri en basit istatistiksel modellerden en karmaşık modellerin çözümünde kullanılan, büyük veri yığınlarından oluşan modelleri analiz edebilen, belirsizlik seviyesi yüksek olan modellere karar verme sürecinde ihtiyacı olan tüm alternatifleri sunarak çözüme ulaştıran sistemlerdir. Karar destek sistemlerini bilgi sisteminden ayıran temel özellik kullanıcının yerine geçmek değil kullanıcıyı etkin verimli bir şekilde çalıştırarak ona sadece destek olmasıdır.

Araştırmanın hedefi K.Maraş ilinde enerji sektöründe faaliyet gösteren bir işletmedeki mevcut bilgi sistemi ve bilişim teknolojileri kullanımını incelemek, operasyonel çalışanlara bu konuda bir anket çalışması yapmak ve işletmenin her yıl düzenli olarak yaptığı ileriye dönük 5 yıllık tüketim tahmini analizini bir de karar destek sistemi vasıtalarından olan bilgi sistemi aracılığıyla yapmaktır. Bu şekilde eski yöntemle oranla karar vermede sağlanan kolaylığı kullanıcıya sunmak amaçlanmıştır. Modelde, temelde geçmiş tüketim verileri girdi olarak, geçmiş tüketimden faydalanarak oluşturulan tahminler ise çıktı olarak verilecektir. Oluşturulacak Karar Destek Sistemi'ne bağlı olarak Zaman Serileri Analizi yöntem olarak alınarak kullanılacaktır. Çalışmanın temel amacı bilişim sistemleri sayesinde sapma oranının, hata payının en aza düzeye indirgenmiş olmasını inceleyip, bilişim sistemlerinin ve karar destek sistemlerinin hayatımıza girmesi ile bize sağlamış olduğu kolaylıklar ve imkânları analiz etmektir.

2. BİLGİ SİSTEMLERİNİN TANIMI VE GELİŞİMİ

İşletmelerde, yönetim kademesinin ihtiyacı olan veri ve bilgileri işletmenin iç ve dış çevresinden toplayarak organize eden, özetleyen ve ihtiyaç duyan alt sistemlere ve yöneticilere raporlayan sistemlere bilgi sistemleri denmektedir (Soyuer'den aktaran Demirhan, 2002: 118).

Bilgi sistemleri 1960'lı yıllarda yöneticilerin rahat karar alarak bilgiyi raporlama görevini yerine getirmeye başlamıştır.1980'li yıllarda gelişen teknoloji bilgi sistemlerin gelişmesine büyük yarar sağlamıştır. 1980'li yıllardan sonra yöneticiler istedikleri bilgiye daha kolay ve daha hızlı ulaşmaya başlamışlardır. 1990'lı yıllardan sonra küreselleşen dünyada gelişimler devam ederek internetin hızla gelişip yaygınlaşması ile bilgi sistemleri kendini daha da ilerleterek ilerleme kaydetmişlerdir.

Bilgi sistemi esnek ve değişikliklere yatkın olması yönetimin bütün kademelere bilgi sağlayarak, ihtiyaç anında çıktı olarak sunulması bilgi sistemini vazgeçilmez kılmaktadır.

2.1. Bilgi Sistemlerinin Sunduğu İmkânlar

Müşteri memnuniyetini düşünerek ve sürdürülebilir bir işletme yapısı oluştururken bilgi sistemlerinin birçok alanda sunmuş olduğu imkânlar vardır. Bilginin yönetimi, hizmet çerçevesi, müşteri memnuniyeti ve maliyeti en verimli şekilde kullanmak başlıca sunmuş olduğu imkânlardır. Bu bilgi yönetiminin sağlamış olduğu imkânlar birbiri ile doğru orantılıdır. Bir alandaki olumlu gelişmeler diğerini de olumlu yönde etkilemektedir. Bu tanım enerji sektöründeki işletmenin performansını

artırarak olumlu yönde etkilemektedir. Örneğin yönetimin almış olduğu kararlarda şirket içi iletişimi refah düzeyde tutarak müşteri memnuniyetini olumlu yönde yönlendirmektedir.

- Hizmet çerçevesini genişletmek gittikçe karmaşık hale gelen günümüz şirketlerinde sürdürülebilirlik açısından daha çok hedef kitleye ulaşarak performans, başarı artırımını sağlayacaktır.
- Yüksek verimlilik minimum maliyet bilişim teknolojileri artması ile insan gücüne olan verimlilik artarak maliyetlerin minimum düzeye indirilmesinde büyük etkindir. Bilgi sistemlerinin verimli kullanılması iş gücü yükünü azaltarak performansı artırmaktadır bu da maliyetleri en aza indirmektedir.
- Müşteri memnuniyeti sürdürülebilir bir çalışma sağlamak müşteri memnuniyetini en yüksek düzeyde tutarak sağlanmaktadır. Tüm işleyişi bilgi sistemleri ile takip ederek zamanında ve gerekli tüm önlemlerin alınmasıdır.
- Bilginin yönetimi, sürekli gelişen karmaşık hale gelen iş ortamlarının durum raporlama karar verme süreçleri gittikçe zorlaşmaya başlamıştır. Bu süreç zarfında kaynakların daha iyi yönetimi bilginin kalitesini artırarak zamanında sonuçlara ulaşmayı başarmıştır.

2.2. Bilgi Sisteminin Çalışma Hayatına Etkisi

İçinde bulunduğumuz yüzyıl da bilgiye dayalı sektörlerin kurulduğu çağdır. Bu dönem de teknolojik gelişmeler bilgi odaklı ilerleme sağlamaktadır. Ekonomik hayatın her yerinde bilgi sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bilgi iletişim teknolojileri ile farklı ekonomi ortaya çıkarken, diğer yandan işsizlik oranını azaltacak yeni meslekler yaratmaktadır.

İşletme yöneticileri, çalışma sürecinde pazarlama, üretim, insan kaynakları, satış, ar-ge, muhasebe, finans vs. birimlerden sağlanacak birimlerle desteklenmesini önemserler. İnsan gücü uzun vadeli rasyonel kararların alınabilmesinde yetersiz kalabilmektedir. Daha hızlı daha kolay bilgiye bilişim teknolojileri sayesinde ulaşabilmektedir ve geriye dönük herhangi bir yanlışlık durumunda düzeltilme yapılabilmektedir. Böylelikle bilişim teknolojileri ve karar destek sistemleri günümüz hayatında önemli bir yere sahiptir.

- İşletmedeki operasyonel verimliliği artırarak daha hızlı ve maliyeti az yapar.
- Bilişim sistemleri kurumsallaşmanın yanı sıra emek tasarrufu da yapar.
- Çalışanlar ile üst düzey yöneticiler arasında yönetim koordinasyonu güçlü bir bağ oluşturacaktır.
- Ekonomiye yeni giren fırsatları yakalamaya imkân tanır.
- Rekabet avantajı sağlar.
- Müşteri ilişkileri pekişir ve bilgisayarlı sistemler sayesinde daha iyi hizmet sunulur.

3. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

3.1. Karar ve Karar Verme Kavramı

Karşımıza çıkmış olan engeli çözme sürecidir. Karar verme çeşitli basamaklardan oluşan rasyonel bir seçim yapma sürecidir. İnsanlar hayatın her sürecinde özel veya meslek hayatlarında sürekli bir karar vermek zorundadırlar. Yönetici açısından bakılırsa verimlilikleri verdikleri kararlar doğrultusunda ölçülmektedir. Yöneticiler verdikleri kararlar doğrultusunda çalışanlarına yol göstermiş olacaklardır.

3.2. Karar Verme Süreçleri Nelerdir?

Karar verme sürecinde çeşitli mekanizmalar, farklı riskler bulunmaktadır. İlk olarak eğer bir hata saptanmışsa bu hatanın kabul edilmesi, çok aceleci olmayıp çok geç de davranmamak, önem sırasını göz önünde bulundurmak ve karar aşamasında bulunan kişilere danışılması bu faktörler uygulanmadığı zaman büyük bir risk alma süreci başlamıştır.

- Karar verme süreci öngörüye dayalıdır.
- Karar verme psikolojik güçlük taşır.
- Sorun amacının tanımlanması.
- Rasyonelliğe dayanır ve sistematik olarak ilerler.
- Karar belirli bir otorite gerektirir.
- Kararın uygulanıp izlenmesi.

3.3. Karar Vermeye Yardımcı Teknikler (Yaklaşım) Nelerdir?

Karar verme sürecinde iki yaklaşımdan bahsedebiliriz.

1. Kantitatif (Yöneylem) Yaklaşım:

Kantitatif yaklaşımda, riskin gerçekleşmesi durumunda oluşabilecek muhtemel zarar ve riskleri yönetmek için uygulanabilecek kontrol tedbirlerine ait maliyetler parasal karşılık ile hesaplanmaya çalışılır. Yöneylem araştırması karar verme sürecinde, problemlerin çözümünde önemli bir yere sahiptir. Karar verme sürecinde en önemli unsur matematiksel tekniklere sahip olmasıdır.

2. Sezgisel ve Deneyimsel Yaklaşım:

Bu yaklaşımda herhangi bir kantitatif yaklaşım söz konusu değildir. Kişi geçmiş deneyimlerinden faydalanarak ileriye dönük olma ihtimaline karşı çeşitli karar mekanizması oluşturur.

3.4. Karar Destek Sistemleri Tanımlamaları

Günümüzde karar verme aşamasında KDS' nin kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Üst düzey çalışanlar görevleri gereği karar alma durumundadırlar. Alınan bu kararların etkin, doğru ve hızlı olması gerekmektedir. Alınan bu kararların doğru ve tutarlı olması için bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Karar vericilerin bu bilginin doğruluğunu belirleyip etkin bir sonuç vermesi zaman almaktadır. Belirsizlik seviyesi yüksek olan durumlarda ise bu zaman dilimi arasında makas daha da açılmaktadır. Bu ihtiyaçların kısa zamanda karşılanması bilişim teknolojilerinin gelişimi ile beraber bilgi sistemi türü olan karar destek sistemleri ile sağlanmıştır.

Karar destek sistemleri verilen rasyonel kararlar ile bilgisayarların yetenekleri arasında ilişki kuran, karar vericiye yardımcı bilgisayar destekli sistemlerdir. KDS genel olarak bilgi sistemleri, bilişim teknolojileri ve yöneylem araştırması gibi birçok dal ile iç içedir. Karar Destek Sistemleri; yöneticilerin karar vermesine yardımcı olan bilgisayar tabanlı sistemlerdir. Karar Destek Sistemleri; elde edilen veriyi, karmaşık analiz modelleri ile bilişim teknolojisini bir arada kullanan sistemlerdir.

Karar Destek Sistemleri en basit problemlerden en karmaşık istatistiksel modellere kadar kapsamlı analiz edebilir. Analiz sonucunun doğru, tutarlı ve anlaşılır olması gerekmektedir. Karar Destek Sistemleri teorik olarak tek bir insanın yapabileceği işlemleri gerçekleştirir fakat insan gücünün karmaşık istatistiksel modelleri el ile yapılması mümkün olmamaktadır. Bu yüzden Karar Destek Sistemleri en az maliyetle en hızlı zamanda tutarlı ve doğru sonuçlar analiz eder.

3.5. Karar Destek Sistemlerinin Özellikleri

1. Yarı yapısal veya yapısal olmayan kararların çözümüne yardımcı olur.
2. Kullanımı basit ve kolaydır.
3. Kararlar da verimlilik ve etkinliği amaçlar.
4. Değişebilen şartlar neticesinde esnekler.
5. Karar destek sistemlerini denetleme durumu kullanıcıya aittir.
6. Tüm karar verme aşamalarında bulunur.
7. Karmaşık problemlerin çözümünde hızlı sonuçlar çıkararak analiz edilmesi.
8. Kullanıcıya tavsiye ve değerlendirme imkânı sunma.

9. Karar destek sistemleri karar vericinin yerine geçmez onu desteklemeyi hedefler.
10. Karar destek sistemleri bilgi sistemler, bilişim teknolojileri ve yapay zekâ gibi yazılımları bir araya toplayan bütünleşmiş sistemdir.
11. Karar destek sistemleri analiz sonuç çıktılarını tekrar başka bir aşamada girdi olarak kullanabilir.
12. Karar destek sistemleri geleceğe yönelik olası problemleri tahminleyerek analiz etme imkânı sağlar.

3.6. Karar Destek Sistemleri Aşamaları

1. SORUN TANIMLAMA
KDS' nin ilk aşaması oluşan sorun incelenerek ne için yapılacağını belirlenmesidir.
2. PLANLAMA
Bu aşamada fizibilite etüdü yapılır. İleriki aşamalarda nerde ne şekil tahmin yapılacağı planlanarak süreler ve ihtiyaçlar belirlenir.
3. ARAŞTIRMA
Planlama aşamasında oluşan ihtiyaçlara karşılık paket programlar belirlenir.
4. VERİTABANI
Teknik yöntem ve algoritmalar belirlenir. Dokümanlar elektrik ortamına aktarılır. Bu ön sistem aşamasında istenilen sonuçlar elde edilene kadar analizlere devam edilir.
5. PROGRAMLAMA
Karar destek sistemine uygun paket program ile yazılım oluşturulur. Daha önceki aşamalardan elde edilen veriler sistemde işleme sürecine konulur. Sistem alt ve üst limitleri dâhilinde sürekli tekrar edilir.
6. TEST ETME
KDS' ne uygun görülen program seçildikten sonra ön test yapılarak veriler analiz edilir. İstenilen sonuç elde edilene kadar test edilmeye devam edilir. KDS programının yeterliliği analiz edilir.
7. EĞİTİM
Test işlemi bittikten sonra KDS programını kullanan kullanıcının eğitime geçilir. Sistem, veri giriş ve çıkışı hakkında bilgiler aktarılarak bir sorun ile karşılaşıldığında devreye girerek sorun giderilir.
8. UYARLAMA
KDS' nin değişen süreçler doğrultusunda güncellenmesidir. Örneğin işletmeye giren portföy hacmi, çıkan müşteriler, tüketim miktarları vs. değişen sebeplerden ötürü sistem sürekli kendini koruma ve güncelleme halindedir.

3.7. Karar Destek Sistemi Türleri

1-Model Tabanlı Karar Destek Sistemi

Model tabanlı karar destek sistemleri istatistiksel, finansal, simülasyon ve optimizasyon modellerinin erişimine ve onların işlenmesini gerçekleştirirler. Bir problemin analiz edilmesinde karar vericilere yardım etmek için kısıtlı sayıda parametre sunarlar. Dar veri tabanlı modeller için daha uygundur.

Bu gibi sistemler genellikle merkezi bilgi sistemi kontrolü altında olmayan son kullanıcı bölümler ya da gruplar tarafından geliştirilirler. Bu sistemlerin analiz yetenekleri, modelin kullanımını kolaylaştıracak iyi bir kullanıcı ara yüzüyle birleştirilmesine bağlıdır (Power, 2002).

2-Veri Tabanlı Karar Destek Sistemleri

Büyük veri yığınlarını analiz eden sistemlerdir. Veri tabanlı karar destek sistemleri daha önceden saklı kalmış faydalı bilgilerin çıkarılarak, karar vericilere karar verme desteği sağlayan sistemlerdir.

3.8. Karar Destek Sistemlerinin Uygulama Alanları ve Kullanılan Algoritmalar

KDS bir işletmenin ihtiyaç duyduğu tüm alanlarda geliştirilebilir. KDS, tedarik zinciri yönetimi, tahminleme, finansal, ulaştırma, bankacılık, sigorta, eğitim, sağlık sistemleri vb. birçok alanda uygulamalarına rastlamak mümkün olmaktadır.

KDS uygulamalarında;

- Zaman Serileri
- Doğrusal Programlama
- Yapay Sinir Ağları
- Destek Vektör Makinaları
- Genetik ve Bayes Algoritması
- Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) gibi birçok algoritmalarından yararlanılır.

Zaman serileri daha çok ekonometri, istatistiksel ve matematiksel alanlarda kullanılır.

Doğrusal programlama maliyeti minimize, karı maksimum seviyede tutarak optimizasyon sağlamaya çalışır.

Yapay sinir ağları insan beyninden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgi işlem sistemidir. Enflasyon e-kur tahmini gibi uygulamalar buna örnektir.

Destek vektör makinaları hiper düzleme en yakın öğrenme verileridir. Ses ve yüz tanıma, getiri tahmini ve çoğunlukla sınıflandırma problemlerinde kullanılır.

Genel algoritmalar uygulama alanı oldukça geniştir. Karmaşık çok boyutlu arama uzayında en iyinin hayatta kalması ilkesine göre bütünsel en iyi çözümü arar [wikipedia, 2012].

Bayes algoritması ise hızlı bir biçimde sınıflama ve tahminleme işlemleri için kullanılan sistemlerdir

Analitik hiyerarşi prosesi, karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen faktörler açısından karar noktalarının yüzde dağılımlarını veren bir karar verme ve tahminleme yöntemi olarak açıklanabilir [Yılmaz, 1999].

3.9.Yöntemde Kullanılan Analizler

Çalışmada mevsimsellik olmasından kaynaklı zaman serileri analizi kullanılmıştır.

Zaman Serileri; Zamana bağlı değişimi girdi ve çıktı şeklinde çalışan sistemdir. Girdilerimizden çıkan sonuçlarımızın zaman içerisindeki değişimleri bir boyut olarak değişiklikler içerir.

Zaman Serileri Ne İşe Yarar?

1. Outlie (aykırı) yakalama: Zaman serisi analizi yaparken analiz üzerindeki farklılıkları yakalar. Örneğin; sistem hatası ve hatalı veriler vs.
2. Tahmin (prediction): Dip yapma veya maksimum seviyede durumlarda sezonsallık kullanarak bir tahminde bulunma. Hareketli ortalamalar. Çalışmanın yönteminde kullanacağımız zaman serisi analizi.

3. Eksik veri tamamlama (Imputotion): Eksik olan veriyi yerine koyma. Bir algoritma kullanarak elimizdeki veriden eksik olan veriyi tahminleyerek doldurma.
4. Hata Düzeltme (Data Scrubbing): Aykırı durumlarda varsa doğru veriye yaklaştırılmasıdır.

Analiz Yöntemleri;

Hareketli Ortalamalar

$$SMA = \frac{Pm + Pm - 1 + \dots + Pm - 1(n - 1)}{n}$$

SMA: Basit hareketli ortalama

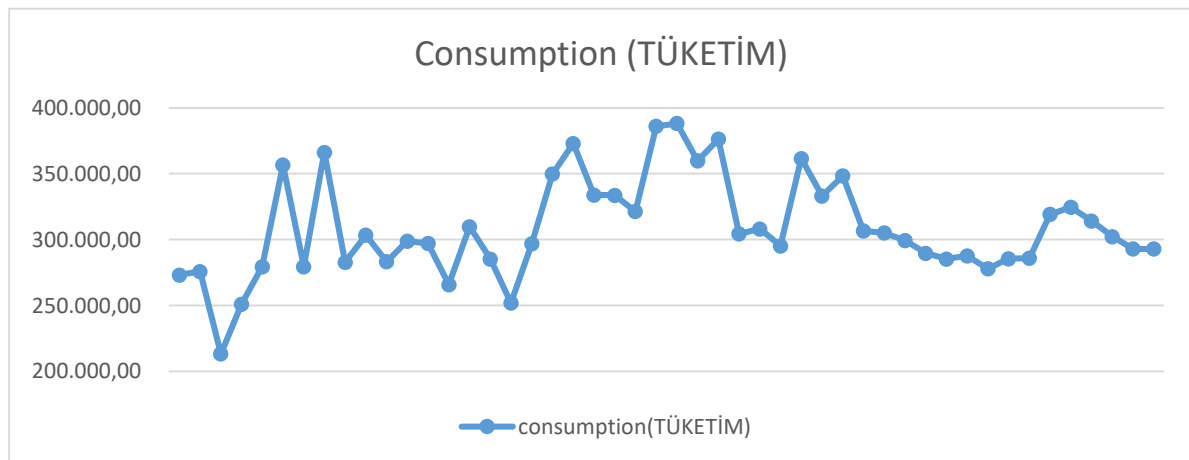
N: gözlem sayısı

Anlık, günlük hatalı verilerin mevsimsellik düşüş ve yükselişlerden kaynaklı durumlarda arındırarak daha indirgenmiş somut hale getirmektedir. Etkili trend analizinin takibi hareketli ortalamalar ile yapılır.

4.METODOLOJİ VE UYGULAMA

Bu araştırmanın amacı; enerji sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde bilişim sisteminin karar alma sürecine etkilerini belirleyebilmektir. Araştırmada Kahramanmaraş ilinde enerji sektöründe faaliyet gösteren tedarik şirketi için ileriiki 5 yıl için enerji tedarik etmeyi planladığı son kaynak, perakende satış ve serbest tüketicilerin tüketimine ilişkin talep tahminlerini bilimsel yöntemlerle, bölgeye özgü şartları dikkate alarak, resmi ekonomik hedefleri göz önünde bulundurarak tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada amaç; zaman serileri analizinden faydalanarak tahminde bulunmaktır. Bu aşamada bilgi sistemleri ve karar vericilerin önemi ve kurumdaki hayatımıza girmemiş olsaydı ileriye dönük tahmin yapılmasının ne denli zor ve tutarsız olacağı görülmüştür. Amacımız geçmiş 2016-2019 yılları arası aylık olarak 48 gözlemden yararlanarak ileriye dönük 2020-2024 aylık olarak 60 gözlem tahmini yapmaktır. Bu analizi Excel ve Eviews programları sayesinde iki farklı metot ile hızlı, kolay ve tutarlı sonuçlar elde ederek tahminimizi oluşturmaktır.

Araştırmanın yönteminde, aylık olarak geçmiş aylara ait 48 gözlem değerleri incelendiğinde, aylık verilerde tüketimler mevsimlere ve aylara göre değişkenlik gösterdiğinden tüketim grafiğinde dalgalanmalar görülmektedir (Şekil-1).



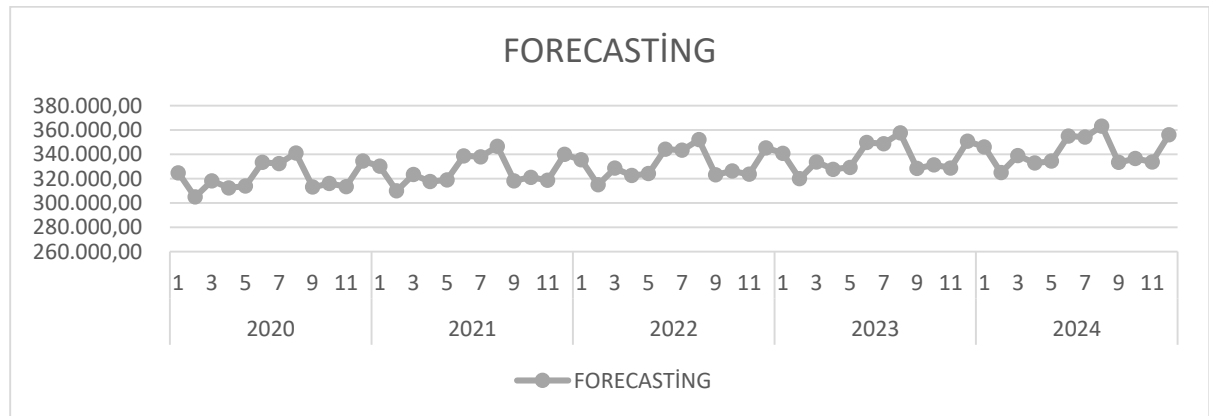
Şekil 1

Değişen hava şartları, değişen abone sayıları, iletimden bağlı tüketicilerin tedarikçi değiştirmesi tüketimlerin değişkenlik göstermesine sebep olmaktadır. Tüketim tahmini için çeşitli çeşitli bağımsız değişkenler kullanılmış ama korelasyon, F istatistik değeri ve açıklama oranı (R^2) açısından uygun modele ulaşılamamıştır.

Korelasyon	YILLAR
YILLAR	1
TÜKETİM	0,165888787
Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,17428438
R Kare	0,030375045
Ayarlı R Kare	0,009296242
Standart Hata	34839,6306
Gözlem	48

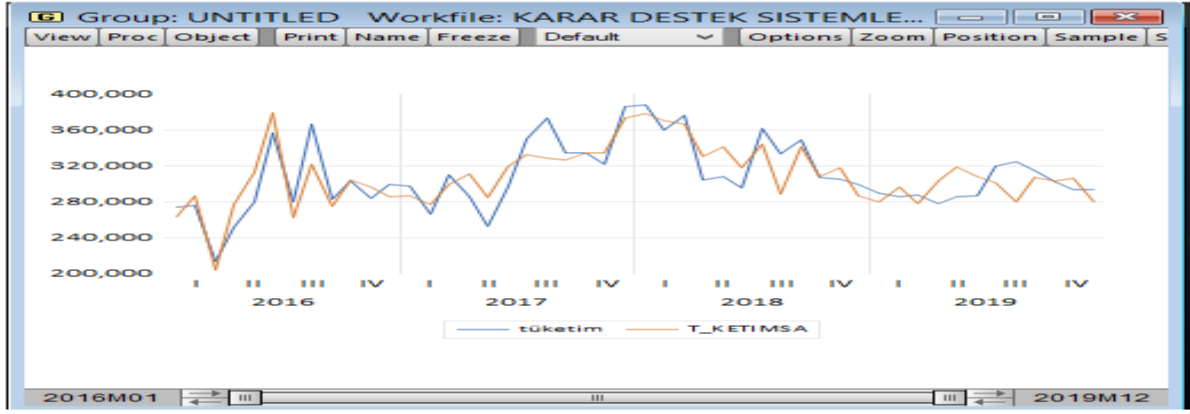
ANOVA					
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F
Regresyon	1	1749113788	1749113788	1,441023	0,236119
Fark	46	55834793571	1213799860		
Toplam	47	57583907358			

Gözlem sayısını artırmak ve daha doğru model oluşturarak doğru sonuçlara ulaşmak için aylık veriler kullanılmıştır fakat bu verilerde mevsim etkisinin hâkim olması bir trendin (iniş ve çıkışların) olması doğru sonuçlara ulaşmayı engellemektedir. Hareketli ortalamalar yöntemiyle veriler mevsim etkisinden arındırılmaya çalışılmış aylık olarak verilerin 3 aylık hareketli ortalamalar alınarak veri seti oluşturulmuştur. Merkezi hareketli ortalama, mevsimsellik oranlarının bulunması ile veriler mevsimsellikten arındırılarak Trend Analizi oluşturulmuştur ve daha sonra 2020-2024 yıllarına ait tahminlerimiz oluşmuştur. (Şekil-2)



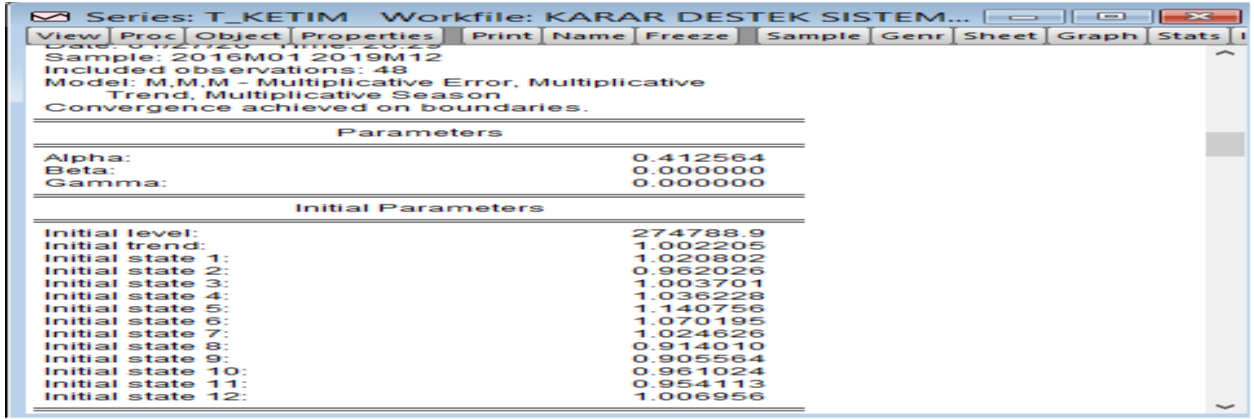
Şekil 2.

Eviews programında zaman serisi analizinin, tüketim değerlerimiz ile mevsimsellikten arındırılmış tüketim değerlerimiz aşağıdaki gibidir. (Şekil-3)



Şekil 3.

Tüketim serisi mevsimsellikten arındırılmıştır; fakat piyasalarda serbest tüketici işlemleri, tedarikçi değiştirme durumlarından kaynaklı olarak serimizde iniş çıkışlar olmaktadır. Veri serimizde trend analizine devam edebilmek için ilk önce mevsimsellik oranları bulunmuştur. (Şekil-4)



Şekil 4.

2020-2024 yılları için bu oranları baz alıp tahmin yaptığımızda sonuçlarımız tüketim tahminleri bu şekilde bulunmuştur.

	2020	2021	2022	2023	2024
1	324.896,26	330.214,76	335.533,26	340.851,75	346.170,25
2	305.011,81	309.998,00	314.984,19	319.970,38	324.956,57
3	318.244,42	323.439,85	328.635,28	333.830,71	339.026,15
4	312.455,79	317.549,79	322.643,80	327.737,80	332.831,80
5	313.937,70	319.048,92	324.160,14	329.271,36	334.382,57
6	333.403,23	338.824,01	344.244,79	349.665,57	355.086,35
7	332.526,25	337.925,45	343.324,66	348.723,86	354.123,07
8	341.060,11	346.590,39	352.120,68	357.650,97	363.181,26
9	313.161,29	318.232,35	323.303,40	328.374,46	333.445,51
10	316.083,58	321.195,06	326.306,53	331.418,01	336.529,49
11	313.580,41	318.644,58	323.708,76	328.772,93	333.837,10
12	334.532,17	339.927,45	345.322,72	350.718,00	356.113,27

5. SONUÇ

İki model ile de elde edilen sonuçlar incelenmiş, yapılmış olan satış toplamalarının yıllar bazında artışı ile tahmin sonuçlarının yıllık artışlarının oransal olarak uyumlu olduğu görülmüştür. Sonuç olarak bilgi sisteminin veya bilgi teknolojilerinin bir firmanın karar mekanizmasını nasıl etkilediği, süreci nasıl hızlandırdığı ve karar almaya yardımcı olan raporlamaları nasıl olumlu etkilediği görülmüştür. Çalışanlara yapılan anketler ile de bu karar destek sistemlerinin faydaları araştırmacı için önemli bir bulgu olmuştur. Bilgi sistemleri ile yapılan modeller sayesinde uzun ve karmaşık hesaplamalardan kurtulan çalışanlar, çıkan sonuçlar önceki senelerdeki kullandıkları metotlardaki çalışmalarla karşılaştırdıklarında anlamlı sonuçlar olduğunu görmüştür. Bu anlamlı sonuçlara daha hızlı, daha kolay ve daha net raporlar ile ulaşılmış ve bilgi sisteminin firmadaki tüm karar alma noktalarında, çeşitli raporlar ve yöntemlerle kullanılması talep edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Kahya, Saliha ve Aydın, Semiha (2014). “Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Sistemleri ve Deri Hazır Giyim Sektörüne Bir Yazılım Önerisi”, *Journal of Textiles and Engineer*, Cilt. 21, Sayı: 96, Nisan
- Ergin, İsmet ve Akseki, Bekir “Lisansütünde Kullanılan Öğrenci Bilgi Sistemi”, *Eğitim ve Öğretim Araştırma Dergisi*, Cilt. 1, Sayı: 2, Mayıs, ss 364-380.
- Ersöz, Süleyman (1986). “Üretim Planlama ve Stok Kontrol Bilgi Sistemlerinin Bilgisayar Destekli Uygulamasına İlişkin Bir Tasarım”, *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara
- Uslu, Yılmaz (2016). “Lojistik İşletmelerde Kullanılan Bilgi Sistemlerinin Örgütsel Verimlilik Üzerine Etkileri”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir
- Şahin, Şenol (2014). “Bilişim Sistemleri Uygulamalarının İşletme Performansına Etkileri”, *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt. 2, Sayı: 6, ss 43-56.
- Güzel, Tülay ve Mersin, Zerrin “Bilgi Teknolojilerinin İşletmelerin Muhasebe Uygulamalarında Yarattığı Değişim”
- Aktuğ, Semih Serkant ve Kiracı, Arzdar (2014). “Geçmiş Tecrübeler Işığında Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Çalışma Hayatına Olası Etkileri”, *İktisadi Yenilik Dergisi*, Cilt. 1, Sayı:2, Ocak, ss 18-35.
- Bayraktutan, Yusuf, Arslan İbrahim, Vedat, Bal (2010). “Sağlık Bilgi Sistemlerinin Hastane Performansına Etkisinin Veri Zarflama Analizi ile İncelenmesi: Türkiye’deki Göğüs Hastalıkları Hastanelerinde Bir Uygulama”, *Gaziantep Tıp Dergisi*, Cilt. 16, Sayı: 3, Ağustos, ss 13-18.
- Emhan, Abdurrahim (2007). “Karar Verme Süreci ve Bu Süreçte Bilişim Sistemlerinin Uygulanması”, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt. 6, Sayı: 21, ss 212-224.
- Gök, Şahin (2005). “ERP Sistemlerinin Firma Performansına Etkileri Üzerine Bir Saha Araştırması”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi 5.Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, Kasım, ss 399-404.
- Onay, Zeynep (1998). “Sağlık Sektöründe Bilgi Sistemleri”, *D.E.Ü.İ.B.F. Dergisi*, Cilt. 13, Sayı: 2, ss 35-46.
- Alagöz, Ali, Öge, Serdar, Koçyiğit, Nezahat (2013). “Muhasebe Bilgi Sistemi ve Karar Destek Sistemleri İlişkisinin Yönetmelik Karar Alma Faaliyetlerine Etkisi”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 30, ss 27-40.
- Mutlu, M.Emin (1989). “Karar Destek Sistemleri ve Öğrenci İşlerinde Bir Uygulama”, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, Eskişehir
- Erpolat, Semra (2002). “Karar Destek Sistemleri: Bilgisayar Yazılımları Öğreniminde Kişisel Çabanın Akademik Başarıya Etkisi”, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara
- Naharcı, Banu (2006). “Pazarlama Karar Destek Sistemlerinin Pazarlama Bilgi Sistemi Açısından Önemi ve Migros’da Örnek Bir Pazarlama Bilgi Sistemi Oluşturulması”, *Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Bursa
- Sağır, Cenkan (2006). “Karar Verme Sürecini Etkileyen Faktörler ve Karar Verme Sürecinde Etiğin Önemi: Uygulamalı Bir Araştırma”, *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Edirne
- Çelik, Levent (2006). “Karar Destek Sistemlerinin Karar Verme Sürecindeki Rolü: Otomotiv Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir İşletmede İncelenmesi”, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul

- Şenol, Gökhan (2008). “Entegre Lojistik Yönetiminde Karar Destek Sistemleri ve Bir Uygulama” , Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa
- Hamşioğlu, Didem (2009). “Bilgi Teknolojisi Tabanlı Kararlar ve Grup Karar Destek Sistemleri Uygulaması” , Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir
- Katı, Yosun (2010). “Karar Destek Sistemlerinde İstatiksel Çözümleme Yöntemleri” , Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara
- Demirci, Nazan (2012). “Karar Destek Sistemlerinin Bir Durum Çalışmasına Uygulanması” , Trakya Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Edirne
- Dural, Cemil (2015). “Karar Destek Sistemlerinde Kişiselleştirilmiş Karar Destek Sisteminin Önemi” , Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- Emhan, Abdurrahim (2007). “Karar Verme Süreci ve Bu Süreçte Bilişim Sistemlerinin Kullanılması” , Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt. 6, Sayı: 21, ss 212-224.

EK-1

	KESİNİLE KATILMIYORUM	KATILMIYORUM	KARARSIZIM	KATILYORUM	KESİNİLE KATILYORUM
BİLGİ SİSTEMİ VE BİLGİ TEKNOLOJİLERİ KULLANIMI					
1-BİLGİ SİSTEMİ VE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ İLE ALAKALI PROGRAMLARI KULLANMAK İŞ SÜREÇLERİNDEKİ VERİMLİLİĞİ ARTIRMAKTADIR	1	2	3	4	5
2- KULLANDIĞIMIZ PROGRAMLAR SAYESİNDE DAHA ÖNCE MANUEL YAPTIĞIMIZ İŞLERE NAZARAN FAYDA/VERİMLİLİK ARTMIŞTIR	1	2	3	4	5
3-SPSS,EXCEL VE TAHMİNLEME PROGRAMLARI SAYESİNDE İŞ YAPMA SÜREÇLERİMİZ VE KARAR ALMA SÜREÇLERİMİZ HIZLANMIŞTIR	1	2	3	4	5
4-BİLGİ SİSTEMLERİ SAYESİNDE ÜST YÖNETİCİLERE SUNDUĞUMUZ RAPORLAMAR ÇEŞİTLİLİK VE NETLİK KAZANMIŞTIR	1	2	3	4	5
5-SEKTÖR GEREĞİ YAPILAN ENERJİ TAHMİNLERİNDE ÖNCEKİ YILLARA GÖRE BİLGİ SİSTEMİNİN VARLIĞI YÜKSEK DERECEDE HİSSEDİLİR DURUMDADIR	1	2	3	4	5
6-GELİŞEN TEKNOLOJİYLE BİRLİKTE ALIŞILAGELMİŞ BİLGİ SİSTEMİ KULLANIMI VE KULLANILAN PROGRAMLAR DA GELİŞTİRİLMELİDİR	1	2	3	4	5
7-BİLGİ TEKNOLOJİLERİ KARAR ALMA SÜREÇLERİNE 1.DERECEDE ETKİ ETMEKTEDİR	1	2	3	4	5
8-MEVcut KULLANILAN PROGRAM VE TEKNİKLER GELİŞTİRİLEREK DEĞİŞİK VARYASYONLU RAPORLAR SİSTEME EKLENMELİDİR	1	2	3	4	5

Türkiye’de Ekonomiye Güven Analizi Üzerine Bir Uygulama¹

Fatma URFALIOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi İktisat Fakültesi Yöneylem Araştırması Bölümü, İstanbul/Türkiye,
furfalioğlu@marmara.edu.tr

Meryem Nur Aygün

Marmara Üniversitesi İktisat Fakültesi Yöneylem Araştırması Bölümü, İstanbul/Türkiye,
Meryemaygun95@gmail.com

ÖZ

Bir ekonomide istikrarı sağlamanın yolu makro ekonomik göstergeler arasındaki dengeyi korumakla mümkün olmaktadır. Göstergeler arasındaki dengelerde ekonomiye olan güveni etkilemektedir. Buradan hareketle bu çalışmada; makro ekonomik göstergelerden işsizlik oranı, faiz oranı, dış ticaret açığı, enflasyon oranı ve döviz kuru değişken olarak belirlenip 2007:02-2018:09 döneminde 140 gözlemle Ekonomik güven endeksiyle nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Nedensel ilişkisi bulunan değişkenler ve nedensellik ilişkisi gözetmeden değişkenlerin tamamı ele alınarak 2 tane Çok Kriterli Karar Verme problemi oluşturulmuştur. ÇKKV problemlerinde aylık veriler yani tarihler alternatif, makro göstergelerde kriter olarak kabul edilip MAUT ve SAW yöntemi ile en iyi alternatifler listelenmiştir. Her iki problemin sonuçları birbiriyle ve aynı dönemde ekonomik güven endeksi verileri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak; oluşturulan iki problemin sıralamaları arasında tutarlılık olduğu, Ekonomik güven endeksi sıralamasıyla tutarlı olmadığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Güven, Ekonomik Güven, ÇKKV, Nedensellik Testi

JEL Kodları: A13, C1, C12, C4, G01, Z0

An Application on Analysis of Confidence to Economy in Turkey

ABSTRACT

Maintaining stability in an economy is possible by maintaining the balance between macroeconomic indicators. The balance between the indicators affects the confidence in the economy. In this study; Among the macroeconomic indicators, unemployment rate, interest rate, foreign trade deficit, inflation rate and exchange rate were determined as variables and the relationship between economic confidence index and causality was investigated with 140 observations between 02/2007 and 09/2018 period. Two Multi Criteria Decision (CMD) making problems were created by considering all the variables with causal relationship and regardless of causality relationship. Monthly data, ie dates, are considered as criteria in alternative, macro indicators in the MCD problems and the best alternatives are listed with the MAUT and SAW method. The results of both problems were compared with each other and with the economic confidence index data in the same period. As a result; It is seen that there is consistency between the rankings of the two problems, and it is not consistent with the economic confidence index rankings.

Keywords: Economics Trust, Causality Analysis, MCDM

JEL Codes: A13, C1, C12, C4, G01, Z0

¹ Bu çalışma 07.11.2019 da savunması yapıp, onay alınmış olan Yöneylem Araştırması Yüksek lisans tezinden alınmıştır.

1. GİRİŞ

Ülkelerin büyüme ve gelişmesinde ekonomik istikrar önemli bir rol üstlenmektedir. İstikrarın sağlanmasında da ekonomiye olan güven belirleyici etkidir. Türkiye’de yakın dönemde yaşanan krizler incelendiğinde güven eksiliği krizin başlıca nedeni olarak görülmektedir. Ekonomiye olan güvenin önemi anlaşıldıkça bu güven düzeyi ölçümlenmek istenmiş ve zamanla tüketici güven endeksi ekonomik güven endeksi gibi endeksler oluşturulmuştur. Ekonomi bilimi bir sosyal bilim olduğu için toplum yapısından ve insan davranışlarından etkilenmektedir. Bu etkilenme söz konusu beklentiler olduğunda çok daha fazla olmaktadır. Hatta ekonomide beklentileri etkileyerek ekonomiye yön vermek mümkün olmaya başlamaktadır.

Bir ülkede tüketicilerin ve yatırımcıların ekonomiye güveni ülkenin geleceği konusunda oldukça etkilidir. Her ülkede farklı ölçüm araçları bulunmaktadır. Türkiye’de bu araç Ekonomik Güven endeksidir. Ekonomik güven endeksi tüketici ve üreticilerin genel ekonomik duruma ilişkin beklenti ve eğilimlerini özetleyen bir bileşik endekstir. Endeks; tüketici, reel kesim, hizmet, perakende ticaret ve inşaat sektörleri güven endekslerinin birleşiminden oluşmaktadır. Bu 5 endeks değerleri alt endeksleriyle toplam 20 alt endeksten oluşmaktadır. Oluşan Ekonomik güven endeksi 100 den büyük

olduğunda iyimserliği, 100 den küçük olduğunda kötümserliği ifade eder. Bu çalışmada öncelikle ekonomik güven endeksinin oluşturulan 20 alt endeksten 2 tanesi kullanılarak reel işsizlik oranıyla karşılaştırılacak ve aradaki farklar ortaya konulacaktır. Bu iki alt endeks gelecek 3 aylık toplam istihdam beklentisi ve gelecek 12 aylık dönemdeki işsiz sayısıdır.

Bir ülkenin ekonomik durumunu gösteren makro ekonomik göstergeler; GSYH büyümesi, CDS, Gini katsayısı, Bütçe dengesi, İşsizlik oranı, TÜFE, İhracat, İthalat gibi verilerdir. Çalışmada kullanılacak değişkenler bu göstergelerden hareketle; mevduat faiz oranı, yıllık Tüketici fiyat endeksinden elde edilen Enflasyon oranı, ithalat ve ihracat verilerinden elde edilen Dış ticaret açığı, İşsizlik oranı ve döviz kurudur. Ekonomik güven endeksiyle aralarındaki ilişkiyi incelemek amacıyla ekonomik güven

endeksinin bağımlı değişken olduğu, belirlenen 5 makro ekonomik göstergenin bağımsız değişken olduğu bir denklem oluşturulacak ve ekonomik güven endeksi ile nedensellik ilişkisi araştırılacaktır. Ardından nedensellik ilişkisi bulunan değişkenler ve nedensellik ilişkisi gözlemlenmeden tüm değişkenlerle iki farklı Çok Kriterli Karar Verme problemi oluşturulup, en iyi alternatifini belirlemek için sıralamalar yapılacaktır. Burada iki farklı problem oluşturulma nedeni, değişkenlerin (kriterlerin) ekonomik güven endeksi ile nedensel ilişkisi olup olmamasının sıralamalar üzerinde etkisinin olup olmadığını araştırmaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Konu İle İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Stephen ve Philip, 1995 ve 1997 yılında yapmış oldukları çalışmalarında sosyal sermaye olarak güvenin iktisadi büyüme üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Ampirik çalışmalarında sosyal sermayenin en önemli göstergesi olduğuna inandıkları güven kavramına dikkat çekmişlerdir. Bunun için anket düzenleyip, “Genel olarak söylemek gerekirse, pek çok kişiye güvenebilir misiniz ya da insanlarla ilişkilerde çok dikkatli olmayabilir misiniz?” gibi sorular sorarak 29 ülke için toplumdaki güveni ölçmeye çalışmışlardır. Çalışmada toplumsal güvende artışın iktisadi büyümeyi pozitif yönde etkilediği görülmüştür. (Knack ve Keefer, 1995:1997)

Fisher ve Statman’ın yaptığı çalışmada 1977 ile 2000 yılları arasındaki aylık veriler kullanılmıştır. ABD’ de yapılan tüketici güven endeksi ile hisse senetleri getirileri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yapılan araştırmada tüketici güveni ile hisse senetleri arasında pozitif yönlü ilişki olduğu sonucuna varılmıştır (Fisher ve Statman, 2003).

Çalışmada 21 ülke için 1999-2007 yılları arasındaki veriler kullanarak hisse senetleri ile tüketici güveni arasındaki ilişki incelenmiştir. Hisse senedi ile tüketici güven endeksi arasında uzun dönem ilişki olmadığı ama hisse senedi getirilerinin tüketici güveninin Granger nedeni olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır (Hsu vd., 2011).

Şili, Macaristan, Hindistan, Brezilya ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu 13 ülke için bileşik öncü göstergeler ile hisse senedi fiyatları arasındaki uzun dönem ve nedensellik ilişkisi incelenen bu araştırmada, 2000- 2011 yıllarını kapsayan veriler ile çalışılmıştır. Çalışma sonucunda belirlenen öncü göstergelerle hisse senedi arasında uzun dönemli ilişki olmadığı ancak incelenen bu değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir (Topcu ve Ünlü, 2013).

Literatürde MAUT Yöntemiyle İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Bu çalışmada Meksika, Çek Cumhuriyeti, Polonya, Güney Kore ve Güney Afrika ülkeleri şirketlerin üretim amaçlı tesis kurmaları için MAUT yöntemi ile değerlendirilmiştir. Ülke seçiminde kriter olarak altyapı, kalite, GSYİH (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla), enflasyon oranı ve işgücü maliyeti alınıp MAUT yöntemi ile değerlendirilmiştir (Canbolat vd., 2007).

Çok kriterli karar verme problemi olarak, bir üretim tesisinde en etkili malzeme taşıma ekipmanını seçmek için malzeme taşıma seçim süreci belirlenen dört kriterle MAUT ve Monte Carlo simülasyonu kullanılarak yapılmıştır. Belirlenen kriterler kontrol, güvenlik, bakım, değişkenliktir (Ahmed ve Lam, 2014).

Lopes ve Almeida çalışmalarında petrol ve gaz endüstrisinde arama ve üretim projelerinin değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Bu amaçla proje seçiminde karar vericinin tercihleri dikkate alınarak Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden MAUT yöntemi kullanılarak çalışma yapılmıştır (Lopes ve Almeida, 2015).

Alp, Öztel ve Köse, çalışmalarında kimya sektöründe faaliyet gösteren “Linde” firmasının 5 yıllık faaliyetlerini incelemiştir. Firmanın kurumsal sürdürülebilirlik performansını MAUT yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik performansları artan bir eğilim gösterirken çevresel sürdürülebilirlik performansı, istikrarsız bir görünüme sahiptir (Alp, Öztel ve Köse, 2015).

Literatürde SAW Yöntemiyle İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

1995 yılında yapılan bu çalışmada dört farklı robot için uzmanlardan görüş alınarak kriterler belirlenmiş ve en iyi robot SAW yöntemiyle bulunmuştur. Kriter olarak robotların hızı, maliyeti, tekrarlanabilirliği ve yükleme kapasitesi seçilmiştir (Goh vd., 1995).

Kahramanmaraş bölgesinde çöp depolama alanı oluşturmak için yapılmış bir çalışmadır. Kriterler toprak, hidroloji, yerleşim alanları, topografya, ana ulaşım hatları ve arazi kullanımıyla ilgili bilgilerden oluşmaktadır. Sonuç olarak alternatifler arasında birinci alternatifin kriterler açısından en iyisi olduğuna SAW yöntemiyle ulaşılmıştır (Küçükönder ve Karabulut, 2007).

Belediyelerin katı atık toplama alanları konusunda yapılan bu çalışmada da Saw yöntemiyle en iyi alternatife ulaşılmıştır. 4 alternatif ve 8 kriter olarak yapılan bu çalışmanın çevresel sorunlara çözüm sunması amaçlanmıştır (Eskandari vd., 2015).

Kablosuz ağ kullanıcıları için büyük öneme sahip olan şebeke seçimi üzerine yapılmış bir çalışmadır. Ağ seçimi için UMTS , WİFİ, Wİ-max gibi kriterler seçilerek Saw yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlara göre en iyi ağ, kullanıcı seçimlerine göre belirlenmektedir. (Salih vd., 2015)

3. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Çalışmada, ekonomiye güveni etkilediği düşünülen makro ekonomik göstergeler olarak; Dış ticaret açığı, Faiz oranı, Enflasyon oranı, İşsizlik oranı ve Döviz kuru verileri 2007.02-2018:09 aylık olarak

kullanılmıştır. Öncelikle belirlenen değişkenler ile Ekonomik güven endeksi arasındaki ilişkiye ekonometrik olarak bakılmış, sonrasında Yöneylem araştırması teknikleri kullanılmıştır.

Ekonometrik kısım yapılırken durağan seriler oluşturabilmek için veriler artış oranı haline getirilmiştir. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron birimkök testleri yapılarak durağanlıkları incelenmiştir. Durağanlık süreçlerinin incelenmesinin ardından seçilen makro değişkenlerin Ekonometrik olarak, Merkez Bankasının düzenlemiş olduğu Ekonomik Güven Endeksiyle olan nedensel ilişkisi araştırılmıştır. Burada nedensel ilişkiler belirlenirken Toda-Yamamoto nedensellik analizi kullanılmıştır.

Nedensel ilişkiler değerlendirildikten sonra bağımsız değişkenler olan Dış ticaret açığı, Faiz oranı, Enflasyon oranı, İşsizlik oranı ve Döviz kuru kriter olarak; bu değişkenlerin 2007:02-2018:09 aralığında aylık verisi de alternatif olarak alınıp bir Çok Kriterli Karar Verme problemi haline getirilmiştir. Problem iki şekilde oluşturulup ayrı ayrı incelenmiştir.

1. Ele alınan 5 makro ekonomik değişken kriter olarak kabul edilmiştir.
2. Ekonomik Güven endeksiyle arasında Toda- Yamamoto nedensellik testi ile belirlenen nedensel ilişki bulunan değişkenler kriter olarak alınmıştır.

Çok Kriterli Karar Verme problemlerini uygulamadan önce kriterlerin önem derecelerini belirleyebilmek için ağırlıklandırma yapmak gerekmektedir. Bu sebeple önce ağırlıklandırma yöntemleri araştırılıp, uygulanacak ağırlıklandırma yöntemi belirlenmiştir. Verilere bakıldığında uygun yöntem olarak Entropi yöntemi ile ağırlıklandırma uygun görülmüş ve uygulanmıştır. Sonrasında ÇKKV yöntemlerinden SAW (Simple Additive Weighting) ve MAUT (Multi Attribute Utility Theory) yöntemi uygulanıp alternatifler arasından en iyisi belirlenmiştir.

4. METODOLOJİ

4.1. ADF Augmented Dickey Fuller Durağanlık Testi

Serilerin hata terimlerinin otokorelasyonlu olması durumunda DF testi güçsüz sonuçlar vermektedir.

ADF testinde otokorelasyon dikkate alınıp DF testi geliştirilmiştir. ADF testi, DF testine gecikmeli değerleri eklenerek oluşturulmuştur. İki test arasındaki en büyük farkta ADF'nin otokorelasyonu dikkate alarak bağımlı değişkene gecikmeli değerlerinin eklenmesidir.

Tablo 1. ADF Tipi Denklemler Ve Test İstatistikleri

DENKLEMLER	TEST İSTATİSTİKLERİ
$\Delta Y_t = \varphi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$	τ
$\Delta Y_t = \alpha + \varphi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$	τ_μ
$\Delta Y_t = \alpha + \varnothing T + \varphi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$	τ_τ

Bu durumda hipotezler şu şekildedir:

$H_0 : \phi = 0$ seri birim köklüdür

$H_1 : \phi < 0$ seri durağandır

Bu modeller En Küçük Kareler yöntemiyle çözülmekte ve tablo değeri olarak DF testinin değerleri kullanılmaktadır. ADF testinde önemli olan modelin uygun gecikme uzunluğunun bulunmasıdır. Gecikme uzunluğu da Akaike (AIC) ve Schwartz (SC) gibi bilgi kriterleriyle belirlenmektedir.

4.2. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Seriler arasındaki nedensellik ilişkisi, Granger tarafından 1969 yılında geliştirilen test ile test edilmeye başlanmıştır. Granger geliştirdiği bu testte serilerin durağan halleri ile işlem yapmıştır. Ancak daha sonra yapılan çalışmalarda serilerin durağanlık mertebeleri birçok makroekonomik zaman serilerinde durağan olmadığı gözlemlenmiştir. Granger serilerin durağan olmaması durumunda yapılan çalışmada sahte regresyona yol açtığını ve analizin sonucunun gerçek ilişkiden uzak olacağını göstermiştir.

Engel ve Ganger 1987 yılında, düzeyde durağan olmayan ancak aynı dereceden farkı alındığında durağanlaşan seriler arasında eş bütünleşme ilişkisinin var olması durumunda kullanılan Hata düzeltme modelini (ECM) geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu hata düzeltme modelinin serilerin eş bütünleşme ilişkisine dayanması bu testi eş bütünleşme testlerine bağımlı hale getirmiştir. Toda ve Yamamoto serilerin durağan olmadığı durumlarda, Granger nedensellik testi için kullanılan F test istatistiğinin standart dağılıma sahip olmayacağı için testin sonucunun doğru olmayabileceğini göstermişlerdir. Toda ve Yamamoto'nun 1995 yılında geliştirdikleri nedensellik testinde serilerin durağanlık mertebelerinin bir önemi yoktur (Toda & Yamamoto, 1995). Çünkü zaman serileri durağan olmasalar bile serilerin düzey değerleriyle VAR model tahmin edilmektedir. Granger (1969) testi için serilerin durağan hale getirilmesi gerekirken, Toda-Yamamoto (1995) böyle bir zorunluluk söz konusu değildir. Diğer bir deyişle, seriler durağanlık derecesine duyarlı olmaksızın analize dahil edilmektedir. Bu durum, serilerin daha fazla bilgi içermesine ve başarılı sonuçların ortaya konmasını sağlamaktadır (Yavuz, 2006). Bu yöntemle göre önemli olan modeli doğru belirlemek ve değişkenlerin maksimum bütünleşme derecesinin doğru belirlenmesidir.

Testin yapılabilmesi için öncelikle gecikme uzunluğu (p) VAR model yardımıyla belirlenir. Daha sonra optimum gecikme uzunluğu olan p ye, en yüksek bütünleşme mertebesi (d_{max}) eklenerek

$[p + (d_{max})]$. dereceden gecikmesi artırılmış VAR model elde edilir. Buradaki uygun gecikme uzunluğu p ; Akaike , Schwarz ve Hannan-Quinn gibi bilgi kriterleriyle, d_{max} ise yapılan birim kök testleriyle belirlenmektedir (Hepsağ, Yıldırım, & Hülya, 2011).

$$y_t = \delta_1 + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \alpha_{1i} y_{t-i} + \sum_{j=1}^{k+d_{max}} \beta_{1j} x_{t-j} + \varepsilon_{1t} \quad (1)$$

$$x_t = \delta_2 + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \alpha_{2i} x_{t-i} + \sum_{j=1}^{k+d_{max}} \beta_{2j} y_{t-j} + \varepsilon_{2t} \quad (2)$$

Yukarıda denklem 1 ve 2 de gösterildiği gibi gecikmesi artırılmış VAR model Seamingly Unrelated Regression (SUR) yöntemiyle tahmin edilmektedir. Denklemler bulunduktan sonra hipotezler şu şekildedir:

$H_0: B_{1j} = 0$ X_t, Y_t nin nedeni değildir. (denklem1 için)

$H_0: B_{2j} = 0$ Y_t, X_t nin nedeni değildir. (denklem2 için)

WALD (MWALD) testi kullanılarak $Y_t - X_t$ arasındaki nedensellik ilişkisi test edilir. Eğer MWALD istatistiği, p serbestlik dereceli χ^2 tablo değerinden küçükse $B_{1j} = 0$ ve $B_{2j} = 0$ olan sıfır hipotezleri reddedilemez. Aksi durumda sıfır hipotezi reddedilirse $B_{1j} = 0$ hipotezi için Y_t den X_t ye doğru,

$B_{2j} = 0$ hipotezi için X_t den Y_t ye doğru nedensel ilişki var demektir (Hepsağ, Yıldırım, & Hülya, 2011).

4.3. ÇKKV Problemlerinde Ağırlıklandırma Yöntemi: ENTROPİ

Termodinamiğin ikinci yasası olan Entropi kavramı literatürde ilk kez 1965 yılında Rudolph Clausius tarafından bir sistemdeki düzensizliğin ve belirsizliğin bir ölçüsü olarak tanımlanmıştır (Zhang, 2011). Gerçekleşen olayların birçoğunun matematiksel bir kalıba uyduğu ve belli bir dağılımı olduğu görülmektedir. Bu dağılımın bilinmesi ise konuyla ilgilenen kişiye ayrıntılı bilgi sağlamaktadır (Wu, Sun, Liang, & Zha).

Çok kriterli karar verme yöntemlerinde de önem dereceleri belirsiz olan kriterlerin ağırlıklarını belirlemede kullanılmaktadır. 5 adımdan oluşmaktadır (Karami & Johansson, 2014).

Adım 1: İlk önce verilen eşitlik 3 ve 4 yardımıyla kriterlerin fayda (maksimum) ya da maliyet (minimum) olmasına göre farklı indeks boyutlarını yok etmek için standartlaştırılma yapılmaktadır.

$$rij = xij / maxij \quad (i = 1, \dots, m; \quad J = 1, \dots, n) \quad (3)$$

$$rij = minij / xij \quad (i = 1, \dots, m; \quad J = 1, \dots, n) \quad (4)$$

Adım 2: m kriterli ve n alternatifli $m \times n$ boyutlu karar matrisi, eşitlik 5 kullanılarak normalize edilir. Normalizasyon tüm verileri aynı ölçü birimine çevirebilmek amacıyla yapılmaktadır. Her girdi $[0,1]$ aralığında bir değere dönüştürülmüş olur.

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}} \quad (5)$$

i: alternatifler,

j: kriterler

p_{ij} : normalize edilmiş değerler

a_{ij} : verilen fayda değerleri

Adım 3: Her kriter için e_j Entropi değerleri eşitlik 6 ile bulunur.

$$e_j = -k \sum_{j=1}^n p_{ij} \ln p_{ij} \quad (6)$$

n: alternatif sayısı

k : $(\ln(n))^{-1}$

k : entropi katsayısı

e_j : entropi değeri

p_{ij} : normalize edilmiş değerler

Adım 4: Entropi değeri e_j kullanılarak farklılaşma derecesi olan d_j bulunur.

$$d_j = 1 - e_j \quad j = 1, \dots, n \quad (7)$$

Adım 5: son adımda kriter ağırlıklarına ulaşabilmek için farklılaşma derecesi olan d_j , toplam farklılaşma derecesine oranlanır.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad j= 1, .., n \quad (8)$$

Bulunan w_j değeri j . Kriterin ağırlığını göstermektedir ve aynı zamanda bulunan bu ağırlıkların toplamı 1 e eşittir.

4.4. Maut Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan fayda teorisi (MAUT), Fisburn (1967) ve Keeney (1974) tarafından uygulanmaya başlanmıştır. Keeney'den sonra Loken 2007 yılında bu yöntemi geliştirmiştir. Son yıllarda gelişen dünyada gerçek bir analiz yapmak için MAUT yöntemini kullanmak olağan hale gelmiştir (Uygun & Konuşkan). MAUT yöntemi, karmaşık kriterler arasından seçim yapabilmeyi ve mantıklı bir yolla çözüme gidebilmeyi sağlar (Kul, 2012). Aynı zamanda öznel verileri hesaplanabilir hale getiren bir yöntemdir. Temel amacı, her karar vericinin bütün bakış açılarını toparlayarak optimizasyonu sağlamaktır. Burada karar verici temsil edilen fayda fonksiyonu anlamına gelir.

Maut yöntemi, kısa ve kolay uygulanabilen 5 adımdan oluşmaktadır. Farklı programlar da kullanılabilirken en kolay şekilde Excel yardımıyla çözülebilmektedir.

Adım 1: Alternatifler ve kriterler belirlenerek $n \times m$ boyutlu bir karar matrisi oluşturulur.

Adım 2: Karar matrisi normalize edilir. Normalizasyon işlemi için karar matrisindeki her kritere ait en iyi ve en kötü değerler belirlenir. Sonrasında eşitlik 9 kullanılarak normalize edilmiş karar matrisine ulaşılır.

Kriter maksimum ise;

X_i^+ : her kriter için maksimum olan değer

X_i^- : her kriter için minimum olan değer

Kriter minimum ise;

X_i^+ : her kriter için minimum olan değer

X_i^- : her kriter için maksimum olan değer

$$U_i(x_i) = \frac{x - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (9)$$

Normalize etme işlemiyle her kriter için en iyi değere 1, en kötü değere 0 atanmış olur.

Adım 3: Kriterlerin önem derecelerini gösteren ağırlık değerleri w_i ile her kriter çarpılarak kriterlere ağırlık ataması yapılır ve ağırlıklandırılmış karar matrisi oluşur.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (10)$$

Adım 4: Normalize edilmiş ve ağırlıklandırılmış karar matrisi üzerinden alternatiflerin fayda değerleri eşitlik 11 yardımıyla hesaplanır.

$$U(x) = \sum_{i=1}^n U_i(x_i) * w_i \quad (11)$$

$U(x)$: Alternatifin fayda değeri

$U_i(x_i)$: Her kriter ve alternatif için fayda değerleri

w_i : Ağırlık değerleri

Adım 5: Alternatifler için bulunan fayda değerleri $U(x)$ büyükten küçüğe doğru sıralanır. Oluşan sıralamada ilk yer alan alternatif en çok fayda sağlayan tercih edilebilir alternatiftir.

4.5. Saw Yöntemi

Literatürde Basit Toplamlı Ağırlıklandırma yöntemi olarak geçen SAW yöntemi, ilk olarak Churchman ve Ackoff tarafından 1954 yılında portföy seçimlerinin yapılmasında kullanılmıştır (Çakır & Perçin, 2013). Bu yöntemde diğer yöntemlerde olduğu gibi ilk önce karar matrisi normalize edilir. Çünkü karar matrisi farklı birimlerden oluşur ve bu farklılık normalizasyon işlemi ile ortadan kaldırılarak aynı birim haline getirilir.

Saw yöntemi, her bir kriterin faydalarının toplamıyla bir indeks değeri oluşturur. Bu değer her bir alternatifin tercih değerini oluşturmaktadır. Tercih değerleri toplam tercih değerlerine oranlanarak göreceli değeri ya da diğer bir adıyla ortalama alternatif tercih değeri bulunur (Afshari, Mojahed, & Yusuf, 2010). Sonrasında bu değere göre alternatifler büyükten küçüğe sıralanarak alternatiflerin tercih edilme sıraları oluşturulmuş olur. Saw yöntemi, matematiksel olarak kolaylığı ve adımlarının az oluşundan ötürü ÇKKV problemlerinde en çok kullanılan yöntemlerdendir. Yöntemin adımları şu şekildedir: (Yeh, 2003)

Adım 1: Karar matrisi normalize edilir. Karar matrisindeki değerler [0,1] aralığına indirgenir. Normalizasyon işlemi, kriterin maksimum (fayda) ya da minimum (maliyet) oluşuna göre aşağıda verildiği şekilde yapılmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max X_{ij}} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1 \dots, n \text{ fayda kriteri için}$$

$$r_{ij} = \frac{\min X_{ij}}{x_{ij}} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1 \dots, n \text{ maliyet kriteri için}$$

R_{ij} : normalize edilmiş değer

X_{ij} : her kriter değeri

$\max X_{ij}$: fayda kriteri için en maksimum değer, maliyet kriteri için en minimum değer.

$\min X_{ij}$: fayda kriteri için en minimum değer, maliyet kriteri için en maksimum değerdir.

Adım 2: Normalize edilmiş karar matrisi önceden belirlenen kriterler için önem derecelerini belirten ağırlıklarıyla çarpılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi oluşturulur. Yeni oluşturulan karar matrisinden her alternatifin toplam tercih değeri, alternatifin her kriter için hesaplanan değerlerinin toplanmasıyla bulunur. Eşitlik 12 de gösterilmiştir.

$$S_j = \sum_{i=1}^m w_j r_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

Hesaplanan S_j değerleri; sıfırdan büyük, bire eşit ve birden küçük olmalıdır. Aksi durumda adımlar kontrol edilmeli hata aranmalıdır. Bulunan S_j değeri 1 e ne kadar yakınsa alternatifin daha fazla tercih edileceğini, 0 a yakın olması ise o alternatifin daha az tercih edileceğini ifade etmektedir.

Adım 3: S_j değerlerinin bulunmasıyla yöntem bitirilebilirken, görelî değerler bulunarak ortalama tercih değerleriyle de sıralama yapılmaktadır. Görelî değer $S_j\%$ şeklinde ifade edilir ve S_j değerlerinin toplam S_j değerine oranlanmasıyla bulunur.

$$S_j\% = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^n S_j} \quad (13)$$

Bulunan $S_j\%$ değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanarak alternatiflerin tercih sıralamasına ulaşılır.

5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada da öncelikle ekonomik güven endeksini oluşturan 20 alt endeksten 2 tanesi kullanılarak reel işsizlik oranıyla karşılaştırılmış ve aradaki farklar ortaya konulmuştur. Bu iki alt endeks gelecek 3 aylık toplam istihdam beklentisi ve gelecek 12 aylık dönemdeki işsiz sayısıdır. Endeks değerleri reel işsizlik oranı verisiyle karşılaştırıldığında aralarındaki korelasyonun negatif ve katsayısının büyük olduğu görülmüştür. Sonrasında 3 veri için de oluşturulan grafikte endeks değerlerinin birlikte hareket ettiği görülürken, işsizlik oranı verisinin endeks değerlerinden farklı hareket ettiği görülmüştür.

Tablo 2. Korelasyon Katsayıları

SERİLER	KORELASYON KATSAYISI
İşsizlik Oranı&Toplam İstihdam	-0.5046
İşsizlik Oranı&&İşsiz Sayısı	-0.6918
Toplam İstihdam&İşsiz Sayısı	0.3960

Analizde kullanılan veriler aylık olup 2007:02-2018:09 dönemini kapsayan 140 gözlem den oluşmaktadır. Ekonometrik analizlerin daha kolay yapılabilmesi için veriler artış oranı haline getirilmiştir. Çalışmada kullanılacak değişkenler ve kaynakları tablo 3 te gösterilmektedir.

Tablo 3. Veri Tanımlamaları ve Kaynakları

VERİLER	VERİ TANIMLAMASI	VERİ KAYNAĞI
GUVEN	Ekonomik Güven Endeksi	TCMB,TÜİK
DTA	Dış Ticaret Açığı	TCMB
FAİZ	Faiz Oranı	TCMB
ENF	Enflasyon Oranı	TCMB
İSS	İşsizlik Oranı	TCMB
DK	Döviz Kuru	TCMB

Kesin durağanlıklardan ve durağanlık mertebelerinden bahsedebilmek için Birim kök testi yapılmıştır ve tablo halinde tablo 4 te gösterilmektedir.

Tablo 4. Birim Kök Analizleri

DEĞİŞKEN	BİRİMKÖK TESTİ	DURAĞANLIK MERTEBESİ	T STATİSTİK	KRİTİK DEĞER
Ekonomik Güven Endeksi	ADF	Düzeyde	-7.989066	-3.442474
Dış Ticaret Açığı	ADF	Düzeyde	-14.93768	-3.442474
Faiz Oranı	PP	1. Farkta	-2.949112	-1.943157
Enflasyon Oranı	ADF	Düzeyde	-5.940315	-3.443201
İşsizlik Oranı	ADF	%10 Düzeyde	-3.400721	-3.147710
Döviz Kuru	ADF	Düzeyde	-9.360122	-3.442474

Yapılan durağanlık analizi sonucunda faiz oranı değişkeni hariç diğer 4 değişken düzeyde durağan çıkmıştır. Faiz oranı değişkeni ise 1. Farkı alınarak durağanlaştırılmıştır.

Nedensellik analizi, değişkenlerden biri ile ilgili geçmiş ve şimdiki bilgilerin analiz edilen diğer değişken ile ilgili ileriye dönük tahminin iyileşmesine neden olup olmadığını incelemek amacıyla yapılmaktadır. Çalışmada kullanılan 5 bağımsız değişken (makro göstergeler) ile ekonomik güven endeksi arasındaki nedensellik ilişkisi Toda Yamamoto nedensellik analiziyle belirlenmiştir. Toda Yamamoto nedensellik analizi diğer nedensellik analizleri gibi serilerin durağan olmasını gerektirmemektedir. Ancak serilerin durağanlık mertebesiyle yeni gecikme uzunluğu bulunmaktadır.

Çalışmada önce VAR model ile uygun gecikme uzunluğu belirlenmiş ardından bütünleşme derecesi eklenerek yeni gecikme uzunluğu oluşturulmuştur. VAR model ile belirlenen uygun gecikme uzunluğu 4, eş bütünleşme derecesi faiz oranının 1. Farkta durağan olmasından dolayı 1 toplamda 4+1 den yeni gecikme uzunluğu 5 olarak belirlenmiş ve Toda Yamamoto nedensellik analizi 5 gecikmeye göre yapılmıştır. Faiz oranı, işsizlik oranı, dış ticaret açığı ve döviz kuru değişkenlerinden ekonomik güven endeksine doğru nedensel ilişkiler bulunmuştur. Yani bu değişkenler ekonomik güven endeksinin ileriye dönük tahminlerinde iyileşmeye neden olmaktadır. Enflasyon oranı değişkeni ile ekonomik güven endeksi arasında nedensel ilişki bulunamamıştır.

Tablo 5. Nedensellik İlişkisi

DEĞİŞKENLER	ARTIRILMIŞ GECİKME UZUNLUĞU	WALD STATİSTİK	X ² TABLO DEĞERİ (%5 güven düzeyinde, 4 serbestlik derecesiyle)	OLASILIK DEĞERİ
DTA	5	16.42441	9.487729	0.0057
FAİZ	5	24.30816	9.487729	0.0002
ENF	5	7.476200	9.487729	0.1876
İSS	5	9.494356	9.487729	0.0909
DK	5	21.20049	9.487729	0.0007

Nedensel ilişkilerin test edilmesi sonrasında belirlenen nedensel ilişkilerin, Çok kriterli karar verme teknikleri üzerinde farklılık yaratıp yaratmayacağına bakılmıştır. Çok Kriterli Karar Verme teknikleri, Yöneylem Araştırması problemlerinde birden fazla kriter olması durumunda en iyi performansı sergileyen alternatiflerin bulunmasında ve alternatifler arasında sıralama yapılmasında kullanılan bir tekniktir. Burada iki farklı Yöneylem Araştırması problemi oluşturulup çözümleri incelenmiştir. İlki

bütün değişkenleri, ikincisi ise ekonomik güven endeksi ile nedensel ilişkisi bulunan değişkenleri kriter olarak belirleyerek yapılmıştır.

İki problem de ÇKKV tekniklerinden SAW ve MAUT yöntemleriyle ayrı ayrı incelenmiştir. Yöntemleri uygularken her iki problem için de kriter ağırlıkları Entropi yöntemiyle bulunmuştur.

Entropi yöntemi, ÇKKV yöntemlerinde her kriterin uygun ağırlığının bulunmasında kullanılan bir yöntemdir. Problem 1 ve problem 2 yapılırken entropi yöntemi ile kriterler ağırlıklandırılmıştır. Entropi adımları uygulanarak bulunan ağırlıklar problem 1 için ; dış ticaret açığı 0.39, işsizlik oranı 0.04, faiz oranı 0.18, enflasyon oranı 0.31, döviz kuru 0.09 dur. Problem 2 için bulunan ağırlıklar ise; dış ticaret açığı 0.55, işsizlik oranı 0.05, faiz oranı 0.26, döviz kuru 0.12 dir.

Kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra kriterlerin minimum ya da maksimum olduğuna karar verilip ÇKKV tekniklerine geçilmiştir. Kriterler Türkiye için bakıldığında hepsinin minimum olması gerektiği sonucuna varılmıştır. ÇKKV tekniklerinden MAUT yöntemi en faydalı alternatifi bulmaya yönelik bir yöntemdir. SAW yöntemi ise kriterlerin birbirinden bağımsız hareket etmesi fikrine dayanan bir yöntemdir. İki yöntem için de farklı normalize etme işlemleri söz konusudur. Normalizasyon işlemlerinden sonra yöntemlerin adımları sırayla uygulanarak sıralamalara ulaşılmıştır.

Tablo 6. Problem1 Maut & Problem2 Maut Sıralaması (140 alternatiften ilk 10'u gösterilmektedir.)

ALTERNATİF	FAYDA DEĞERLERİ U(X)	SIRA	ALTERNATİF	FAYDA DEĞERLERİ U(X)	SIRA
2011-06	0.8494	1	2013-06	0.8429	1
2013-08	0.8306	2	2013-08	0.8315	2
2012-06	0.8214	3	2014-01	0.8281	3
2011-07	0.8179	4	2013-05	0.8186	4
2013-05	0.8117	5	2011-01	0.8079	5
2013-06	0.8037	6	2011-08	0.8025	6
2015-06	0.7981	7	2012-10	0.8006	7
2010-05	0.7962	8	2015-08	0.7974	8
2011-01	0.7936	9	2011-10	0.7961	9
2013-11	0.7919	10	2015-01	0.7958	10

Tablo 7: Problem1 Saw & Problem2 Saw Sıralaması (140 alternatiften ilk 10'u gösterilmektedir.)

ALTERNATİF	ORTALAMA TERCİH DEĞERLERİ	SIRA	ALTERNATİF	ORTALAMA TERCİH DEĞERLERİ	SIRA
2009-01	0.0242	1	2009-01	0.0248	1
2011-06	0.0239	2	2013-05	0.0112	2
2013-05	0.0110	3	2013-06	0.0109	3
2013-06	0.0107	4	2013-04	0.0104	4
2013-04	0.0102	5	2013-03	0.0101	5
2013-03	0.0099	6	2013-07	0.0097	6
2013-07	0.0096	7	2013-02	0.0096	7
2013-02	0.0095	8	2013-01	0.0093	8
2013-01	0.0091	9	2018-08	0.0091	9
2018-08	0.0089	10	2012-12	0.0090	10

Bulunan bu sıralamalar arasında anlamlı farklar olup olmadığı ve benzerlikleri üzerine yorum yapabilmek için sıra korelasyon testlerine başvurulmuştur. Spearman ve Pearson korelasyon testleriyle problem 1 için bulunan sonuçlar, problem 2 için bulunan sonuçlar ve her iki problemin sonuçları karşılaştırılmıştır.

Tablo 8. Sıra Korelasyon Testi Sonuçları

PROBLEM1	Maut & Saw	0,67
	EGE & Maut	0,23
	EGE & Saw	0,34
PROBLEM2	Maut & Saw	0,74
	EGE & Maut	0,21
	EGE & Saw	0,33
PRB1 & PRB2	Maut & Maut	0,78
	Saw & Saw	0,99

Problem 1 için yapılan Maut ve Saw yöntemi sonuçları karşılaştırıldığında aralarında pozitif yönde 0,67 kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. Ekonomik güven endeksi ile Maut ve Saw yöntemi sıralamaları karşılaştırıldığında sırasıyla 0,23 ve 0,34 bulunmuştur. Aralarında zayıf ilişki, yani sıralamaların birbirinden farklı olduğu görülmüştür.

Problem 2 için yöntemler karşılaştırıldığında ise; Maut ve Saw yöntemi arasında 0,74 kuvvetli pozitif ilişki bulunurken, Ekonomik güven endeksiyle yapılan karşılaştırma da problem 1 de olduğu gibi zayıf ilişkiler bulunmuştur.

Her iki problemde de 5 makro göstergeyle yapılan sıralamalar birbirini desteklerken Ekonomik güven endeksi sıralamasıyla kuvvetli bir uyum görülmemiştir. Bunun nedeni olarak çalışmanın en başında bahsedilen Ekonomik güven endeksinin bir beklenti anketi olması ve kullanılan verilerin beklentilerle oluşturulmasıdır. Gerçek açıklanan veriler beklentilerden farklıdır ve beklentiler gerçeği tam olarak yansıtamamaktadır.

Problem 1 ve 2 de yapılan Maut ve Saw yöntemleri değerlendirildiğinde; problem 1 için yapılan Maut yöntemi ile problem 2 için yapılan Maut yöntemi arasında 0,78 kuvvetli ilişki bulunmuştur. Aynı şekilde Saw yöntemi arasında yapılan karşılaştırmada ise 0,99 çok kuvvetli pozitif ilişki bulunmuştur. Her iki problem arasında Maut ve özellikle Saw yöntemine göre anlamlı bir fark görülmemiştir. Bu durumda belirlenen makro ekonomik göstergelerden oluşan kriterlerin Ekonomik güven endeksiyle nedensellik ilişkisinin olması çalışmada alınan dönem için bir önemi olmamaktadır.

Bu çalışmadaki genel amaç Türkiye’de Ekonomik güven endeksinin bir alternatifi olabilir mi? Olursa hangi değişkenlerle yapılabilir? Buna yardımcı olmak amacıyla çeşitli analizler yapılmıştır. Literatüre ilk olarak kazandırılan bu çalışmanın gelecekte yapılabilecek Ekonomiye güveni ölçme uygulamalarına katkı sağlayacağı ve yapılan bu çalışmanın hem Ekonometrik hem de Yöneylem Araştırması çalışmalarına yol gösterici olabileceği düşünülmektedir. Türkiye de Ekonomik güven ölçümünde devlet kurumlarının hesaplamasını yaptığı açıklanan reel veriler baz alınarak yeni bir Ekonomik güven endeksi oluşturulması önermesi yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Acarer, Tayfun. Dinçer, S. Erdal. Çok Kriterli Karar Alma Yöntemleriyle Türkiye Ve Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerin Ticari İlişki Analizi: Entropi Ve Copras Yaklaşımı, Social Sciences Research Journal, 8 (3), ss.219-240, 2019
- Afshari, Alireza vd. "Simple Additive Weighting Approach to Personnel Selection Problem", International Journal of Innovation, Management and Technology, 1(5), 2010
- Çakır, Süleyman. Perçin, Selçuk. "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçüm", Ege Akademik Bakış Dergisi, 13(4), 2013, 449-459.
- Darnell, Evans, The Limits of Econometrics, Edward Elgar, 1990
- Eğilmez, Mahfi., Ekonomide Analiz, 9. Basım, Remzi K itabevi, İstanbul, 2016.
- Forman E. H, Selly M. A. , Decision By Objectives (How To Convince Others That You Are Right), World Scientific Pub. Co., USA, Petersburg., 2001
- Fukuyama, Francis. Güven(Sosyal Erdemler Ve Refahın Yaratılması), T.İş Bankası Kültür Yayınları, Çeviren: Ahmet Buğdaycı, İstanbul, 1998
- Gujarati, Damodar. "Temel Ekonometri",Çeviren: Gülay Şenesen, Literatür Yayınları, 5. Baskı, 2014
- Hwang C.L., Yoon K., Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer-Verlag, Berlin/Hiedelberg, 1981
- Hepsağ, Aycan. Yıldırım, Nurtaç. Deniz, Hülya. Do Public Education Expenditures Really Lead to Economic Growth? Evidence from Turkey, International Research Journal of Finance and Economics, 65, s.1450-2887, 2011
- Karami, A. Johansson, R. Utilization Of Multi Attribute Decision Making Techniques To Integrate Automatic And Manual Ranking Of Options , Journal Of Information Science And Engineering, 30, 2014, 519-534.
- Knack, Stephen. Keefer, Philip. Does Social Capital Have an Economic Pay-Off ? A Cross Country Investigation, Quarterly Journal of Economics, (112), 1997
- Konuşkan, Özlem. Uygun, Özer. Çok Nitelikli Karar Verme (MAUT) Yöntemi ve Bir Uygulaması, Karabük/ Sakarya Üniversitesi Ortak Program, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği ABD, Akademik Platform, s.1404-1412
- Kul, Yavuz. Alışılmamış İmalat Yöntemlerinin Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Metotlarının Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2012
- Toda,H.Y.,Yamamoto,T. Statistical İnference İn Vector Autoregression With Possibly İntegrated Processes Journal Of Econometrics,1995,S.225-250
- Urfalıoğlu, Fatma. Genç, Tolga. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Türkiye'nin Ekonomik Performansının Avrupa Birliği Üye Ülkeleri İle Karşılaştırılması, Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, C. 35, Sayı 2, 2013
- Wu Jie vd., Determination of weights for ultimate cross efficiency using Shannon ENTROPY, Expert Systems With Applications: An International Journal, 38 (5), s.5162- 5165
- Yavuz, Nilgün. Türkiye'de Turizm Gelirlerinin Ekonomik Büyümeye Etkisinin Testi: Yapısal Kırılma ve Nedensellik Analizi, Doğu Üniversitesi Dergisi, 7(2), 2006
- Yeh, Christine. "The Selection Of Multiattribute Decision Making Methods For Scholars hip Student Selection", International Journal Of Selection And Assessment, 11(4), 2003, 289-296.
- Zhang, Hong vd., The Evaluation Of Tourism Destination Competitiveness By TOPSIS & Information ENTROPY - A Case İn The Yangtze River Delta Of China, Tourism Management, 32, 2011, 443-451

G20 Üyesi Ülkelerin Bilim ve Teknoloji Düzeyleri Açısından Gri İlişkisel Analiz Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi

Tuğçe USLU

Arş. Gör., Yalova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Yalova/Türkiye, tugce.uslu@yalova.edu.tr

orcid.org/0000-0001-7494-7529

Gülgönül BOZOĞLU BATI

Dr. Öğr. Üyesi, Yalova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Yalova/Türkiye, gulgonul@yalova.edu.tr

orcid.org/0000-0001-9953-8289

İkram DAŞTAN

Doç. Dr., Yalova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Yalova/Türkiye, ikram.dastan@yalova.edu.tr

orcid.org/0000-0002-4366-8698

ÖZ

Bilim ve teknolojiadaki ilerlemeler ülkelerin ekonomik performanslarının değerlendirilmesinde önemli göstergelerden biridir. Bu alanda belirlenen politikalar kalkınmada büyük öneme sahiptir. G20, Türkiye'nin de içinde bulunduğu, dünyanın en büyük ekonomisine sahip ülkelerin oluşturduğu bir topluluktur. Bu çalışmada, G20 ülkelerinin bilim ve teknoloji alanındaki düzeylerinin sıralanması ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri olan Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemi kullanılmıştır. Gri İlişkisel Analiz yöntemi, faktörler arası karmaşık ilişkilerin bulunduğu karar problemlerine uygulanabilen Gri İlişki Temeline dayalı bir derecelendirme, sınıflama ve karar verme yöntemidir. Uygulama aşamasında Gri İlişkisel Analiz yöntemi ile G20 ülkelerinin bilim ve teknoloji düzeylerini belirleyebilmek amacıyla 6 adet kriter seçilmiştir. Bu kriterler belirlenirken Dünya Bankası ve Unesco'nun bilim ve teknoloji alanındaki göstergeleri dikkate alınmış ve değerlendirmede Dünya Bankası ve Unesco'nun güncel verileri kullanılmıştır. Elde edilen sıralamada ekonomik refah ile bilim ve teknoloji alanındaki gelişmelerin paralellik gösterdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: G20, bilim ve teknoloji, Gri İlişkisel Analiz

JEL Kodları: C44, O30, O3

Evaluation of G20 Member Countries in terms of Science and Technology Levels via Gray Relational Analysis Method

Abstract

Advances in science and technology are important indicators in assessing the economic performance of countries. Policies determined in this field are of great importance in terms of development of countries. G20 is a community of countries with the world's largest economies, including Turkey. This study was applied to 17 member countries of G20. This study intends to rank and evaluate the levels of science and technology of G20 countries. For this purpose, Gray Relational Analysis (GRA), which is one of the Multi Criteria Decision Making methods, was used in order to evaluate the G20 countries. Gray Relational Analysis method (GRA) is a grading, classification and decision making method based on Gray Relationship Bases that can be applied to decision problems with complex relationships between factors. For the implementation section, six criteria were selected with Gray Relational Analysis (GRA) in order to determine the science and technology levels of the G20 countries. The World Bank and Unesco's indicators in the area of science and technology have been take into account when determining these criteria and their current data are used in the evaluation. The ranking obtained as a result of this study shows parallelism with the development levels of their countries.

Keywords: G20, Science and Technology, Gray Relational Analysis

JEL Codes: C44, O30, O3

1. GİRİŞ

Ülkelerin bilim, teknoloji, sanayi ve yenilikçilik alanlarındaki yetenek düzeylerini ortaya koyan göstergeler aynı zamanda ulaştıkları toplumsal refah ve gelişmişlik düzeylerinin de göstergeleridir. Dünyada ekonomik ve sosyal anlamda gelişmiş ülkelerin tümü (ABD, Japonya, AB üyesi birçok ülke) uzun dönemli toplumsal, ekonomik ve siyasi hedefleri ile uyumlu bir bilim ve teknoloji vizyonu geliştirmişlerdir. Bu noktadan bakıldığında bilim ve teknolojiye verilen önem aynı zamanda bir ülkenin gelişmişliğinin en önemli göstergelerindendir. Ülkeleri bilim ve teknoloji bağlamında gelişmişlik durumlarına göre sınıflandırılırken çeşitli kriterler dikkate alınmaktadır. Bu kriterlerin en başında araştırma geliştirme faaliyetleri yer almaktadır. Sürdürülebilir ekonomik büyüme ve sosyal kalkınma hedeflerine ulaşmanın en temel dinamiklerinden biri güçlü ve etkin bir Ar-Ge ve yenilik ekosistemidir. Ar-Ge yatırımları sayesinde ülkeler yeni bilgiler, ürünler ve üretim teknikleri kazanarak dış pazarlarda rekabet güçlerini artırmakta ve ekonomik büyümelerini hızlandırmaktadır (Wensley & Warda, 2007). Bu bağlamda ülkelerin GSYİH içindeki Ar-Ge harcamalarına ayrılmış payları gelişmişlik düzeyleriyle doğrudan ilgilidir. Benzer şekilde bir ülkede genel istihdam içerisinde Ar-Ge sektöründe çalışan personelin aldığı pay, o ülkede bilime verilen önemin ve desteğin bir göstergesidir. Ar-Ge faaliyetlerinin yapı taşı söz konusu faaliyetleri yürütecek olan personel oluşturmaktadır. Ar-Ge faaliyetlerini başarılı biçimde yürütmek, etkin sonuçlar almak ve dolayısıyla rekabet avantajını ele geçirmek istendiğinde nicelik ve nitelik yönünden daha fazla Ar-Ge personeli çalıştırmak önem arz etmektedir. Bir diğer kriter olan fikri mülkiyet hakkı ve kullanımı, özellikle sanayi devriminden sonra büyük önem kazanmıştır. Bu dönemden sonra endüstrideki hızlı dönüşüm daha güçlü mülkiyet hakları sistemini beraberinde getirmiştir. Çok çeşitli faktörlere bağlı olarak fikri mülkiyet hakları ile ilgili gelişmiş ülkeler önemli mesafeler kat ederken diğer ülkelerde aynı gelişmeler sağlanamamıştır (Levine, 2005). Yakın zamanda ise mülkiyet haklarının korunmasına yönelik önemli gelişmeler olmuştur. Uruguay Round'da dünya ekonomilerinin çoğunun itibar ettiği asgari koruma standartlarını belirleyen, TRIPS anlaşmasının kabul edilmesi özellikle fikri mülkiyet haklarını önemli bir noktaya taşımıştır. Özellikle gelişmiş ülkelerde bu alanla ilgili çalışmalar yapılmakta, fikri mülkiyet haklarının korunmasıyla ilgili kararlar alınmaktadır. Dünya üzerinde bulunan teknik bilginin %80'ini patent dokümanları oluşturmaktadır. Temel amacı buluş yapmak ve ortaya çıkan buluşu pratik hayatta kullanmak olan patent; verimliliği artıran yeniliklerin geliştirilmesini sağlamakta ve bunun doğal sonucu olarak da ekonomik performansı etkilemektedir. Ülkelerin uluslararası piyasalardaki rekabet gücünü ve etkinliğini artırmasının yolu, uluslararası piyasalarda kabul görececek patentli yüksek teknoloji içeren ürünlerin üretilmesinden ve ihrac edilmesinden geçmektedir. Bu sayede elde edilecek ihrac gelirleri, ülkelerin ekonomik büyümesi, kalkınması ve ekonomik geleceği açısından hayati bir önem arz etmektedir. Teknolojideki dönüşüm hızının artması, ileri teknolojiye sahip olma arzusu hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin temel hedeflerden biri haline gelmiştir. İleri teknolojiye sahip olmaları durumunda ülkeler, yüksek katma değere sahip ürünler üretebilecek, uluslararası piyasalarda rekabet gücü kazanabilecek ve bu ürünlerin ihracını da etkili bir şekilde gerçekleştirebilecektir. Ülkeler bugün yüksek katma değer oluşturan teknoloji ürünleri üreterek ve pazarlayarak ciddi rekabet avantajı elde etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca bu tarz ürünlerin üretimi ülkeler arası gelişmişlik farklarının artmasına neden olabildiği gibi bu farkların kapanmasına da katkı sağlamaktadır.

Literatürde benzer kriterler dikkate alınarak ülkeler gelişmişlik düzeylerine göre farklı açılardan sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada ise G20 ülkeleri özelinde bilim ve teknoloji bağlamında bu sıralama yapılarak gri ilişkisel analiz yöntemi ile Türkiye'nin yeri belirlenmeye çalışılmıştır. G20 üye ülkelerinden 17 ülke Gri İlişkisel Analiz ile değerlendirilmiştir. Suudi Arabistan ve Çin'in güncel verilerine ulaşılamaması sebebiyle bu ülkeler çalışmaya dahil edilmemiştir. Aynı zamanda birçok ülkenin dahil olduğu Avrupa Birliği Komisyonu ülkelerin kıyaslanmasında çelişkiler yaratacağı için değerlendirme dışı bırakılmıştır. Çalışmada ülkelerin bilim ve teknoloji düzeylerini değerlendirebilmek amacıyla 6 kriter belirlenmiştir. Bu kriterlere göre analizler yapılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Gri sistem teorisinin bir ögesi olan Gri İlişkisel Analiz çok kıstaslı bir karar verme yöntemidir. Bu yöntem ile faktörlerin birbirleri arasındaki benzer ve farklı yönlerinin zaman içerisindeki değişimleri

ölçülür (Feng & Wang, 2000). Gri İlişkisel Analiz ile ilgili bilimsel yazın incelendiğinde, Gri İlişkisel Analiz’ in özellikle 2000’li yıllardan sonra literatürde daha sık yer aldığı görülmektedir. Bu yöntem, literatürde pek çok farklı alanda kullanılmıştır ve alanda özgün değerlendirmelere ulaşılmıştır.

Finansal performansın değerlendirmesinde bilimsel yazın:

BİST’ e kayıtlı bilişim ve teknoloji alanında faaliyet gösteren işletmelerin finansal performansının değerlendirilmesinde 2005-2011 yılları arasındaki finansal tablo verileri dikkate alınmıştır. AHP ile ölçüt ağırlıkları belirlenmiştir. Ardından Gri İlişkisel Analiz ile işletmeler arasındaki gri ilişkisel dereceler kurulmuştur. Link Bilgisayar Sistemleri Yazılımı ve Donanımı Sanayi ve Ticaret A.Ş. en yüksek finansal performansa sahip işletme seçilmiştir (Tayyar, Akcanlı, Genç, & Erem, 2014).

Borsa İstanbul’da basım-yayın sanayi grubunda yer alan 7 işletmenin finansal oranlar kullanılarak performansının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu sebeple çalışmada ölçüt olarak 12 finansal oran belirlenmiştir. 2011-2016 yılları arasındaki finansal oranlar dikkate alınmıştır. Basım-yayın sanayi grubunda yer alan işletmelerin başarı düzeyleri birbiri ile kıyaslanmıştır ve değerlendirilmiştir (Akyüz, Akyüz, Yıldırım, & Ersen, 2019).

BİST’ e işlem gören gıda işletmelerinden kar eden 10 firma seçilmiştir. Çalışmada ele alınan finansal göstergeler hem genel olarak hem de alt ölçeklere göre ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca çalışmada Gri İlişkisel Analiz’ in yanında klasik finansal oran analizi kullanılmıştır. Her iki yönteme göre sonuçlar değerlendirilmiştir ve her iki yöntem ile de tutarlı sonuçlar elde edildiği görülmüştür (Meydan, Yıldırım, & Senger, 2016).

Borsa İstanbul’da işlem gören turizm işletmelerinin 2008-2012 yıllarındaki finansal performansı değerlendirilmiştir. Likidite, kaldıraç, karlılık ve faaliyet göstergeleri temel alınarak 17 finansal oran kullanılmıştır. Çalışma sonucunda turizm şirketlerinin Gri İlişkisel Analiz ile performansları sıralanmıştır. Performansı etkileyen en önemli ölçütün kaldıraç göstergesi olduğu görülmüştür (Ecer & Günay, 2015) .

Gri İlişkisel Analiz 2005-2016 yılları arasında BİST’ e işlem gören 16 çimento işletmesinin finansal performansının değerlendirilmesi amacıyla uygulanmıştır. Gri İlişkisel dereceler belirlenmesinde işletmelerin geleneksel finansal oranları kullanılmıştır. Ayrıca işletmelerin hisse senedi getirilerini hesaplanmasında Satın Al ve Elde Tut getiri yöntemleri uygulanmıştır (Güleç & Özkan, 2018).

Tedarikçi seçim problemlerinde bilimsel yazın:

Gri İlişkisel Analiz ile otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin 82 tedarikçisinin performansı değerlendirilmiştir. Gri İlişkisel Analiz sonuçları ile işletmede kullanılan mevcut tedarikçi değerlendirme sistemi sonuçları karşılaştırılmıştır. İlk sırada yer alan tedarikçi mevcut sistemle aynı iken diğer sıralamalarda değişiklikler görülmüştür (Özdemir & Deste, 2009).

Tedarikçi seçiminde, tedarik zincirindeki aksaklıklara cevap verebilme ve bu durumun üstesinden gelebilme yeteneğine sahip esnek tedarikçilerin seçilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 6 tedarikçi değerlendirilmiştir. Tedarikçi değerlendirmede, tedarikçinin temel performans göstergeleri, hızlı çözüm oluşturabilmesi, risk azaltımı, teknik desteği ve sürdürülebilirliği dikkate alınmıştır (Rajesh & Ravi, 2015).

Çevresel ve ekonomik ölçütlerin dikkate alındığı yeşil tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Tedarik değerlendirme sürecinde belirsizlikler bulunduğu için dilsel ifadeler kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında ANP (Analytic Network Process) uygulanmıştır. Gri İlişkisel Analiz 11 farklı senaryo ile uygulanarak tedarikçiler değerlendirilmiştir (Hashemi, Karimi, & Tavana, 2015).

Bankaların performans değerlendirilmesinde bilimsel yazın:

Türkiye’deki geleneksel bankalar ile katılım bankalarının 2008-2017 yıllarındaki performansları çok kıstaslı karar verme yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Performans değerlendirilmesinde oran analizi kullanılmıştır. TOPSİS ve Gri İlişkisel Analiz yöntemleriyle bankaların performansı analiz edilmiştir. Performans göstergelerine göre geleneksel bankaların üst sırada, katılım bankalarının orta ve alt sıralarda yer aldığı görülmektedir (Gözkonan & Küçükbay, 2019).

İstanbul Menkul Kıymetler Borsası’nda işlem gören bankaların finansal performanslarının değerlendirmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışmada, banka performansını belirlemek için kullanılan finansal oran sayısını azaltmak hedeflenmiştir. Böylelikle, hangi finansal oranın banka performansında daha etkin olduğu araştırılmıştır. Gri İlişkisel Analiz sonuçlarına göre, ilk sırada ‘Akbank’ yer almıştır ve ‘Varlık Karlılığı’ finansal performansta önemli bir gösterge olarak belirlenmiştir (Doğan M. , 2013)

Ekonomik performansın belirlenmesinde bilimsel yazın:

G20 ülkelerinin Küresel Finans Krizi’nden etkilenme durumları analiz edilerek ekonomik performansları analiz edilmiştir. Çalışma kriz öncesi dönem, kriz dönemi ve kriz sonrası dönem olmak üzere üç dönemi kapsamaktadır. Gri İlişkisel Analiz’ e göre G20 üyelerinden pek çok ülkenin krizden olumsuz etkilendiği görülmektedir (Koca & Tunca, 2019).

2016 yılı ekonomik göstergelerine göre Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin ekonomik performansının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İlk olarak AHP (Analytic Hierarchy Process) ile ölçütlerin önem seviyeleri belirlenmiştir. Ardından ARAS, COPRAS ve Gri İlişkisel Analiz ile ülkeler ekonomik performanslarına göre analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda Almanya ilk sırada yer alırken, Türkiye son sıralarda yer almaktadır (Özbek & Demirkol, Avrupa Birliği Ülkeleri İle Türkiye’nin Ekonomik Göstergelerinin Karşılaştırılması, 2019).

Gri İlişkisel Analiz’ in kullanıldığı diğer alanlar:

Finansal oranlar kullanılarak hava yolu performansının değerlendirilmesi (Feng & Wang, 2000), borsa tahmini ve portföy seçimi problemi (Huang & Jane, 2009), emlakçı performansının değerlendirilmesi (Tseng, 2009), materyal seçimi problemi (Chan & Tong, 2007), stok yatırım kararının verilmesi (Li, Zhang, & Zhao, 2011), yazılım projelerinin performansının değerlendirilmesi (Song & Shepperd, 2011), yeşil yapı ürünlerinin değerlendirilmesi (Huang & Wang, 2014), veri zarflama analizi ve gri ilişkisel analiz kullanılarak hastanelerde etkinlik analizi (Girginer, Köse, & Uçkun, 2015), ar-ge proje seçim kararı (Tuzkaya & Yolver, 2015), personel değerlendirme problemi (Senger & Albayrak, 2016), lojistik firma değerlendirmesi (Özbek & Demirkol, Lojistik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin SWARA Ve GİA Yöntemleri İle Analizi, 2018), yenilenebilir enerji alternatiflerinin belirlenmesi ve tesis yeri seçimi (Doğan & Uludağ, 2018), OECD ülkeleri için refah ölçümü (Türe, 2019) ve akıllı telefon teknik özelliklerinin belirlenmesi (Şahin & Aydemir, 2019) gibi literatürde birçok alanda çalışmalar yapılmıştır.

Tablo 5. Gri ilişkisel analiz kullanım alanları

Yazar (tarih)	Temel Amacı
(Feng & Wang, 2000)	Havayolu performansının değerlendirilmesi
(Chan & Tong, 2007)	Materyal seçimi
(Tseng, 2009)	Emlakçı performans değerlendirme
(Huang & Jane, 2009)	Borsa tahmini ve portföy seçimi
(Özdemir & Deste, 2009)	Tedarikçi seçimi
(Li, Zhang, & Zhao, 2011)	Stok yatırım kararı
(Song & Shepperd, 2011)	Yazılım projelerinin performansının değerlendirilmesi
(Doğan M. , 2013)	Banka performansının değerlendirilmesi
(Huang & Wang, 2014)	Yapı ürünlerinin performansının değerlendirilmesi
(Rajesh & Ravi, 2015)	Tedarikçi seçimi
(Ecer & Günay, 2015)	Finansal performansın değerlendirilmesi
(Tayyar, Akcanlı, Genç, & Erem, 2014)	Finansal performansın değerlendirilmesi
(Girginer, Köse, & Uçkun, 2015)	Hastanelerde etkinlik analizi
(Hashemi, Karimi, & Tavana, 2015)	Yeşil tedarikçi seçimi
(Tuzkaya & Yolver, 2015)	Ar-ge proje seçimi
(Meydan, Yıldırım, & Senger, 2016)	Finansal performansın değerlendirilmesi
(Senger & Albayrak, 2016)	Personel değerlendirilmesi
(Güleç & Özkan, 2018)	Finansal performansın değerlendirilmesi
(Özbek & Demirkol, 2018)	Lojistik firma değerlendirilmesi
(Doğan & Uludağ, 2018)	Yenilenebilir enerji alternatiflerinin belirlenmesi ve tesis yeri seçimi
(Akyüz, Akyüz, Yıldırım, & Ersen, 2019)	Finansal performansın değerlendirilmesi
(Koca & Tunca, 2019)	Ekonomik performansın değerlendirilmesi
(Gözkonan & Küçükbaş, 2019)	Banka performansının değerlendirilmesi
(Türe, 2019)	Ülkelerin refah ölçümü
(Şahin & Aydemir, 2019)	Akıllı telefon seçimi
(Özbek & Demirkol, 2019)	Ekonomik performansın değerlendirilmesi

3. METODOLOJİ

Deng tarafından 1982 yılında ortaya atılan Gri Sistem Teorisi'nde, faktörler arasındaki matematiksel ilişkilerin açıklanması amaçlanmaktadır. Bu faktörler arasındaki benzerlik ya da farklılıklar Gri ilişkiler olarak ifade edilmektedir (Julong, 1989) (Kose, Kabak, & Aplak, 2013). Gri ilişkiler ilişki derecelerine göre siyah-beyaz bir renk skalası üzerinde açıklanabilmektedir. Belirsizliğin olmadığı tam olarak net bilgiye erişilebilen durumlarda sistem beyaz renk ile ifade edilmektedir. Bunun aksine, hiçbir bilgiye erişilemeyen durumlarda sistem siyah renk ile ifade edilmektedir. Gri sistem kavramı ise kısmi bilginin olduğu durumları temsil etmektedir (Lin, Chen, & Liu, 2004)

Gri İlişkisel Analiz, Gri Sistem Teorisine dayanarak faktörler arasındaki gri ilişkileri inceleyen çok kıstaslı bir karar verme yöntemidir (Lin, Chen, & Liu, 2004). Örneklem dağılımının bilinmediği, örneklem sayısının az olduğu ve belirsizliğin bulunduğu durumlarda Gri İlişkisel Analiz'e başvurulabilir (Feng & Wang, 2000). Bir karar probleminde, alternatiflerin sıralanması ve kıyaslanabilmesi için Gri İlişkisel Analiz ile 6 adımdan oluşan bir süreç takip edilmektedir. Süreç adımları aşağıdaki gibidir (Wu, 2002):

1. Aşama. Veri setinin elde edilmesi ve karar matrisinin oluşturulması

Çok Kriterli Karar Verme probleminde; k kıyaslanacak faktör sayısını, x_i 'ler problemdeki alternatifleri, $x_i(j)$ kriter bazında her bir alternatifin aldığı değeri temsil etmektedir. $x_i(j)$ değerlerinin belirlenmesiyle m adet seri için X karar matrisi oluşturulur.

$$x_i = (x_i(j), \dots, x_i(l)), \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (1)$$

$$j = 1, 2, \dots, l$$

$$X = \begin{bmatrix} x_1(1) & x_1(2) & \dots & x_1(l) \\ x_2(1) & x_2(2) & \dots & x_2(l) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_k(1) & x_k(2) & \dots & x_k(l) \end{bmatrix} \quad (2)$$

2. Aşama. Referans serisinin ve karşılaştırma matrisinin hesaplanması

Karar Verme probleminde; x_0 faktörlerin kıyaslanacağı referans serisini, $x_0(j)$ ise j . kriterin en büyük değerini ifade etmektedir. Elde edilen karar matrisine referans serisi ilk satır olarak ilave edilmesiyle karşılaştırma matrisi oluşturulur.

$$x_0 = (x_0(j)) \quad j = 1, 2, \dots, l \quad (3)$$

3. Aşama. Normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulması

Normalizasyon işlemi, serinin amaç fonksiyonunu ne yönde etkilediğine bağlı olarak 3 farklı şekilde yapılmaktadır;

1) Seri değerlerinin büyük olması amaç fonksiyonunu olumlu yönde etkiliyorsa normalizasyon işlemi *Eşitlik 4'e* göre yapılır.

$$x_i^* = \frac{x_i(j) - \min_j x_i(j)}{\max_j x_i(j) - \min_j x_i(j)} \quad (4)$$

2) Seri değerlerinin büyük olması amaç fonksiyonunu olumsuz yönde etkiliyorsa normalizasyon işlemi *Eşitlik 5'e* göre yapılır.

$$x_i^* = \frac{\max_j x_i(j) - x_i(j)}{\max_j x_i(j) - \min_j x_i(j)} \quad (5)$$

3) $x_{ob}(j)$, j . kriter için olması hedeflenen değerdir. Karar probleminde belirlenen optimal değeri temsil etmektedir. Seri değerlerinin belirli bir hedef değere ($x_{ob}(j)$) eşit olması istediğinde normalizasyon işlemi için *Eşitlik 6* tercih edilir. $x_{ob}(j)$ değeri $\max_j x_i(j)$ ve $\min_j x_i(j)$ değerleri arasında yer almalıdır.

$$x_i^* = \frac{|x_i(j) - x_{ob}(j)|}{\max_j x_i(j) - x_{ob}(j)} \quad (6)$$

Ardından karar matrisi *normalize edilmiş karar matrisine* dönüştürülür.

$$X^* = \begin{bmatrix} x_1^*(1) & x_1^*(2) & \dots & x_1^*(l) \\ x_2^*(1) & x_2^*(2) & \dots & x_2^*(l) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_k^*(1) & x_k^*(2) & \dots & x_k^*(l) \end{bmatrix} \quad (7)$$

4. Aşama. Mutlak değer matrisinin oluşturulması

$\Delta_{0i}(j)$ mutlak değer farkı, *Eşitlik 8* ile hesaplanarak mutlak değer matrisi oluşturulur.

$$\Delta_{0i} = |x_0^*(j) - x_i^*(j)| \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (8)$$

$$j = 1, 2, \dots, l$$

$$\Delta_{0i} = \begin{bmatrix} \Delta_{01}(1) & \Delta_{01}(2) & \dots & \Delta_{01}(l) \\ \Delta_{02}(1) & \Delta_{02}(2) & \dots & \Delta_{02}(l) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Delta_{0k}(1) & \Delta_{0k}(2) & \dots & \Delta_{0k}(l) \end{bmatrix} \quad (9)$$

5. Aşama. Gri ilişkisel katsayıların elde edilmesi

Gri ilişkisel katsayılar *Eşitlik 10* ve *Eşitlik 11* kullanılarak hesaplanır. Eşitlikte kullanılan ζ parametresi ayırıcı katsayıdır. 0 ile 1 arasında değer alabilen ayırıcı katsayı karar verici tarafından belirlenir. Farklı ayırıcı katsayı değerlerinde Gri İlişkisel Analiz farklı sonuçlarına neden olabilir (Kuo, Yang, & Huang, 2008).

$$\gamma_{0i}(j) = \frac{\Delta_{min} + \zeta \Delta_{max}}{\Delta_{0i}(j) + \zeta \Delta_{max}} \quad (10)$$

$$\Delta_{max} = \max_i \max_j \Delta_{0i}(j) \quad (11)$$

$$\Delta_{min} = \min_i \min_j \Delta_{0i}(j)$$

$$\zeta \in [0,1]$$

6. Aşama. Gri ilişkisel derecelerin elde edilmesi

Kriterlerin eşit öneme sahip olduğu durumlarda Gri İlişkisel Dereceler *Eşitlik 12* ile hesaplanır. Γ_{0i} , i. serinin gri ilişki derecesi olarak tanımlanmaktadır.

$$\Gamma_{0i} = \frac{1}{l} \sum_{j=1}^l \gamma_{0i}(j) \quad i=1,2,\dots,k \quad (12)$$

Kriterlerin farklı öneme sahip olduğu durumda *Eşitlik 13* ile hesaplama yapılır. $w_i(j)$, j. kriterin ağırlık derecesidir.

$$\Gamma_{0i} = \sum_{j=1}^l [w_i(j) \cdot \gamma_{0i}(j)] \quad i=1,2,\dots,k \quad (13)$$

Çok kıstaslı karar probleminde en yüksek Γ_{0i} değerine sahip alternatif en iyi alternatiftir. Bu nedenle alternatifler Γ_{0i} değerlerine göre büyükten küçüğe sıralanarak gri ilişkisel dereceler yorumlanır.

4. UYGULAMA

Bu çalışma Türkiye'nin de içinde bulunduğu dünyanın en büyük ekonomilerine sahip olan ülkeleri olarak adlandırılan G20 üye ülkelerine uygulanmıştır. Gri İlişkisel Analiz kullanılarak G20 üye ülkelerinin bilim ve teknoloji alanındaki gelişmişlik düzeyleri değerlendirilmiştir ve ülkeler arasındaki gri ilişkisel dereceler belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çalışma Türkiye'nin diğer ülkeler arasındaki konumunun görülmesi açısından önemlidir. Bilim ve teknoloji kriterlerine göre G20 üye ülkelerine Gri İlişkisel Analiz'in adımları sırasıyla uygulanmıştır. Uygulama formüllerin ifade edilmesinde kolaylık ve hız sağlayan Microsoft Office Excel programı aracılığıyla yapılmıştır.

1. Aşama. Veri setinin elde edilmesi ve karar matrisinin oluşturulması

G20 üye ülkelerinden 17 ülke Gri İlişkisel Analiz ile değerlendirilmiştir. Suudi Arabistan ve Çin'in güncel verilerine ulaşılamaması sebebiyle bu ülkeler çalışmaya dahil edilmemiştir. Aynı zamanda birçok ülkenin dahil olduğu Avrupa Birliği Komisyonu ülkelerin kıyaslanmasında çelişkiler yaratacağı için değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Çalışmada ülkelerin bilim ve teknoloji düzeylerini değerlendirebilmek amacıyla 6 kriter belirlenmiştir. Bu kriterlerin seçiminde UNESCO ve Dünya Bankası'nın bilim ve teknoloji göstergeleri dikkate alınarak güncel veriler ile Gri İlişkisel Analiz uygulanmıştır. Ele alınan bilim ve teknoloji kriterleri; K1: fikri mülkiyet hakkının kullanımına ilişkin toplam ödemeler (US\$), K2: yüksek teknoloji ihracatı (US\$), K3: patent başvuruları, K4: marka başvuruları (World Bank, 2017) ile K5: araştırma ve geliştirme harcamaları (PPP\$), K6: araştırmacı sayısı (milyon kişi başına) (UNESCO, 2014) olarak belirlenmiştir. Alternatifler ve kriterler belirlendikten sonra *Eşitlik 2* ile belirtilen karar matrisi oluşturulmuştur. Karar matrisindeki tüm verilere UNESCO ve Dünya Bankası'nın resmi sitelerinden detaylı olarak ulaşılabilir.⁸

Tablo 6. G20 üye ülkeleri karar matrisi

2. Aşama. Referans serisinin ve karşılaştırma matrisinin hesaplanması

Ülkeler / Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Arjantin	2297608490	1494147748	3443	74722	5045305,3	1202
Avustralya	3421241900	4942222857	28906	74505	23129685,7	4539
Brezilya	5211813393	10756516887	25658	186103	42001170,2	881
Kanada	11902492232	27592622818	35022	58913	27793536,5	4549
Fransa	15990961867	109359053829	16247	94092	60585661,7	4233
Almanya	14166972940	196321185995	67712	76615	109562637,6	4318
Hindistan	6515405394	15161028362	46582	266029	48063080	156
Endonezya	1900641453	5974888118	9303	68103	2130257,3	89
İtalya	4783536892	32232276659	9674	41911	29448322,3	1983
Japonya	21381387584	106416048221	318479	188806	169554148,1	5328
Kore Cumhuriyeti	9701600000	166675269584	204775	180312	73099813,8	6856
Meksika	291515339	70934811937	17184	138990	11519161,2	244
Rusya	5979770000	9929564939	36883	71654	40330178,2	3094
Güney Afrika Cumhuriyeti	2122793328	2039077734	7544	26251	5489367,4	432
Türkiye	767000000	3500896134	8555	119232	15933049,6	1163
Birleşik Krallık	12543941820	75032857204	22072	83635	43811100,1	4254
ABD	53440000000	156937052150	606956	448065	476452000	4217

Bu çalışmada belirlenen kriterlerin fayda yönlü olması sebebiyle her bir kriterin maksimum değeri seçilerek referans serisi oluşturulmuştur. Ardından referans serisinin karar matrisine ilk satır olarak ilave edilmesiyle karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Elde edilen referans serisi aşağıdaki gibidir.

⁸ <https://www.worldbank.org/>, <http://uis.unesco.org/apps/visualisations/research-and-development-spending/>

Tablo 7. Referans serisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Referans serisi	53440000000	196321185995	606956	448065	476452000	6856

3. Aşama. Normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulması

Bu çalışmada seri değerlerinin büyük olması amaç fonksiyonunu olumlu yönde etkilediğinden *Eşitlik 4* kullanılarak normalize karar matrisi oluşturulmuştur. ABD için fikri mülkiyet hakkının kullanımına ilişkin toplam ödemeler kriterine karşılık gelen normalizasyon işlem adımları aşağıdaki gibidir. Karar matrisinin tüm hücrelerine aynı işlem uygulanarak normalize karar matrisi elde edilmiştir.

$$x_i^* = \frac{x_i(j) - \min_j x_i(j)}{\max_j x_i(j) - \min_j x_i(j)}$$

$$x_{17}^* = \frac{53440000000 - 291515339}{53440000000 - 291515339}$$

$$x_{17}^* = 1,00$$

4. Aşama. Mutlak değer matrisinin oluşturulması

Normalize edilmiş karar matrisi *Eşitlik 8* kullanılarak mutlak değer matrisine dönüştürülmüştür. ABD için fikri mülkiyet hakkının kullanımına ilişkin toplam ödemeler kriterine karşı gelen mutlak değer işlemi aşağıda verilmiştir.

$$\Delta_{0i} = |x_o^* - x_i^*(j)|$$

$$\Delta_{017} = |1,00 - 1,00|$$

$$\Delta_{017} = 0$$

5. Aşama. Gri ilişkisel katsayıların elde edilmesi

Eşitlik 10 ve *Eşitlik 11* kullanılarak gri ilişkisel katsayılar hesaplanmıştır. *Eşitlik 10*'da kullanılan ζ ayırıcı katsayısı Δ_{min} ile Δ_{max} arasındaki farkı düzenlemektedir. Bu değer 0'a doğru yaklaştıkça zıtlığın (ayırıcı özellik) ortadan kalkacağı, 1'e doğru yaklaştıkça zıtlığın artacağı durum oluşacaktır. Çoğunlukla çalışmalarda bu parametre 0,5 alınmaktadır (Liu & Lin, 2016). Bu çalışmada da ζ ayırıcı katsayısı değeri 0,5 alınmıştır. ABD için fikri mülkiyet hakkının kullanımına ilişkin toplam ödemeler kriterine karşı gelen işlem adımları aşağıdaki gibidir.

$$\gamma_{0i}(j) = \frac{\Delta_{min} + \zeta \Delta_{max}}{\Delta_{0i}(j) + \zeta \Delta_{max}}$$

$$\gamma_{017}(1) = \frac{0,00 + 0,5 * 1,00}{0,00 + 0,5 * 1,00}$$

$$\gamma_{017}(1) = 1,00$$

6. Aşama. Gri ilişkisel derecelerin elde edilmesi

Uygulamada tüm kriterler eşit önem seviyesinde tutulmuştur ve *Eşitlik 12* ile gri ilişkisel dereceler hesaplanmıştır. Kriterlerin farklı önem derecelerine sahip olması durumunda farklı gri ilişkisel dereceler elde edilebilir. Uygulama sonucunda elde edilen gri ilişkisel dereceler *Tablo 4*’te verilmiştir.

G20 üyesi ülkelerin bilim ve teknoloji düzeyleri açısından Gri İlişkisel Analiz uygulama sonuçları incelendiğinde ilk sırada Amerika Birleşik Devletleri’nin yer aldığı görülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri’ni sırasıyla Kore Cumhuriyeti, Almanya ve Japonya takip etmektedir. Türkiye ise 17 üye ülke arasında 14. sırada yer almaktadır. Bu grupta yer alan ülkeler arasında Güney Afrika Cumhuriyeti son sırada bulunmaktadır. Çalışma sonuçları incelendiğinde elde edilen sıralama ile ülkelerin kalkınmışlık düzeyleri arasında bir paralellik söz konusu olduğu görülmektedir. Bu durum, ülkelerin gelişmişlik ve kalkınmışlık düzeylerinin tespitinde bilim ve teknolojinin önemli bir yeri olduğunu göstermektedir.

Tablo 8. G20 üye ülkeleri gri ilişkisel dereceleri

G20 Üye Ülkeleri	Sıralama	Gri İlişkisel Derece
ABD	1	0,8790
Kore Cumhuriyeti	2	0,5640
Almanya	3	0,5148
Japonya	4	0,5097
Fransa	5	0,4302
Birleşik Krallık	6	0,4109
Kanada	7	0,3989
Avustralya	8	0,3875
Hindistan	9	0,3816
Rusya	10	0,3722
Brezilya	11	0,3670
Meksika	12	0,3652
İtalya	13	0,3599
Türkiye	14	0,3516
Arjantin	15	0,3464
Endonezya	16	0,3396
Güney Afrika Cumhuriyeti	17	0,3372

5. SONUÇ

Bilimde ve teknolojiye yaşanan gelişmeler sosyal ve ekonomik yaşamı derinden etkilemektedir. İçerisinde bulunduğumuz dönemde yaşamın her alanında teknolojik gelişmeler hızla yaşamları değiştirmekte ve yeniden şekillenmektedir. Dünya’nın en büyük 20 ekonomisi (G20) içerisinde yer alıp verilerine netlikle ulaşılabilen 17 ülkenin sıralaması bilim ve teknoloji kriterlerine göre gri ilişkisel analiz yöntemi ile yapılmıştır. Suudi Arabistan ve Çin’in güncel verilerine ulaşamadığı ve ayrıca G20 üyelerinden olan Avrupa Birliği Komisyonu birçok ülkeyi kapsadığı için bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Bahsi geçen 17 üye ülke bilim ve teknoloji göstergelerine ait altı kriter açısından sıralanmıştır. Belirlenen kriterler: fikri mülkiyet hakkının kullanımına ilişkin toplam ödemeler (US\$), yüksek teknoloji ihracatı (US\$), patent başvuruları, marka başvuruları, araştırma ve geliştirme harcamaları (PPP\$) ve araştırmacı sayısı (milyon kişi başına) şeklindedir. Bu çalışmada kriterlerin önem seviyeleri eşit kabul edilmiştir.

Gri ilişkisel analiz, birden fazla girdili kesikli veriye sahip problemlerde etkili sonuçlar veren çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Çalışmada, söz konusu 6 kritere ait kesikli veriler kullanılarak ülkeler arası yeni bir sıralama elde edilmiştir. Analiz sonucu ortaya çıkan sıralamada ülkelerin kalkınma düzeyleri ile bilim ve teknolojiye gelişmişlikleri arasında paralellik olduğu görülmüştür. Türkiye’nin bu sıralamada 14.sırada yer almıştır. Ülkelerin bilime ve teknolojiye yaptıkları yatırım ekonomik kalkınmalarına olumlu katkıda bulunduğunu çalışma sonucunda ortaya çıkan sıralama neticesinde söylemek mümkündür. Bilimi besleyen kanalların iyileştirilmesi ve daha fazla beslenmesi ile Türkiye’nin bu sıralamada daha üst seviyelere çıkması mümkündür.

Bu çalışma ülkelerin kalkınması hususunda önem arz eden bilim ve teknoloji alanında, Türkiye'nin G20 üye ülkeleri arasındaki konumunun görülmesini sağlamaktadır. Konuya ilişkin bundan sonra yapılacak çalışmalarda ele alınan kriterlerin önem dereceleri farklı çok kriterli karar verme yöntemi (AHP, ANP, Swara vb.) ile atanabilir. Farklı önem derecesine sahip kriterler elbette elde edilen sıralamayı değiştirebilir. Yine aynı kriterler ile G20 üye ülkelerinin bilim ve teknoloji alanındaki etkinlikleri farklı Çok Ölçütlü Karar Verme yöntemleri de kullanılarak analiz edilip bu farklı yöntemlerin kıyaslamaları karşılaştırmalı olarak yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Akyüz, K. C., Akyüz, İ., Yıldırım, İ., & Ersen, N. (2019). Borsa İstanbul'da Basım-Yayın Sanayi Grubunda Yer Alan Şirketlerin Performanslarının Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Social Research/Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23(1).
- Chan, J. W., & Tong, T. K. (2007). Multi-criteria material selections and end-of-life product strategy: Grey relational analysis approach. *Materials & Design*, 28(5), 1539-1546. doi:https://doi.org/10.1016/j.matdes.2006.02.016
- Doğan, H., & Uludağ, A. S. (2018). Yenilenebilir Enerji Alternatiflerinin Değerlendirilmesi ve Uygun Tesis Yeri Seçimi: Türkiye'de Bir Uygulama. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14(2), 157-180.
- Doğan, M. (2013). Measuring Bank Performance with Gray Relational Analysis: The Case of Turkey. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 13(2), 215-226.
- Ecer, F., & Günay, F. (2015). Borsa İstanbul'da İşlem Gören Turizm Şirketlerinin Finansal Performanslarının Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Ölçülmesi. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 25(1), 35-48. doi:https://doi.org/10.17123/atad.vol25iss195016
- Feng, C. M., & Wang, R. T. (2000). Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratios. *Journal of Air Transport Management*, 6(3), 133-142. doi:https://doi.org/10.1016/S0969-6997(00)00003-X
- Girginer, N., Köse, T., & Uçkun, N. (2015). Efficiency Analysis of Surgical Services by Combined Use of Data Envelopment Analysis and Gray Relational Analysis. *Journal of medical systems*, 39(5), 56. doi:10.1007/s10916-015-0238-y
- Gözkonan, Ü. H., & Küçükbay, F. (2019). Katılım Bankaları İle Geleneksel Bankaların Çkkv Yöntemleri İle Performans Değerlendirilmesi: Topsis Ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri İle Karşılaştırmalı Analiz. *International Journal of Economic & Administrative Studies*, 25. doi:10.18092/ulikidince.538666
- Güleç, Ö. F., & Özkan, A. (2018). Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle Finansal Performansın Değerlendirilmesi: Bist Çimento Şirketleri Üzerine Bir Araştırma. *Muhasebe ve Denetime Bakış=Accounting & Auditing Review*, 18(54), 77-95.
- Hashemi, S. H., Karimi, A., & Tavana, M. (2015). An integrated green supplier selection approach with analytic network and improved Grey relational analysis. *International Journal of Production Economics*, 159, 178-191. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.027
- Huang, K. Y., & Jane, C.-J. (2009). A hybrid model for stock market forecasting and portfolio selection based on ARX, grey system and RS theories. *Expert systems with applications*, 36(3), 5387-5392. doi:https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.06.103
- Huang, M., & Wang, B. (2014). Evaluating green performance of building products based on gray relational analysis and analytic hierarchy process. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 33(4), 1389-1395. doi:https://doi.org/10.1002/ep.11884
- Julong, D. (1989). Introduction to Grey System Theory. *The Journal of Grey System*, 1(1), 1-24.
- Koca, E. B., & Tunca, M. Z. (2019). G20 Ülkelerinin Ekonomik Performanslarının Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle Değerlendirilmesi-Assessing The Economic Performance Of The G20 Members By Using Grey Relational Analysis. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(28), 348-357. doi:https://doi.org/10.20875/makusobed.541005
- Kose, E., Kabak, M., & Aplak, H. S. (2013). Personel Seçimi için Gri Sistem Teori Tabanlı Bütünleşik Bir Yaklaşım. *Ege Academic Review*, 13(4), 461-471.

- Kuo, Y., Yang, T., & Huang, G.-W. (2008). The use of grey relational analysis in solving multiple attribute decision-making problems. *Computers & Industrial Engineering*, 55(1), 80-93. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.12.002>
- Levine, R. (2005). Law, endowments and property rights. *Journal of Economic Perspectives*, 19(3), 61-88. doi:10.3386/w11502
- Li, H. Y., Zhang, C., & Zhao, D. (2011). Stock Investment Value Analysis Model Based on AHP and Gray Relational Degree. *Management Science and Engineering*, 4(4), 1-6. doi:<http://dx.doi.org/10.3968/j.mse.1913035X20100404.001>
- Lin, Y., Chen, M. Y., & Liu, S. (2004). Theory of grey systems: capturing uncertainties of grey information. *Kybernetes*, 33(2), 196-218. doi:<https://doi.org/10.1108/03684920410514139>
- Liu, S., & Lin, Y. (2016). *Grey information: theory and practical applications*. Springer Science & Business Media.
- Meydan, C., Yıldırım, B. F., & Senger, Ö. (2016). BIST’te İşlem Gören Gıda İşletmelerinin Finansal Performanslarının Gri İlişkisel Analiz Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Journal of Accounting & Finance*(69). doi:<https://doi.org/10.25095/mufad.396668>
- Özbek, A., & Demirkol, İ. (2018). Lojistik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin SWARA Ve GİA Yöntemleri İle Analizi. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 71-86.
- Özbek, A., & Demirkol, İ. (2019). Avrupa Birliği Ülkeleri İle Türkiye’nin Ekonomik Göstergelerinin Karşılaştırılması. *Yönetim ve Ekonomi*, 26(1), 71-91. doi:<https://doi.org/10.18657/yonveek.418796>
- Özdemir, A. İ., & Deste, M. (2009). Gri ilişkisel analiz ile çok kriterli tedarikçi seçimi: Otomotiv sektöründe bir uygulama. *Istanbul University Journal of the School of Business Administration*, 38(2).
- Rajesh, R., & Ravi, V. (2015). Supplier selection in resilient supply chains: a grey relational analysis. *Journal of Cleaner Production*, 86, 343-359. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.054>
- Senger, Ö., & Albayrak, Ö. K. (2016). Gri İlişki Analizi Yöntemi İle Personel Değerlendirme Üzerine Bir Çalışma. *International Journal of Economic & Administrative Studies*(17).
- Song, Q., & Shepperd, M. (2011). Predicting software project effort: A grey relational analysis based method. *Expert Systems with Applications*, 38(6), 7302-7316. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.12.005>
- Şahin, Y., & Aydemir, E. (2019). Akıllı Telefon Teknik Özellik Önem Derecelerinin AHP Ağırlıklı Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Belirlenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(1), 225-238. doi:<https://doi.org/10.17153/oguuiibf.486920>
- Tayyar, N., Akcanlı, F., Genç, E., & Erem, I. (2014). BIST'e kayıtlı bilişim ve teknoloji alanında faaliyet gösteren işletmelerin finansal performanslarının Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemiyle değerlendirilmesi. *Journal of Accounting & Finance*(61). doi:<https://doi.org/10.25095/mufad.396447>
- Tseng, M. L. (2009). A causal and effect decision making model of service quality expectation using grey-fuzzy DEMATEL approach. *Expert systems with applications*, 36(4), 7738-7748. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.09.011>
- Tuzkaya, U. R., & Yolver, E. (2015). R&D project selection by integrated grey analytic network process and grey relational analysis: an implementation for home appliances company. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 8(2), 35-41.
- Türe, H. (2019). OECD Ülkeleri İçin Refah Ölçümü: Gri İlişkisel Analiz Uygulaması. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(2), 310-327.
- UNESCO. (2014). UNESCO. 11 13, 2019 tarihinde UNESCO Web sitesi: <http://uis.unesco.org/apps/visualisations/research-and-development-spending/> adresinden alındı
- Wensley, K., & Warda, J. (2007). An Alternative for Extending Refundability of SR&ED Tax Credits. <https://itac.ca/uploads/research/07jan.pdf> adresinden alındı
- World Bank. (2017). *World Bank*. 11 12, 2019 tarihinde World Bank Web Sitesi: <https://www.worldbank.org/> adresinden alındı
- Wu, H. H. (2002). A Comparative Study of Using Grey Relational Analysis in Multiple Attribute Decision Making Problems. *Quality Engineering*, 15(2), 209-217. doi:<https://doi.org/10.1081/QEN-120015853>

Markov Chain Analysis of a Power Plant Availability

Mehmet SAVSAR

Prof. Dr., Üsküdar University, College of Engineering & Natural Sciences, Industrial Engineering Department,
Üsküdar, Istanbul, Turkey, msavsar@gmail.com, mehmet.savsar@uskudar.edu.tr

Abstract

One of the main components of a power plant is the driver of the electricity generator, which can be a steam or a gas turbine. Higher output and economic efficiency are achieved by combining gas and steam turbines in a single unit in which, excess heat produced by the gas turbine is utilized to run a steam turbine. This type of a power plant is called Combined Cycle Power Plant (CCPP). The most important factors affecting performance of any power plant are reliability of turbine units, availabilities, and maintenance procedures. Reliability directly affects plant availability and the need for maintenance. Therefore, analysis of power plant reliability is necessary in order to estimate its availability and power generation capacity under different operational conditions. Furthermore, the need for maintenance is also determined by estimation of system reliability. This paper presents a stochastic model of a combined cycle power plant based on Markov Chain analysis. Operation of the CCPP system is analyzed, and system states are identified. Using the stochastic model, probability of each state, and consequently system availability, as well power output rate, is estimated based on system parameters, such as failure and repair rates of each turbine unit. A power plant in the State of Kuwait is selected and turbine failure and repair rates are estimated based on the data from past several years, which are then used to test the model, as well as to estimate plant availability and the output rate. The model produces very accurate results based on system parameters provided. Furthermore, the developed availability model is a closed form equation, which can easily be used by power plant engineers and operation managers to estimate availability and output rate of their plants under various operational conditions.

Keywords: Power Plants, Markov Chains, Maintenance, Reliability, Availability, Capacity

JEL Codes: C44

1. INTRODUCTION

Kuwait is one of the Gulf countries with high electricity consumption where electricity generation started in 1934 by establishment of a power plant with two small generators by National Electrical Company. Production in this plant had a capacity of only 30 kilowatts per generator. Since then, several power plants with numerous steam and gas turbine units have been established in order to meet the ever-increasing demand for electricity. Total capacity today has reached to about 15,350 megawatts. In the State of Kuwait, the electricity is mainly produced by the conventional power plants where the fossil fuel is burned in order to derive the electricity generators. Common forms of fossil fuel used in Kuwait are crude oil, diesel and natural gas. The demand on electricity in Kuwait and all over the world is ever increasing whereas the fossil fuel is considered as a limited resource. Consequently, highly efficient and reliable power plants are of necessity. One of the main components of the power plant is the driver of the electricity generator which can be a steam or a gas turbine. Higher efficiency can be achieved by combining gas and steam turbines in a single unit in which the produced heat by the gas turbine can be utilized to run the steam turbine. A plant consisting of one or more of these units is commonly called combined cycle power plant (CCPP). There are many configurations to combine the gas and steam turbines and the most well-known configuration is to combine two gas turbines to a single steam turbine. In this configuration, the steam turbine can achieve its full capacity when both gas turbines are working with full load. Whenever one gas turbine is down, the steam turbine capacity is reduced by half, whereas when the two gas turbines are down, the steam turbine is forced down completely. A power plant in general is a system of interdependent subsystems, all of which must operate in order to reduce the risk of shutting down the entire plant. Down times must be minimized in order to increase power plant availability. In order to be able to predict possible electrical utility generation, it is necessary to determine power plant system availability. Several studies have been carried out by different researchers on the reliability and availability of power stations and several papers have appeared in the literature. Following is a literature review on power plant reliability, availability and related analysis.

Proctor et al. (1987) developed a stochastic algorithm for reliability modeling of a gas turbine standby system in Saudi Arabia. Toola (1988) discussed reliability of the control system of a conventional power plant. The structure of the model, the ways of utilizing it and the experience gained are presented. Ganor and Zahavi (1989) discussed the case of unit reliability measures for power plants meeting variable demand under partial down times. Perman, et al. (1997) used semi-Markov models and analyzed random states of power plants to determine system reliability. Marseguerra and Zio (2000) used genetic algorithms and Monte Carlo simulation to optimize maintenance and repair policies. Paska (2004) presented indices for measuring performance and reliability of power generating units in Poland. Eti, et al. (2004, 2007) have considered reliability analysis of a thermal power station in Nigeria and discussed related issues. Majeed and Sadeq (2006) have studied availability and reliability analysis of a hydro power station in Iraq and used Markov model to study system reliability.

Levitin, et al. (2006) analyzed the state probability of a series-parallel repairable system with two-types of failure states. Alardhi et al. (2007) developed a preventive maintenance schedule for multi cogeneration power plants. Manco and Testa (2007) developed a Markovian model to determine power availability from a wind turbine. Sharma and Tewari (2009) studied performance of a steam thermal power plant with respect to its economic analysis. Gupta and Tewari (2011a, 2011b) developed models and analysis for the maintenance performance evaluation of power generation systems of a thermal power plant. Wodka and Leed (2013) discussed the issue of adapting a military protocol for power plant reliability, availability, and maintainability in general terms. Valakevicius et al. (2013) presented a Markov Chain model of a cogeneration power plant substation. They used an iterative procedure, with different sets of randomly generated failure and repair rates, to find steady state solution of the Markov model developed. Adhikary et al. (2014) presented a multi criterion failure mode effect and criticality analysis for coal-fired thermal power plants using uncertain data. Failures which have the highest and the lowest criticality failure mode effects are determined. Jolly and Singh (2014) presented an approach to deal with low availability of repairable machines or systems because of their poor reliability and maintainability. It discusses the significance of availability and shows that by increasing the MTBF, the reliability level can be improved, and quick maintenance activities can help to restore the prospect of

maintainability. Mangara and Finkelstein (2014) discussed some issues related to steam power plant system reliability.

Ahmed et al. (2014) presented a risk-based stochastic modeling approach using a Markov decision model to assess availability of units in a natural gas absorption process. A risk matrix and methodology is proposed to determine the critical equipment with direct impact on the availability, reliability and safety of the process. A functional block diagram and a Markov model is utilized to establish state diagrams and create steady-state equations to calculate the availability of the process. Sabouhi et al. (2016) presented a model and procedures for reliability and availability analysis of a combined cycle power plant in Iran. They identified and analyzed system reliability with respect to the most critical components which have influence on system reliability. Kumar, et al. (2017) presented a method for availability analysis of an engineering system incorporating waiting time to repair. Various reliability measures, such as availability, reliability, mean time to failure, and profit function are evaluated. With numerical calculations, it is shown that availability and reliability measures decrease with respect to time when failure rates are fixed at different values.

Since CCPPs are widely installed in Kuwait due to their high efficiency, it is important that the reliability of this kind of power plants to be assessed under Kuwait extreme working conditions. One of the effective statistical tools that can be used to model the reliability and assess the availability of such systems is the Markov chain model. Markov chain model can be utilized to assess the probability of all the possible states over the long run in which the availability can be calculated. In this paper, the Markov chain model is used to assess the CCPP located in a power station in Kuwait. This power station contains a CCPP consisting of three identical units where each unit consists of two gas turbines linked to a single steam turbine. The capacity of each gas turbine is 230 MW while the maximum capacity of the steam turbine is 230 MW. A Markov model is developed for the CC unit and detailed analysis is carried out for the system based on failure and repair data obtained for the past four years.

2. MODELING COMBINED CYCLE POWER PLANT (CCPP)

In this section, we present a Markovian model for the CCPP unit. We introduce a set of notations, possible states for the CCP system and the transition flow diagram, which shows the transitions between system states as well the transition rates. The transition flow diagram is utilized to construct a set of differential equations, which describe complete system behavior over time. The set of differential equations are then converted into steady state difference equations by letting $t \rightarrow \infty$. These equations are then solved to obtain closed form solution equations for each state.

Notations and Abbreviations:

GT : Gas turbine.

ST : Steam turbine.

P_{21} : Probability that two GTs and ST are working.

P_{2F} : Probability that two GTs are working while ST is failed.

P_{1H} : Probability that only one GT is working, and ST is working with half efficiency.

P_{1F} : Probability that only one GT is working while ST is failed.

P_{0D} : Probability that two GTs are failed, and ST is down.

P_{0F} : Probability that two GTs and ST are failed.

λ_g : Failure rate of GT.

λ_s : Failure rate of ST.

μ_g : Repair rate of GT.

μ_s : Repair rate of ST.

The CC unit addressed in this paper has six possible states as following:

1. Two gas turbines and the steam turbine are up.
2. Two gas turbines are up while the steam turbine is failed.
3. Only one gas turbine is up, and the steam turbine is working with half capacity.
4. Only one gas turbine is up, and the steam turbine is failed.
5. Both gas turbines are failed, and the steam turbine is available but down.
6. Both gas turbines and the steam turbine are failed.

In order to analyze the system, a transition flow diagram, which is shown in Figure 1, is constructed. Based on the transition flow diagram presented in the figure, a set of differential equations, which describe complete system behavior over time is obtained and is given by equations (1) through (7).

$$\frac{dP_{21}(t)}{dt} = \mu_s P_{2F}(t) + \mu_g P_{1H}(t) - (2\lambda_g + \lambda_s) P_{21}(t) \quad (1)$$

$$\frac{dP_{2F}(t)}{dt} = \lambda_s P_{21}(t) + \mu_g P_{1F}(t) - (2\lambda_g + \mu_s) P_{2F}(t) \quad (2)$$

$$\frac{dP_{1H}(t)}{dt} = 2\lambda_g P_{21}(t) + \mu_s P_{1F}(t) + \mu_g P_{0D}(t) - (\lambda_g + \lambda_s/2 + \mu_g) P_{1H}(t) \quad (3)$$

$$\frac{dP_{1F}(t)}{dt} = 2\lambda_g P_{2F}(t) + \lambda_s P_{1H}(t)/2 + \mu_g P_{0F}(t) - (\lambda_g + \mu_g + \mu_s) P_{1F}(t) \quad (4)$$

$$\frac{dP_{0D}(t)}{dt} = \lambda_g P_{1H}(t) + \mu_s P_{0F}(t) - \mu_g P_{0D}(t) \quad (5)$$

$$\frac{dP_{0F}(t)}{dt} = \lambda_g P_{1F}(t) - (\mu_g + \mu_s) P_{0F}(t) \quad (6)$$

where

$$P_{21}(t) + P_{2F}(t) + P_{1H}(t) + P_{1F}(t) + P_{0D}(t) + P_{0F}(t) = 1 \quad (7)$$

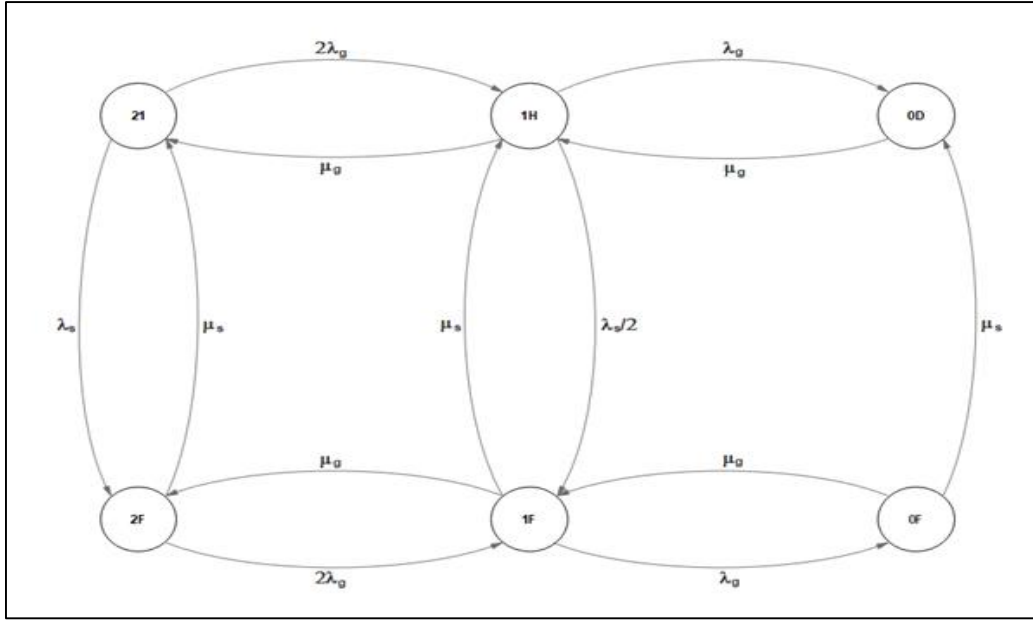


Figure 1. Transition flow diagram for the CCPP unit

To obtain the steady state equations, let $t \rightarrow \infty$ in Equations (1) through (6). The following linear system of difference equations is obtained:

$$\mu_s P_{2F} + \mu_g P_{1H} - (2\lambda_g + \lambda_s) P_{21} = 0 \quad (8)$$

$$\lambda_s P_{21} + \mu_g P_{1F} - (2\lambda_g + \mu_s) P_{2F} = 0 \quad (9)$$

$$2\lambda_g P_{21} + \mu_s P_{1F} + \mu_g P_{0D} - (\lambda_g + \lambda_s/2 + \mu_g) P_{1H} = 0 \quad (10)$$

$$2\lambda_g P_{2F} + \lambda_s P_{1H}/2 + \mu_g P_{0F} - (\lambda_g + \mu_g + \mu_s) P_{1F} = 0 \quad (11)$$

$$\lambda_g P_{1H} + \mu_s P_{0F} - \mu_g P_{0D} = 0 \quad (12)$$

$$\lambda_g P_{1F} - (\mu_g + \mu_s) P_{0F} = 0 \quad (13)$$

Where,

$$P_{21} + P_{2F} + P_{1H} + P_{1F} + P_{0D} + P_{0F} = 1 \quad (14)$$

In the steady state, we have a system of six equations in six unknown state probabilities. This type of system of equations has a matrix which is singular with no solution. Therefore, one of the state equations is removed and replaced by another equation, which gives a normalizing condition that forces the sum of probabilities to be 1 as shown by Equations (7) and (14) above. By replacing Equation (10) with (14), defining the following constants, and performing some elimination and simplification operations, we obtain a closed form solution for the set of state equations, which can be used to obtain state probabilities for given failure and repair rate parameters.

$$C_1 = \mu_g + \mu_s \quad (15)$$

$$C_2 = \lambda_g + \mu_g + \mu_s \quad (16)$$

$$C_3 = 2\lambda_g + \mu_s \quad (17)$$

$$C_4 = 2\lambda_g + \lambda_s \quad (18)$$

$$C_5 = C_3C_4 - \lambda_s\mu_s \quad (19)$$

$$C_6 = \lambda_g\mu_g - C_1C_2 \quad (20)$$

$$C_7 = 2\lambda_g\mu_gC_1C_4 + C_5C_6 \quad (21)$$

$$C_8 = 4\lambda_g\mu_g + C_5 \quad (22)$$

P_{1F} can be used to determine other unknown probabilities as follows:

$$P_{0F} = \frac{\lambda_g}{C_1} P_{1F} \quad (23)$$

$$P_{1H} = \frac{-2C_7}{\lambda_s C_1 C_8} P_{1F} \quad (24)$$

$$P_{2F} = \frac{\mu_g C_1 C_4 C_8 - 2\mu_g C_7}{C_1 C_5 C_8} P_{1F} \quad (25)$$

$$P_{21} = \frac{\mu_g [\lambda_s \mu_s C_1 C_4 C_8 - 2C_7 (\lambda_s \mu_s + C_5)]}{\lambda_s C_1 C_4 C_5 C_8} P_{1F} \quad (26)$$

$$P_{0D} = \frac{\lambda_g (\lambda_s \mu_s C_8 - 2C_7)}{\lambda_s \mu_g C_1 C_8} P_{1F} \quad (27)$$

Substituting Equations (23) through (27) into Equation (14) yields

$$P_{1F} = \frac{\lambda_s \mu_g C_1 C_4 C_5 C_8}{Q} \quad (28)$$

where

$$Q = \mu_g^2 [\lambda_s (C_4 + \mu_s) (C_1 C_4 C_8 - 2C_7) - 2C_5 C_7] \\ + C_4 C_5 [\lambda_s C_8 (\mu_g (C_1 + \lambda_g) + \lambda_g \mu_s) - 2C_7 (\mu_g + \lambda_g)].$$

Substituting Equation (28) into Equations (23) through (27), the other probabilities follow.

Table 1 shows the closed form solution set for the CCP model. In Table 1, the constants C_1 through C_8 were defined in Equations (15) to (22) and the constant Q was defined in Equation (28).

Table 1. Closed form solution set for the CCPP model

State	Probability
21	$\frac{\mu_g^2 [\lambda_s \mu_s C_1 C_4 C_8 - 2C_7 (\lambda_s \mu_s + C_5)]}{Q}$
2F	$\frac{\lambda_s \mu_g^2 C_4 (C_1 C_4 C_8 - 2C_7)}{Q}$
1H	$\frac{-2 \mu_g C_4 C_5 C_7}{Q}$
1F	$\frac{\lambda_s \mu_g C_1 C_4 C_5 C_8}{Q}$
0D	$\frac{\lambda_g C_4 C_5 (\lambda_s \mu_s C_8 - 2C_7)}{Q}$
0F	$\frac{\lambda_g \lambda_s \mu_g C_4 C_5 C_8}{Q}$

3. ANALYSIS OF THE CCPP MODEL WITH GIVEN PARAMETERS

The combined cycle power plant in Kuwait was analyzed by collecting related failure and repair data and utilizing the stochastic models developed in the previous section. In this section we analyzed the power plant and performed some sensitivity analysis to construct a probability distribution for the availability of the plant rather than just to rely on a single solution, which is stochastic in nature. First, data on the operational history of the CCPP unit was collected from the plant availability reports of the years 2015 through 2018. Table 2 shows the obtained statistics in a summarized form without complete data.

Table 2. Statistics on failure and repair rates for the CCPP in Kuwait

Statistics	Gas Turbine		Steam Turbine	
	Failure Rate	Repair Rate	Failure Rate	Repair Rate
	(Failures/Hour)	(Repairs/Hour)	(Failures/Hour)	(Repairs/Hour)
Mean	0.000537113	0.098677719	0.000323218	0.151176341

The steady-state solution under the mean values of the system parameters is presented in table 4. Based on this solution set, the average availability can be calculated using Equation (29) as presented in the last row of Table 3. Equation (29) accounts for the available capacity in each system productive state.

$$Availability = P_{21} + \frac{2}{3}P_{2F} + \frac{1}{2}P_{1H} + \frac{1}{3}P_{1F} \quad (29)$$

Table 3. Steady state solutions of state probabilities

System State	State Probability
21	0.987067199
2F	0.002105845
1H	0.010752356
1F	1.59879E-05
0D	5.85788E-05
0F	3.43693E-08

By using Equation (29), system availability of 0.993852602 is obtained. In order to perform sensitivity analysis of this availability solution result to the input parameters, a set of 1000 randomly generated system parameters were used to calculate the steady-state probabilities and the availability of the CCPP. The random variates were generated using uniform distributions with probability density function defined in Equation (30) below for each failure and repair parameters considered. The distributions of the system parameters are presented in Table 4.

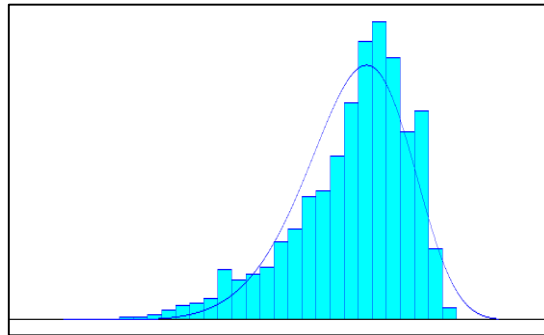
$$f(x, a, b) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (30)$$

Table 4. Uniform distributions of the CCPP system parameters (rates/hour)

	Failure Rate Distribution	Repair Rate Distribution
Gas Turbine	$U(0.000268557, 0.000805670)$	$U(0.049338859, 0.148016578)$
Steam Turbine	$U(0.000161609, 0.000484828)$	$U(0.075588170, 0.226764511)$

MATLAB was used to generate the set of 1000 uniform random variates for the system parameters using the parameter ranges for uniform distributions defined in Table 4. ARENA Input Analyzer (Kelton, et al. 2010) was used to fit distributions for the obtained CCPP availabilities. It appeared that Weibull distribution with a probability density function defined in Equation (31) is the best fit representing CCPP availability function. Figure 2 and Table 5 present the fitted distributions.

$$f(x, a, b) = \begin{cases} \frac{a}{b} \left(\frac{x}{b}\right)^{a-1} e^{-(x/b)^a}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (31)$$

**Figure 2. Distribution of CCPP Availability**

It is of vital importance to examine how the system availability responds to the variation of the system parameters. Figures 3 through 6 demonstrate the relation between the availability of the CCPP unit versus the gas turbine failure and repair rates, and the steam turbine failure and repair rates, respectively.

Table 5. Fitted distributions for CCPP availabilities using uniformly distributed model parameters Distribution:

	Weibull
Expression:	0.98 + WEIB (0.0143, 6.36)
Square Error:	0.004354
Chi Square Test:	
Number of intervals	18
Degrees of freedom	15
Test Statistic	130
Corresponding p-value	< 0.005
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	0.0698
Corresponding p-value	< 0.01
Data Summary	
Number of Data Points	1000
Min Data Value	0.983
Max Data Value	0.998
Sample Mean	0.993
Sample Standard Dev	0.00268
Histogram Summary	
Histogram Range	0.98 to 1
Number of Intervals	31

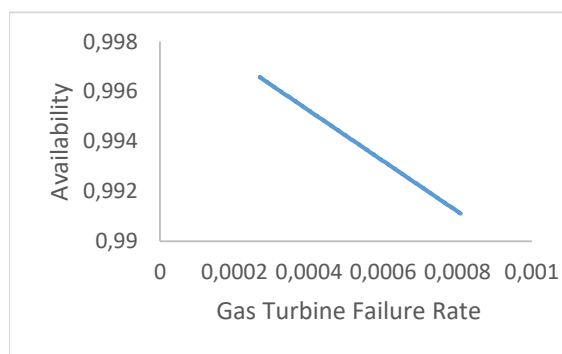


Figure 3. CCPP availability versus gas turbine failure rate

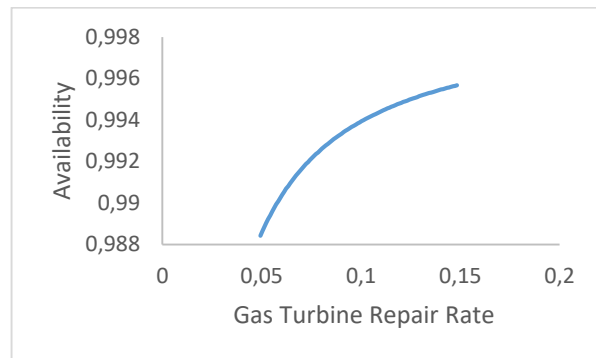


Figure 4. CCPP availability versus gas turbine repair rate

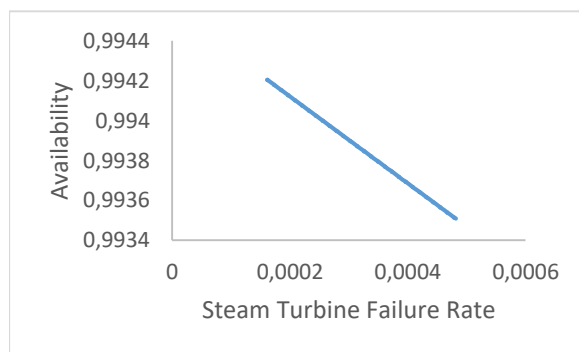


Figure 5: CCPP availability versus steam turbine failure rate

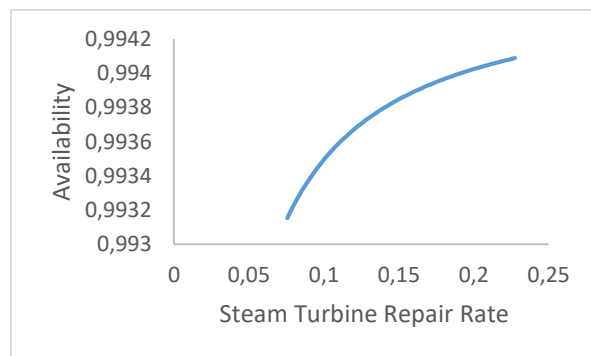


Figure 6: CCPP availability versus steam turbine repair rate

4. CONCLUSIONS

One of the most important factors affecting power plant availability and consequently the power output is the reliability of its turbine units. Reliability also affects and governs the need for maintenance. Therefore, reliability analysis of a power plant is of significant importance. In this paper, we have presented a detailed analysis of the reliability of a combined cycle power plant based on Markovian analysis. We have used the model to construct a probability distribution function, which turned out to be a Weibull distribution, for the availability of the power plant unit in the state of Kuwait, for which data was collected over a specified period. The distribution is a more informative form to show the availability rather than a single value. Furthermore, we have performed a detailed analysis related to the effects of failures and repairs on plant availability. It appeared that plant availability decreases linearly with increasing turbine failure rates, and that availability increases at a decreasing rate with increasing turbine repair rates. Therefore, it is more important to control and reduce the failure rates than to increase the repair rates. The model developed here can be extended by other researchers to analyze different types of power plant systems and the results presented in this paper can guide operation managers and maintenance engineers in managing similar power plant units.

REFERENCES

- Ahmed, Q., Khan, F. I., Raza, S.A. (2014) "A risk-based availability estimation using Markov Method", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 31(2): 106-128.
- Alardhi, M., Hannam, R.G., and Labib, A.W. (2007). "Preventive maintenance scheduling for multi-cogeneration plants with production constraints", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 13(3): 276-292.
- Adhikary, D. D., Bose, G. K., Bose, D., and Mitra, S. (2014) "Multi criteria FMECA for coal-fired thermal power plants using COPRAS-G", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 31(5): 601-614.
- Eti, M.C., Ogaji, S., and Probert, S. (2004), "Reliability of the Afam electric power generating station, Nigeria", *Applied Energy*, 77(3): 309-315.
- Eti, M., Ogaji, S., and Probert, S. (2007). "Integrating reliability, availability, maintainability and supportability with risk analysis for improved operation of the Afam thermal power-station", *Applied Energy*, 84(2): 202-221.
- Ganor, M. and Zahavi, J. (1989). "Unit Reliability Measures for Power Plants Facing Partial Outages and Variable Demand", *IEEE Power Engineering Review*, Sept. 1989.
- Gupta, S., and Tewari, P. C., (2011a). "Maintenance Performance Evaluation of Power Generation System of a Thermal Power Plant", *Iranian Journal of Science and Technology - Transactions of Mechanical Engineering*, 35(M1): 47-59.
- Gupta, S., and Tewari, P. C., (2011b). "Performance Modeling of Power Generation System of a Thermal Plant", *Iranian Journal of Science and Technology - Transactions A: Basics*, 24(3): 239-248.
- Jolly, S. S. and Singh, B. J. (2014) "An approach to enhance availability of repairable systems: a case study of SPMs", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 31(9), 1031-1051.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., and Swets, N. B. *Simulation with Arena*, 5th Edition, McGraw Hill, New York, 2010.
- Kumar, A., Pant, S., Singh, S. B. (2017) "Availability and cost analysis of an engineering system involving subsystems in series Configuration", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(6).

- Levitin, G., Zhang, T., and Xie, M. (2006). "State Probability of a Series-Parallel Repairable System with Two-Types of Failure States", *International Journal of Systems Science*, 37(14): 1011-1020.
- Majeed, A. and Sadiq, N. (2006) "Availability & Reliability Evaluation of Dokan Hydro Power Station", in *Transmission & Distribution Conference and Exposition: Latin America, Vol.1-6*; 15-18.
- Manco, T, and Testa A. (2007) "A Markovian Approach to Model Power Availability of a Wind Turbine", in *IEEE Lausanne Power Tech, Lausanne 2007*, 1256-1261.
- Mangara, B. T., and Finkelstein, M. (2014) "On the Improvement of Steam Power Plant System Reliability" 40th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. 5389-5393.
- Marseguerra, M. and Zio, E. (2000), "Optimizing maintenance and repair policies via a combination of genetic algorithms and Monte Carlo simulation", *Reliability Engineering & System Safety*, 68(1): 69-83.
- Modgil, V., Sharma, S. K., Singh, J. (2013) "Performance modeling and availability analysis of shoe upper manufacturing unit", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 30(8):816-831.
- Paska, J. (2004). "Reliability and Performance Indices of Power Generating Units in Poland", *8th Int. Conf. on Probabilistic Methods Applied to Power Systems, Iowa State Univ. Ames Iowa, September 12-16, 2004*.
- Perman, M., Senegacnik, A., Tuma, M. (1997) "Semi-Markov models with an application to power-plant reliability analysis", *IEEE Transactions on Reliability*, 46(4): 526-532.
- Proctor, C.L., El-Tamimi, A. and Savsar, M., "Reliability Modeling of a Gas Turbine Standby System", *Proceedings of the IASTED International Conference on Reliability and Quality Control, June 24-26, 1987, Paris, France*, 125-128.
- Sabouhi, H., Abbaspour, A., Fotuhi-Firuzabad, M., Dehghanian, P. (2016) "reliability Modeling and Availability Analysis of Combined Cycle Power Plants," *Electrical Power and Energy Systems*, 79: 108-119.
- Sharma, A. K., and Tewari, P. C. (2009). "Performance Evaluation and Economic Analysis of a Steam Thermal Power Plant", *South African Journal of Industrial Engineering*, 20(2): 133-146.
- Toola, A. (1988) "Reliability analysis of the control system of a conventional power plant", *Reliability Engineering & System Safety*, 21(2): 77-89.
- Valakevicius, E., Snipas, M., Radziukynas, V. (2013) "Markov Chain Reliability Model of Cogeneration Power Plant Substation," *Elektronika IR Elektrotechnika*, 19(5): 66-66.
- Wodka, B., Leed, C. (2013) "Power-Plant Reliability, Availability, Maintainability: Military protocol being adapted for power plants" *HPAC Engineering*, May 20, 2013.

Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri İle Bazı Makroekonomik Değişkenler Üzerine Uygulamalar

Dilek Nesrin KONAKLI

Öğr.Gör., Çukurova Üniversitesi Ceyhan M. Y. O, Adana/Türkiye, nakman@cu.edu.tr

Mehmet ÖZMEN

Prof.Dr., Çukurova Üniversitesi, İ. İ. B. F., Ekonometri Bölümü, Adana/Türkiye, mozmen@cu.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada zaman serileri için durağanlık testleri, yapısal kırılmanın dikkate alındığı ve alınmadığı durumlar için ele alınmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde, Türkiye'ye ait bazı makroekonomik değişkenler yapısal kırılmayı dikkate almayan (ADF, PP) birim kök testleriyle analiz edilmiştir. Ardından ikinci bölümde ise; aynı veri seti, yapısal kırılmayı dikkate alan birim kök testlerinden Zivot ve Andrews (1992) ve çoklu yapısal kırılma durumunda kullanılan Bai- Perron (1998, 2003) birim kök testleriyle analiz edilerek, serilerin durağanlıkları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zaman Serileri, Birim Kök, Yapısal Kırılmalar

JEL Kodları: B22, C22, C29

Structural Breaks Unit Root Tests with Applications on Some Macroeconomic Variables

ABSTRACT

In this study, stationarity tests for time series are discussed for cases where structural break is taken into account and not. In the first part of the study, some macroeconomic variables belonging to Turkey, it was analyzed by unit root tests that did not take into account structural breakage (ADF, PP). Then in the second part; same data set, Zivot and Andrews (1992), one of the unit root tests that take into account structural break and Bai- Perron (1998, 2003), which used in the case of multiple structural breaks, were analyzed by unit root tests, and the stationarities of the series were examined.

Keywords: Time Series, Unit Root, Structural Breaks.

JEL Codes: B22, C22, C29

1.GİRİŞ

Bir ekonomide, ekonomik politikalarındaki değişmeler, ekonominin yapısındaki değişmeler veya belirli bir endüstride meydana gelen önemli bir gelişmenin yarattığı değişmeler yapısal kırılmaların ortaya çıkmasına neden olabilirler. Bu yapısal değişlikleri dikkate almadan birim-kök testi yapmak yanlış sonuçlar doğurur ve testin gücünü azaltır. Ekonomilerde zaman içinde ortaya çıkabilen krizler, politika değişlikleri, savaş, barış gibi dış faktörler ekonomik göstergelere yönelik zaman serisi verilerinin yapısal özelliklerini değiştirebilmektedir. Son yıllarda yapılan ekonometrik çalışmalarda elde edilen sonuçlarla ilgili olarak, bahsi geçen yapısal özelliklerdeki değişimlerin, iktisadi zaman serilerinin, ortalamasında ya da trend fonksiyonunda veya her ikisinde bir değişikliğe neden olup olmadığının araştırılması gerekliliğini, güvenilirlik açısından zorunlu kılmaktadır.

Literatürde, zaman serilerinde yapısal kırılmayı inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Perron (1989) çalışmasında, zaman serisinde yapısal kırılmanın tek bir noktada olduğu ve bu kırılmanın bilindiğı (dışsal olarak belirlendiğı) varsayımını dikkate almıştır. Zivot ve Andrews (1992), Perron(1989)'un dışsallık varsayımını eleştirmişlerdir ve çalışmalarının çıkış noktası bu dışsallık varsayımı olmuştur. Zivot ve Andrews, Perron'un verilerini kullanarak kırılma noktasının içsel olarak tahmin edildiğı Zivot ve Andrews (1992), birim kök testini geliştirmişleridir. ZA geliştirdikleri birim kök testinde, kırılma tarihinin içsel olarak belirlenmesi, önceki gözlemlere dayandırılmamasından dolayı veri kaybını önlediğini ve bu nedenle (ZA) testinin, Perron testine göre daha üstün bir yöntem olduğunu öne sürmüşlerdir. Lumsdaine ve Papell (1997) yılında yayınladıkları makalelerinde kırılma zamanının içsel olarak belirlendiğı ve seride iki yapısal kırılmaya izin veren bir test yöntemi geliştirmişlerdir. (LP), veriyi yaratan sürecin modellenmesi noktasında tek kırılmanın her zaman yeterli olmadığı ve tek kırılmaya izin veren birim kök testlerinin kullanılmasının bilgi kaybına neden olabileceğini öne sürerek ZA yöntemini iki kırılma noktası olarak geliştirmişlerdir. Bai ve Perron (1998, 2003)'un yaptıkları çalışmada ise, en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilen doğrusal regresyon modelinde birden fazla yapısal değişmenin varlığını içsel olarak (kırılma zamanı bilinmeden) dikkate alarak, model tahminine olanak sağlayan yeni bir test yaklaşımı ortaya koymuşlardır.

Türkiye için yapısal kırılmayı izin veren birim kök testleri kullanılarak yapılan birçok çalışma yer almaktadır. Göktaş (2008)'in 1987:1- 2007:3 dönemlerini kapsayan çalışmasında, ele alınan dönemlerde meydana gelen krizlerin ve ele alınan önlemlerin yapısal değişikliğe neden olduğu görüşü ile, Bai- Perron tarafından geliştirilen çoklu yapısal kırılma testleri kullanılarak; 2003:2 döneminde, bütçe açıkları için bir kırılma olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yılancı (2009), 1923- 2007 yılları için, Türkiye'deki işsizlik oranlarını yapısal kırılmalı birim kök testleri altında dikkate alarak, işsizlik oranlarının ilgili dönem boyunca durağan olup olmadığı incelemiştir. Çelik (2016), 1975-2013 dönemi arasında, Türkiye'nin kamu kesim harcamalarını ve özel kesim harcamalarını yapısal kırılmayı dikkate alan ve almayan testler altında ele alarak önemli farklılıklar tespit etmiştir. Demir (2019), 1998:Q1- 2018:Q2 dönemi için Türkiye'deki cari açıkları yapısal kırılmalı birim kök testleri ile incelemiştir.

Bu çalışmada, yapısal kırılmayı dikkate almayan ve yapısal kırılmayı dikkate alan birim kök testleri kullanılarak, ele alınan seriler için durağanlığın sınanması amaçlanmıştır. Bu bağlamda, Türkiye'ye ait bazı makroekonomik zaman serileri ele alınmıştır. İncelenen veri setleri 1960-2017 dönemleri arası enflasyon ve gelire ait yıllık zaman serileridir. Bu seriler için uygulanacak birim kök testleri çalışmanın ikinci bölümünde anlatılacak, üçüncü bölümde veri seti tanıtılıp, uygulama sonuçlarına yer verilecek ve sonuç kısmının yer aldığı dördüncü bölüm ile sona erecektir.

2. EKONOMETRİK YÖNTEM

Çalışmanın bu kısmında, yapısal kırılma tarihinin bilindiğı varsayımı altında Zivot-Andrews (1992) birim kök testi ve çoklu yapısal kırılma testlerinden Bai- Perron (1998, 2003) anlatılacaktır.

2.1. Zivot- Andrews (1992) Birim Kök Testi

Zivot-Andrews (ZA) yöntemini uygulanması ADF birim kök testi prosedürüne dayanmaktadır. ZA testinde bilinmeyen bir zaman noktasında düzey ve trend fonksiyonunda yani eğimde, tek kırılmalı (TB) trend durağan alternatif hipotezine karşın, birim kök temel hipotezi test edilir. ZA testinde uygulamada tahmin edilen üç modelden ilki, Model A sabitte yani ortalamada kırılmayı, Model B eğimde kırılmayı göstermektedir. Model C ise yapısal bir değişimin hem sabit hem de eğimi değiştirdiğini ifade etmektedir.

Model A

$$\Delta y_t = \mu + \alpha y_{t-1} + \beta t + \theta_1 DU_t(\lambda) + \sum_{i=1}^k d_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2.1)$$

Model B

$$\Delta y_t = \mu + \alpha y_{t-1} + \beta t + \gamma_1 DT_t(\lambda) + \sum_{i=1}^k d_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

Model C

$$\Delta y_t = \mu + \alpha y_{t-1} + \beta t + \theta_1 DU_t(\lambda) + \gamma_1 DT_t(\lambda) + \sum_{i=1}^k \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2.3)$$

Yukarıdaki modellerde, t zamanı ($t = 1, \dots, T$) göstermektedir. TB kırılma noktası olup, $\lambda = \frac{TB}{T}$ ve modelde yer alan kukla değişkenler aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$DU_t(\lambda) = \begin{cases} 1, & \text{ise } t > TB \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

$$DT_t(\lambda) = \begin{cases} t - TB, & \text{ise } t > TB \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

Kırılma noktası TB'de temel hipotezin testi için, t - istatistiği minimum değere sahiptir. ZA testine göre birim kök varlığı, y_{t-1} 'in katsayısının istatistiksel açıdan anlamlılığı test edilir. Eğer t - istatistiği Zivot ve Andrews'in kritik değerinden mutlak değerce daha büyükse, ilgili değişkenin durağan olmadığı yani birim köklü olduğu temel hipotezi reddedilerek, serinin trend fonksiyonunda bir kırılmalı ile trend durağan olduğu sonucuna ulaşılır (Çil, 2018, s.307).

2.2. Bai- Perron (1998, 2003) Yapısal Kırılma Testi

Bai ve Perron (1998,2003) çalışmalarında, en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilen doğrusal regresyon modelinde birden fazla yapısal değişimin varlığını içsel olarak (kırılma zamanı bilinmeden) dikkate alarak, model tahminine olanak sağlayan yeni bir test yaklaşımı geliştirmiştir.

BP birim kök testinde, bilinmeyen tarihlerdeki m sayıda ($m + 1$) rejimli kırılma için oluşturulan çoklu doğrusal regresyon modeli aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$y_t = x_t' \beta + z_t' \delta_1 + \varepsilon_{1t} \quad t = 1, \dots, T_1$$

$$y_t = x_t' \beta + z_t' \delta_2 + \varepsilon_{1t} \quad t = T_1 + 1, \dots, T_2$$

:

$$y_t = x_t' \beta + z_t' \delta_j + \varepsilon_{1t} \quad t = T_j + 1, \dots, T_j \quad j = 1, \dots, m \quad (2.4)$$

Yukarıdaki modelde yer alan x_t' ve z_t' $p \times 1$ ile $q \times 1$ bağımsız değişkenler vektörüdür. $\beta - \delta_j$ ise katsayılar vektörüdür ve ε_t saf hata terimidir.

BP (1998-2003) birim kök testinde model tahmini en küçük kareler yöntemine dayanmaktadır. T_j ile ifade edilen her m parça ($T_1, T_2, \dots, T_m$) için β ve δ_j en küçük kareler tahminleri kalıntı kareler toplamının minimizasyonundan

$$\sum_{t=1}^{m+1} \sum_{t=T-1}^{T_j} [y_t - x_t' \beta - z_t' \delta_j]^2 \text{ elde edilir,} \quad (2.5)$$

tahmin sonuçları $\hat{\beta}\{T_j\}$ ile $\hat{\delta}\{T_j\}$ şeklinde ifade edilir. Kalıntı kareler toplamı $S_T (T_1, T_2, \dots, T_m)$ ile gösterildiğinde tahmini kırılma noktaları belirlenecektir.

$$(\hat{T}_1, \hat{T}_2, \dots, \hat{T}_m) = \min_{\hat{T}_1, \hat{T}_2, \dots, \hat{T}_m} S_T (T_1, T_2, \dots, T_m) \quad (2.6)$$

Burada bütün bileşenler minimize edilir, böylece amaç fonksiyonunu en küçülten kırılma noktalarının tahmincileri elde edilmiş olacaktır. Sonuç olarak tahmin edilen m parça $\hat{T}_j$ ile ilgili parametre tahminidir (Çil, 2018, s.316).

Bai ve Perron kırılma sayısının belirlenmesine yönelik üç test istatistiği önermiştir. Bu test istatistiklerinden $\text{Sup}F_t(k)$ test istatistiğinde kırılmanın olmadığı temel hipoteze karşılık olarak, k sayıda kırılmanın olduğu alternatif hipoteze karşı test edilmektedir. UD_{max} ile WD_{max} test istatistiklerinde ise temel hipotez aynı kalmakla birlikte, bilinmeyen sayıda kırılmanın olduğu alternatif hipoteze karşı test edilmekte iken, son olarak ardışık $\text{Sup}F_t(l+1/l)$ test istatistiğinde l sayıda kırılmanın olduğu temel hipoteze karşılık, l+1 sayıda kırılmanın olduğu alternatif hipoteze karşı test edilmektedir.

3. VERİ SETİ VE BULGULAR

Yapılan çalışmanın uygulama kısmında, Türkiye'ye ait bazı makroekonomik zaman serileri ele alınmıştır ve bu serilerin yapısal değişiklik altında durağanlığının sınanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, serilerin birim kök süreci içerip içermedikleri ve serilerin trend fonksiyonunda meydana gelen yapısal kırılmaların birim kök süreci üzerinde etkileri incelenmiştir. Bu bağlamda, incelenen seriler yıllık frekansa; GSMH, Enflasyon serileri 1960-2017 dönemleri içerisinde analiz edilmiştir. İncelenen veriler sabit fiyatlarla dikkate alınmıştır. Çalışmanın uygulama çerçevesinde incelen seriler öncelikle yapısal kırılmayı dikkate almayan ADF, PP birim kök testleriyle analiz edilmiştir. Aynı veri seti sonrasında yapısal kırılmalı birim kök testlerinden olan Zivot ve Andrews (1992), tarafından geliştirilen test yöntemi ile ve ardından serinin trend fonksiyonunda birden fazla yapısal kırılmanın test edilmesi aşamasında ise, çoklu yapısal kırılma testlerinden Bai- Perron (1998, 2003) testi uygulanmıştır.

3.1. Yapısal Kırılmasız Birim Kök Testi Sonuçları

Seriler ele alınan dönem içerisinde öncelikle standart birim kök testleri ile analiz edildi. Bu bağlamda birim kök varlığının sınanmasında uygulamalarda yaygın olarak kullanılan ADF, PP birim kök testlerinin uygulamasına yer verilmiştir:

Ele alınan makro ekonomik değişkenlere ait test sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 9. ADF, PP Birim Kök Test Sonuçları

DEĞİŞKEN	ADF		PP	
	Test*	Olasılık**	Test	Olasılık
GSMİH	-0.24118(0)	0.9265	-0.23993(2)	0.9267
ENFLASYON	-1.84461(0)	0.3556	-1.79159(4)	0.3810

*Parantez içindeki değerler gecikme uzunluğunu göstermektedir. Gecikme uzunluğu seçiminde ADF için SIC bilgi kriteri kullanılmıştır. 0.05'in üzerindeki değerler birim kökün varlığını ifade eden boş hipotezin reddedilemeyeceğini gösterir. ** PP testinde Newey- West bilgi kriteri kullanılmıştır.

ADF ve PP testlerinde sıfır hipotezi serilerin birim kök içerdiklerini yani, durağan olmadıklarını ve alternatif hipotez ise serilerde durağanlığı (birim kök içermediklerini) ifade etmektedir.

Tablo 1'de yer alan sonuçlar %5 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir ve buna göre elde edilen sonuçlar, tüm serilerin seviyede durağan olmadığını yani birim kök içerdiklerini göstermektedir.

Tablo 10. Birinci Farkı Alınmış Seriler İçin Birim Kök Test Sonuçları

DEĞİŞKEN	ADF		PP	
	Test*	Olasılık**	Test	Olasılık
D(GSMİH)	-7.33838(0)	0.0000	-7.33871(2)	0.0000
D(ENFLASYON)	-8.12008(0)	0.0000	-8.39952(9)	0.0000

*Parantez içindeki değerler gecikme uzunluğunu göstermektedir. Gecikme uzunluğu seçiminde ADF için SIC bilgi kriteri kullanılmıştır. 0.05'in üzerindeki değerler birim kökün varlığını ifade eden boş hipotezin reddedilemeyeceğini gösterir. ** PP testinde Newey- West bilgi kriteri kullanılmıştır.

Serilerin birden fazla birim kök içerip içermediklerinin belirlenmesi amacıyla, veri setindeki değişkenlerin birinci farkları alındıktan sonra birim kök testleri tekrar uygulanmıştır. ADF ve PP birim kök testi sonuçlarına göre genel olarak tüm seriler birinci farkları alındıktan sonra, durağan hale gelmiştir.

Yapısal kırılmanın olması serilerin durağan-dışılık hipotezini red edememesine (veya tersi şeklinde kurulmuş hipotezlerde red edilmesine) neden olmaktadır. Uygulamada kullanılan seriler genel olarak, dönem itibariyle Türkiye'deki 1994, 2001, 2008 gibi önemli ekonomik ve finansal krizlerin yaşandığı dönemleri kapsamaktadır. Bu bağlamda bu etkiler serilerde yapısal kırılmaya sebep olabilmektedir. Bu nedenle yapısal kırılmasız birim kök testleri yanında, yapısal kırılmalı birim kök testlerinde uygulanması önemlidir. İzleyen başlıklar altında verilen sonuçlarla bu yapısal kırılmanın etkileri incelenmesi amaçlanmıştır.

Tablo 3. Zivot- Andrews Birim Kök Testi Sonuçları

DEĞİŞKEN	Model	Kırılma Noktası TB	Minimum t-istatistiği
GSMİH	A	1994	-3.147523(0)
	C	1999	-3.636044(0)
ENFLASYON	A	2002	-4.023071(0)
	C	1999	-4.214165(0)

Not: Parantez içindeki değerler gecikme uzunluğunu göstermektedir. Model için kritik değerler:

Model A: -4,80 Model C: -5,08

ZA yapısal kırılmalı birim kök testinde, kırılma noktası TB'de temel hipotezin testi için, t- istatistiği minimum değere sahiptir. Eğer t- istatistiği Zivot ve Andrews'in kritik değerinden mutlak değerce daha büyükse, ilgili değişkenin durağan olmadığı yani, birim köklü olduğu temel hipotezi reddedilirken, serinin trend fonksiyonunda bir kırılmalı ile trend durağan olduğu sonucuna ulaşılır. Tablo 3'deki ZA testi sonuçları %5 kritik tablo değerleriyle karşılaştırıldığında, tüm değişkenler için her iki modelde de, yapısal kırılma olmadan birim kökün varlığını gösteren temel hipotez reddedilememektedir. Bu nedenle ZA birim kök testinde elde edilen sonuçların serilerdeki yapısal kırılmaların, yapısal kırılmayı dikkate

almayan ADF, PP birim kök testi sonuçlarını önemli ölçüde etkilemediği tüm serilerin ADF, PP testinde olduğu gibi birim köklü olduğu gözlenmektedir.

Yapılan çalışma çerçevesinde ele alınan dönemler, Türkiye ekonomisine etki gösteren iç dinamiklerin neden olduğu birçok kriz ve dünya ekonomisinde meydana gelen ve Türkiye’de de etki eden krizler olmasından dolayı, söz konusu dönemde birden çok yapısal kırılmanın ortaya çıkmış olabileceği görüşü ön plana çıkmaktadır.

Bu bağlamda, Türkiye’de farklı dönemler için ele alınan bazı makroekonomik değişkenlere ait seriler, LWZ ve Schwarz bilgi kriteri kullanılarak; bu serilerde meydana gelen yapısal kırılmalar içsel olarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Tablo sonuçları aşağıdadır.

Tablo 4. Bai- Perron Çoklu Yapısal Kırılma Test Sonuçları

DEĞİŞKEN	Kırılma Sayısı	Schwarz Kriteri Değeri	LWZ Kriteri Değeri	Kırılma Dönemleri
GSMİH	5	-3.336262	-2.820477	1968, 1976, 1986, 1996, 2006
ENFLASYON	3	5.447464	5.770484	1978, 1988, 2003

Tablo 4’deki BP yapısal kırılma testi sonuçlarında, farklı makroekonomik değişkenlere ait serilerde, söz konusu dönemler için LWZ ve Schwarz kriterleri çerçevesinde içsel olarak belirlenen farklı sayıda yapısal kırılmalar görülmektedir. Buna göre; GSMH (1968, 1976, 1986, 1996, 2006 dönemleri), enflasyon serisinde (1978, 1988, 2003) dönemleri için 3 yapısal kırılma yapısal kırılma meydana gelmiştir. Kırılma sayısı maksimum 5 kırılma olabilecek şekilde değerlendirilmiş ve elde edilen LWZ ve Schwarz kriterlerinin minimum olduğu nokta kırılma düzeyi olarak seçilmiştir.

4. SONUÇ

Ekonometrik analizlerde, ele alınan zaman serilerinde bir yapısal kırılma varsa ve kırılma dikkate alınmadan birim kök testi yapılırsa , seriler durağan çıkmama yönünde güçlü bir eğilime sahip olacaklardır. Bu bağlamda, zaman serilerindeki yapısal kırılmalar dikkate alındığında, durağan-dışı birçok serinin bir durağan eğilime sahip olduğu görülecektir. Bu nedenle, ekonometrik analizlerde birim kök testlerinden daha anlamlı sonuçlar elde edebilmek için, zaman serilerindeki yapısal kırılmaları dikkate alınması önem arz etmektedir.

Yapılan çalışma çerçevesinde genel olarak seriler yapısal kırılmasız ve yapısal kırılmalı birim kök testleriyle sınanarak sonuçlardaki farklılıklar ortaya konulmaya çalışıldı. Bu bağlamda, ZA birim kök testinde elde edilen sonuçların, serilerdeki yapısal kırılmayı dikkate almayan ADF, PP birim kök testi sonuçlarını önemli ölçüde etkilemediği tüm serilerin ADF, PP testinde olduğu gibi birim köklü olduğu gözlenmiştir, söz konusu dönemde birden çok yapısal kırılmanın ortaya çıkmış olabileceği görüşü dikkate alınarak yapılan Bai- Perron çoklu yapısal kırılma testi neticesinde, GSMH serisinde 5 ve enflasyon serisinde ise 3 yapısal kırılma meydana gelmiştir.

KAYNAKLAR

- Bai, J., & Perron, P. (1998). Estimating and testing linear models with multiple structural changes. *Econometrica*, ss. 47-78. DOI:10.1080/00036840600843996
- Bai, J., & Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models. *Journal of applied econometrics*, 18(1), 1-22. DOI: 10.1002/jae.659
- Göktaş, Ö. (2008). Türkiye Ekonomisinde Bütçe Açığının Sürdürülebilirliğinin Analizi. *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, (8), ss. 45-64. DOI: <https://doi.org/10.30803/adusobed.287983>.
- Çelik, N. (2016). Yapısal Kırılmalar Altında Kamu-Özel Kesim Yatırım Harcamaları İlişkisi. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(3), 653-669. DOI: <https://doi.org/10.18657/yonveek.281803>.
- Çil, N (2018), ‘‘ Finansal Ekonometri’’ , Der Yayın, No: 450.
- Demir, M. A. (2019). ‘‘Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri Çerçevesinde Türkiye İçin Cari Açık Sürdürülebilirliği’’. *Third Sector Social Economic Review*, 54(1), 261-273. DOI: 10. 156559/3. sektör-sosyal-ekonomi.19.03.1069
- Lumsdaine, R. L., & Papell, D. H. (1997). ‘‘Multiple trend breaks and the unit-root hypothesis’’. *Review of economics and Statistics*, 79(2), 212-218. DOI:[pdf/10.1162/00346539755679](https://doi.org/10.1162/00346539755679)
- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1361-1401. DOI: [org/0012-9682\(198911\)57:6<1361:TGCTOP>2.0.CO;2-W](https://doi.org/10.2307/1989111)
- Yılcı, V. (2009). ‘‘Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye İçin İşsizlik Histerisinin Sınanması’’, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 10(2), ss. 324- 335.
- Zivot, E., & Andrews, D. W. K. (2002). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of business & economic statistics*, 20(1), 25-44. DOI:[org/10.18037/ausbd.389166](https://doi.org/10.18037/ausbd.389166) .

Evaluation of the Score Test Results with the Prediction of Conversion to Alzheimer's Disease

Gonca BUYRUKOGLU

Çankırı Karatekin University, Department of Statistics, Çankırı, Turkey, goncamert_ist@hotmail.com

Pete PHILIPSON

Northumbria University, Department of Mathematics, Physics and Electrical Engineering, Newcastle Upon Tyne, United Kingdom, petephilipson@northumbria.ac.uk

ABSTRACT

Methods for simultaneous analysis of repeated measurements and survival outcome data is a rapidly grown research area over the last two decades. Nevertheless, fitting a joint model can be computationally heavy especially when complex longitudinal biomarkers present in the dataset. Assigning the significant longitudinal biomarkers for event times is important to be able to find out the optimum treatment. A score test is helpful to identify the statistically significant predictors before fitting the complicated joint model. An application of the Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI) study is included. The aim of this study is firstly to derive a score test for each biomarker to investigate the need for the association between the longitudinal biomarkers and Alzheimer's Disease (AD) conversion and then fit a joint model for the statistically significant biomarkers regarding the score test results. To sum up, 24 of 33 biomarkers have been found statistically significant predictors for AD conversion and they are associated with the event time outcomes via joint model.

Keywords: Score Test, Joint Modeling, ADNI Study, Longitudinal Data Analysis, Survival Data

JEL Codes: H510, H500, I100

1. INTRODUCTION

Simultaneous analysis of longitudinal and event times data has considerably caught the researchers' attention recently (for example, Hogan and Laird, 1997; Wulfsohn and Tsiatis, 1997; Henderson et al., 2000). These approaches are often useful when serial measurements of a biomarker are made on each individual in a trial; however, some measurements are missing due to death of a patient or withdrawal from the study for any reason. In this sense, joint longitudinal and survival methods is an appropriate method to investigate the development of repeated measurements over time and the relationship between measurement index and survival. However, this method is generally computationally heavy and time consuming especially when complex data structure presents. Therefore, it is always useful to explore the need for the association between repeated measurements and survival times before fitting the complex joint model structure.

A score test is a convenient shortcut to investigate whether one needs a more complicated model by fitting already available routine models. The score test for the association between longitudinal measurements and survival time was developed by Henderson et al. (2002). The authors conducted several simulation studies to check the adequacy of the asymptotic approximations to the null distribution of the proposed test. In this work, the underlying association between longitudinal measurements and survival times was characterised by individual-level deviation of the longitudinal profile from the population mean - through a random intercept and stationary Gaussian process - and the authors derived several pseudo- R^2 statistics to quantify the accuracy of a biomarker for a clinical endpoint; an idea not pursued further here.

In the context of score tests, extensions to the survival sub-model were developed in a series of papers by Ko. Score tests based on joint modelling of repeated measurements and competing risk failure time data (Ko, 2014a) and (Ko, 2014b), survival time allowing individual frailty (Ko, 2010), accelerated failure time (Ko, 2014c), multivariate survival time (Ko, 2017), and the accelerated failure time in multivariate survival data (Ko, 2016) were all derived. In each, simulation studies were carried out in order to examine the empirical type-I error rates of the score test, that is, the power under H_0 . Furthermore, Ko used the Martingale variance estimator for calculation of the score statistics.

In the context of latent class joint models, Jacqmin-Gadda et al. (2010) also derived a score test for the null hypothesis of independence between the marker and the outcome given the latent classes, and performed a simulation study to compare the behaviour of the score test to other previously proposed tests including situations where the alternative hypothesis or the baseline risk function are misspecified. It was shown that the score test had theoretical validity and was simple to compute, as computations were performed under the null hypothesis, which typically involves fitting routine models with readily available software. The authors concluded that the score test is a more powerful test than the three proposed tests when the association parameter is close to zero or a specific value.

In this paper, the score test derived for association between longitudinal measurements and survival times by Henderson et al. (2002) is given and it is implemented with ADNI study for each biomarker. The score test only requires fitting of common models. Bootstrap variance estimators is applied to provide some indication of the power to detect the association parameter. Bootstrap variance estimator is a computationally intensive empirical approach comparing to Martingale variance estimator which is more common. After that, joint modelling of longitudinal and survival data is applied for each biomarker which is decided that the association parameter is needed in consideration of score test. So that 24 joint models are fitted the association parameter for each biomarker is presented in the results section.

The rest of the paper is organized as follows: Section 2 describes the patient population and study design, while in Section 3, a description of the score test for association is provided. The subsequent section then explains the statistical model and the next section presents the results. Section 6 provides some final remarks.

2. PATIENT POPULATION AND STUDY DESIGN

The Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI) study is a longitudinal multisite observational study of elderly individuals with normal cognition, mild cognitive impairment (MCI), or Alzheimer's disease (AD) (Mueller et al., 2005b, a). The study is designed to assess the performance of magnetic resonance imaging (MRI), (18F)-fludeoxyglucose positron emission tomography (FDG PET), urine, serum, and cerebrospinal fluid (CSF) biomarkers, as well as various clinical and neurocognitive measures in terms of investigation into the progression of AD in the three groups of elderly individuals (Jack et al., 2008).

The event is considered conversion to AD from MCI. This dataset includes:

- 388 patients with MCI at baseline having at least one follow-up visit
- 205 events recorded for the 388 patients (event rate of 52.8%)
- 33 longitudinal clinical and imaging measures.

More detailed information regarding the study's procedures and inclusion and exclusion criteria is available at <http://www.adni-info.org>. The data used in this thesis is publicly available after registering on the aforementioned website, and was downloaded from <http://ida.loni.ucla.edu> on October 24, 2017.

The criteria for MCI defined by Petersen et al. (1999) and used by Li et al.(2017) are the same as those adopted in this thesis: a memory complaint where objective memory loss is measured by education adjusted scores on the Wechsler Memory Scale Logical Memory II, a Folstein Mini Mental State Examination Score (MMSE) of 24-30, a Clinical Dementia Rating (CDR) equal to 0.5, absence of significant levels of impairment in functional, behavioural and neuroimaging domains, and essentially preserved activities of their routine. All subjects were given a consent form at the beginning of the study, and the study had ethical approval from the local institutional review board at all sites that participated in the study.

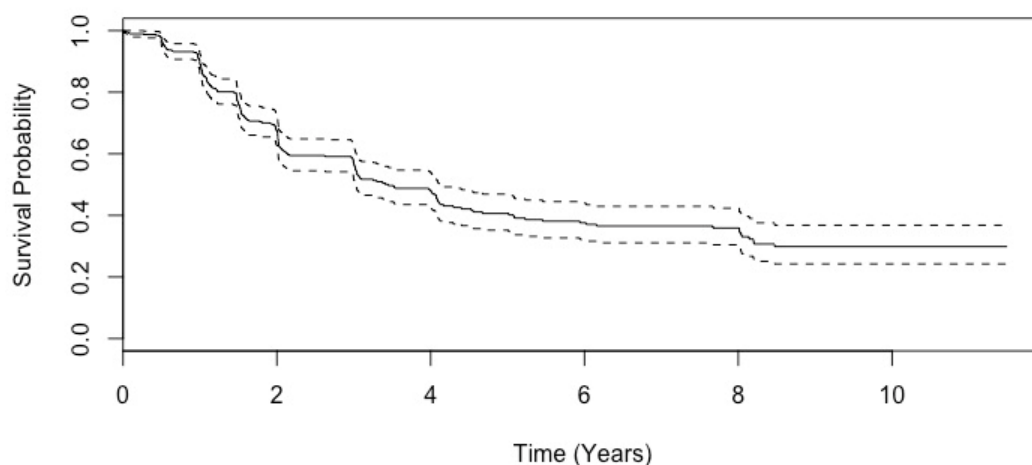


Figure 1. Survival probability of ADNI data with associated 95% CI bands

Figure 1 depicts the Kaplan-Meier survival curves of the ADNI-I study with the confidence intervals. As can be seen from the figure that the survival probability of patients has a fast

decrease for the first five years. However, there has not been much difference after that time in the survival probability of patients as the survival chance of patients is around 0.4.

3. SCORE TEST FOR ASSOCIATION

The score test for association derived by Henderson et al. (2002) is given in this section. The score test is based on the separate analysis of the two components (longitudinal measurements and event times) under the null hypothesis ($H_0: \gamma = 0$). A Gaussian linear model for the longitudinal responses, Y , and a semiparametric proportional hazards model at time t are assumed.

Let τ be the maximum follow-up time. The conditional likelihood of the event history data is:

$$L_\gamma = \left(\prod_t \prod_i \left(e^{x_{2i}(t)' \beta_2 + \gamma W_{1i}(t)} dA_0(t) \right)^{\Delta N_i(t)} \right) \exp \left(- \int_0^\tau \sum_{i=1}^n H_i(t) \left(e^{x_{2i}(t)' \beta_2 + \gamma W_{1i}(t)} dA_0(t) \right) \right)$$

where N_i is the counting process for the i^{th} individual, and A_0 is the cumulative baseline hazard.

$$A_0(u) = \int_0^u \frac{J(s)}{\sum_{i=1}^n H_i(s) e^{x_{2i}(s)' \beta_2}} dN(s),$$

where $N(s) = \sum N_i(s)$ and $J(s) = I[\sum H_i(s) > 0]$.

Let the unknown parameters be $(\theta, \gamma, \beta_2, A_0)$ where θ represents all the parameters involved in the linear mixed model. Furthermore, let:

$$U_\gamma(\tau) = \sum_{i=1}^n \left\{ \int_0^\tau W_{1i}(t) dN_i(t) - \int_0^\tau W_{1i}(t) H_i(t) \left(e^{x_{2i}(t)' \beta_2 + \gamma W_{1i}(t)} dA_0(t) \right) \right\}$$

and we note for future use that:

$$\frac{\partial L_\gamma}{\partial \gamma} = U_\gamma(\tau) L_\gamma$$

The derivative of the survival part of the full joint log likelihood function is expressed as follows:

$$\frac{\partial \ell_\gamma}{\partial \gamma} = \frac{\partial \log L_\gamma}{\partial \gamma} = \frac{U_\gamma(\tau) L_\gamma}{L_\gamma} = U_\gamma(\tau)$$

The resulting score statistic for $\gamma = 0$ is:

$$\begin{aligned} U(\tau) &= E_{W_1|Y}[U_0(\tau)] \\ &= E_{W_1|Y} \left[\sum_{i=1}^n \left\{ \int_0^\tau W_{1i}(t) dN_i(t) - \int_0^\tau W_{1i}(t) H_i(t) \left(e^{x_{2i}(t)' \beta_2 + \gamma W_{1i}(t)} dA_0(t) \right) \right\} \right] \end{aligned}$$

$$= \sum_{i=1}^n \int_0^\tau E_{W_1|Y}[W_{1i}(t)] dM_i(t)$$

where

$$M_i(t) = N_i(t) - \Delta_i(t) = N_i(t) - \int_0^t H_i(u) \left(e^{x_{2i}(u)' \beta_2} dA_0(u) \right)$$

is the usual counting process martingale for the i^{th} individual, and the expectation is with respect to the conditional distribution of the random effects given the longitudinal measurements. Now we consider $U(\tau)$ to be a particular value of a process $\{U(s): s > 0\}$, and consider W_1 to be predictable.

4. STATISTICAL MODEL

A linear mixed effect model (LMEM) for the repeated measurements and the Cox proportional hazard (PH) model for the survival are considered.

The longitudinal measurements are taken intermittently with error. In order to estimate the true and unobserved longitudinal outcomes, for each subject, the construction of a LMEM to describe the subject-specific trajectory function is required. A Gaussian linear model is assumed for the observed longitudinal measurements $Y_{ij} = \{Y_i(t_{ij}), j = 1, \dots, m_i\}$, where t_{ij} is the j^{th} time for the i^{th} individual. The LMEM is:

$$\begin{aligned} Y_{ij} &= x_{1i}(t_{ij})' \beta_1 + W_{1i}(t_{ij}) + \varepsilon_{ij} \\ \varepsilon_{ij} &\sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \end{aligned} \tag{1}$$

where $x_{1i}(t_{ij})'$ is a set of baseline covariates for the fixed-effects, β_1 is the vector of corresponding regression coefficients, W_{1i} is a latent process, and ε_{ij} is a sequence of mutually independent measurement errors.

The proportional hazard submodel is given below in order to understand the strength of the association between the longitudinal outcome and the risk for an event.

$$\begin{aligned} h_i(t|x_{2i}, W_{2i}) &= \lim_{dt \rightarrow 0} Pr\{t \leq T_i^* < t + dt | T_i^* \geq t, x_{2i}, W_{2i}\} / dt \\ &= h_0(t) \exp\{x_{2i}(t) \beta_2 + W_{2i}(t)\}, t > 0 \end{aligned} \tag{2}$$

$$W_{2i}(t) = \gamma W_{1i}(t)$$

where $h_0(\cdot)$ is the baseline hazard function, $x_{2i}(t)$ is a vector of a set of baseline covariates (such as sex, age and treatment indicator), β_2 is the vector of corresponding regression coefficients, and γ is the association parameter. Incorporation of $W_{2i}(t)$ into the linear predictor of the Cox PH model links the

two submodels in the joint modelling (Henderson *et al.*, 2000), however it is not considered in this paper.

5. Results

The results are presented in Table 1. The results obtained by the score test indicate that 24 longitudinal biomarkers (out of 33) are significant predictors of AD conversion. So that those biomarkers are associated with the time for AD conversion. Finally, a univariate joint model is fitted for each biomarker independently. Nevertheless, score test is not equally reliable for all biomarkers. There are some factors which may affect the performance of the score test, such as the event rate and sample size. As can be seen from the table, some biomarkers which are not statistically significant according to the score test results have small sample size and less event rate comparing to the others. This needs to be investigated in future.

Variable	Participants	Observations	Events (%)	$Score_{V1}$	(P_{V1})	γ
ADAS-Cog 13	388	2107	205(52.8%)	9.055	0*	0.92
ADAS-Cog 11	388	2126	205(52.8%)	7.959	0*	0.75
RAVLT.immediate	388	2119	205(52.8%)	-8.614	0*	-1.28
FAQ	388	2132	205(52.8%)	6.910	0*	0.92
MidTemp	365	1410	188(51.5%)	-6.804	0*	-0.70
RAVLT.learning	388	2119	205(52.8%)	-7.528	0*	-1.45
MMSE	388	2128	205(52.8%)	-6.411	0*	-0.68
Hippocampus	366	1420	189(51.6%)	-6.401	0*	-0.69
CDR-SB	388	2134	205(52.8%)	3.296	0.001*	0.73
FDG-PET	227	9892	107 (47.1%)	-5.596	0*	-0.78
Entorhinal	365	1410	188 (51.5%)	-6.329	0*	-0.71
Fusiform	365	1410	188(51.5%)	-4.998	0*	-0.56
EcogSPTotal	97	353	31 (32%)	3.212	0.001*	1.31
WholeBrain	387	1779	204 (52.7%)	-3.217	0.001*	-0.42
EcogSPMem	98	354	31(31.6%)	3.972	0.0001*	1.52
EcogSPLang	98	355	31(31.6%)	2.349	0.019*	0.89
EcogSPDivatt	97	327	31(32%)	3.419	0.001*	1.17
EcogSPOrgan	94	337	28(29.8%)	3.539	0.0004*	1.20
EcogSPPlan	97	347	31(32%)	2.879	0.004*	1.19
RAVLT.forgetting	388	2113	205(52.8%)	2.133	0.033*	0.31
EcogSPVispat	94	339	29(30.9%)	2.916	0.004*	1.05
Ventricles	386	1761	203(52.6%)	2.495	0.013*	0.23
AV45-PET	70	134	22(31.4%)	2.341	0.019*	0.52
EcogPtOrgan	95	353	29(30.2%)	1.137	0.255	
EcogPtMem	96	359	29(30.2%)	1.739	0.082	
EcogPtTotal	96	359	29(30.2%)	0.705	0.481	
EcogPtDivatt	96	357	29(30.2%)	0.182	0.856	
MOCA	94	344	30(31.99%)	-3.678	0.0002*	-0.98
PIB-PET	61	125	28(45.9%)	-0.630	0.529	
EcogPtLang	96	358	29(30.2%)	0.199	0.843	
EcogPtPlan	95	358	28(29.5%)	0.425	0.671	
EcogPtVispat	96	353	29(30.2%)	1.360	0.174	
ICV	387	1803	204(52.7%)	0.051	0.959	

Table 1: The score test results and P values in order to explore the need for the association between the biomarker and conversion to AD and prediction of risk of AD progression for the statistically significant association according to the score test results.

6. DISCUSSION

In this paper, a score test is derived to determine whether a longitudinal marker is associated with the surviving situation and then a univariate joint model was fitted for the biomarkers which is found statistically significant. By doing so, we improve the predictive ability of the model, and the identification of the optimal combination of repeated outcomes in the determination of the hazard of the event.

The ADNI dataset, which contains 33 longitudinal biomarkers, was analysed regarding clinical and biological information of MCI patients from three domains, where the time-to-event outcome is the time for the conversion of MCI to AD. A score test analysis was conducted, serving as a prognostic tool for the identification of the association between longitudinal and survival outcomes for joint models. Then, our analysis includes joint models for longitudinal biomarkers and event times for each marker.

The results show how a biomarker is useful for the prediction of the hazard for the conversion of MCI to AD. In general, consideration of association between longitudinal biomarker and event times may substantially improve the ability of prediction of the optimum treatment for the risk of conversion to AD in MCI patients.

REFERENCES

- Henderson, R., Diggle, P., and Dobson, A. (2000). Joint modelling of longitudinal measurements and event time data. *Biostatistics*, 1(4):465–480.
- Henderson, R., Diggle, P., and Dobson, A. (2002). Identification and efficacy of longitudinal markers for survival. *Biostatistics*, 3(1):33–50.
- Hogan, J. W., & Laird, N. M. (1997). Model-based approaches to analysing incomplete longitudinal and failure time data. *Statistics in medicine*, 16(3), 259–272.
- Jack, C. R., Bernstein, M. A., Fox, N. C., Thompson, P., Alexander, G., Harvey, D., Borowski, B., Britson, P. J., L Whitwell, J., Ward, C., et al. (2008). The alzheimer’s disease neuroimaging initiative (adni): Mri methods. *Journal of magnetic resonance imaging*, 27(4):685–691.
- Jacqmin-Gadda, H., Proust-Lima, C., Taylor, J. M., and Commenges, D. (2010). Score test for conditional independence between longitudinal outcome and time to event given the classes in the joint latent class model. *Biometrics*, 66(1):11–19.
- Ko, F.-S. (2010). Using frailty models to identify the longitudinal biomarkers in survival analysis. *Communications in Statistics—Theory and Methods*, 39(18):3222–3237.
- Ko, F.-S. (2014a). Identification of longitudinal biomarkers for survival by a score test derived from a joint model of longitudinal and competing risks data. *Journal of Applied Statistics*, 41(10):2270–2281.
- Ko, F.-S. (2014b). Identification of longitudinal biomarkers in survival analysis for competing risks data. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 43(16):3329–3342.
- Ko, F.-S. (2014c). The method to identify a biomarker and to evaluate its efficiency for survival by using the joint model of the accelerate failure time and longitudinal data. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 43(1):72– 89.

- Ko, F.-S. (2016). Identification of potential longitudinal biomarkers under the accelerated failure time model in multivariate survival data. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 45(3):655–669.
- Ko, F.-S. (2017). Application of trajectories from growth curve in identification of longitudinal biomarker for the multivariate survival data. *Journal of Applied Statistics*, 44(3):416–426.
- Li, K., Chan, W., Doody, R. S., Quinn, J., and Luo, S. (2017). Prediction of conversion to alzheimer’s disease with longitudinal measures and time-to-event data. *Journal of Alzheimer’s Disease*, (Preprint):1–11.
- Mueller, S. G., Weiner, M. W., Thal, L. J., Petersen, R. C., Jack, C., Jagust, W., Trojanowski, J. Q., Toga, A. W., and Beckett, L. (2005a). The alzheimer’s disease neuroimaging initiative. *Neuroimaging Clinics of North America*, 15(4):869–877.
- Mueller, S. G., Weiner, M. W., Thal, L. J., Petersen, R. C., Jack, C. R., Jagust, W., Trojanowski, J. Q., Toga, A. W., and Beckett, L. (2005b). Ways toward an early diagnosis in alzheimer’s disease: the alzheimer’s disease neuroimaging initiative (adni). *Alzheimer’s & Dementia*, 1(1):55–66.
- Petersen, R. C., Smith, G. E., Waring, S. C., Ivnik, R. J., Tangalos, E. G., and Kokmen, E. (1999). Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome. *Archives of neurology*, 56(3):303–308.
- Wulfsohn, M. S. and Tsiatis, A. A. (1997). A joint model for survival and longitudinal data measured with error. *Biometrics*, pages 330–339.

Türkiye’de Kamu ve Özel Hastanelerin Veri Zarflama Analizi Modelleri ile Değerlendirilmesi

Aziz KÜÇÜK

Dr, Sağlık Bakanlığı, Ankara, Türkiye, aziz.kucuk@yahoo.com.

orcid.org/0000-0002-1296-4726

ÖZ

Bu çalışma, Türkiye’deki kamu (Sağlık Bakanlığı ve üniversite) ve özel hastanelerin performanslarını parametrik olmayan Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanılarak incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamına entegre ilçe hastaneleri hariç 2018 yılında faaliyet gösteren toplam 1338 hastane dahil edilmiştir. VZA yöntemiyle toplam etkinlik (CRS), teknik etkinlik (VRS) ve ölçek etkinliği (SE) olmak üzere üç farklı etkinlik puanı hesaplanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, tüm hastaneler için CRS ortalaması 0.46, VRS ortalaması 0.56 ve ölçek etkinliği ortalaması 0.84’tür. Sağlık Bakanlığı hastanelerinin CRS ve VRS etkinlikleri yüksek iken, özel hastanelerin ölçek etkinlikleri yüksek bulunmuştur. Bu çalışma ile Türkiye’de ilk defa şehir hastanelerinin performansı da analiz edilmiştir. Şehir hastaneleri, benzer girdilere sahip (475 yatak üzeri) eğitim ve araştırma hastaneleri ile karşılaştırıldığında CRS ve VRS etkinliklerinin bu hastanelerin altında olduğu görülmüştür. Ancak kesin sonuçlar elde etmek için daha fazla sayıda şehir hastanesi ile çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Hastane, Veri Zarflama Analizi, ölçek etkinliği, Performans.

JEL Kodları: C67, I11, D24

Evaluation of Turkish Public and Private Hospitals with Models of DEA

ABSTRACT

This study aims to examine the Turkish public hospital (Ministry of Health and universities) and private hospital performance using data envelopment analysis (DEA). From a total of 1534 hospital operating in Turkey in 2018, were analyzed 1338 hospitals in the study, which were excluded 196 integrated district hospitals of Ministry of Health from the study. By using the DEA method, three different efficiency scores total efficiency (CRS), technical efficiency (VRS) and scale efficiency (SE) have been calculated. According to the study findings, the average of CRS is 0.46, technical efficiency average (VRS) is 0.56 and scale efficiency average is 0.84 for total hospitals. While the CRS and VRS efficiency scores of the MoH hospitals were higher, scale efficiency of the private hospitals were higher. With this study city hospitals performance were first time analyzed in Turkey. Accordingly, when compared with training and research hospitals with similar inputs (over 475 beds), city hospitals' CRS and VRS efficiency scores were low. However, it is necessary to conduct studies with a further PPP hospitals to obtain conclusive results.

Keywords: Hospital, Data Envelopment Analysis (DEA), scale efficiency, performance.

JEL Codes: C67, I11, D24

1. GİRİŞ

2000’li yılların başlarından itibaren Türkiye’de sağlık reform pratiğinin, bir yandan hizmete olan talebi ve erişimi artırmaya diğer yandan maliyetleri azaltmaya yönelik politikalar ekseninde biçimlendiği gözlemlenmektedir. 2003 yılında başlatılan Sağlıkta Dönüşüm Programı’nın getirdiği ivmeyle sağlık hizmet sunumunda kamu sektörü görece ağırlığını korurken, özel sektör de talep artırıcı politikaların teşvikiyle hızlı bir büyüme sürecine girmiştir. Özel hastane sayısının iki kattan daha fazla bir artış gösterdiği bu dönemde kamu hastaneleri de teknik ve yönetsel bir reorganizasyona tabi tutulmuştur (Küçük, Özsoy and Balkan, 2019). Kamu hastanelerinin yapısal ve işlevsel dönüşümü sürecinde hastanelerin etkinliği ve verimliliği, diğer bir deyişle performans sorunu temel gündem maddelerinden biri olmuştur.

Hastaneler açısından dönemsel değişiklikleri tespit edebilme, rekabetçi bir çevrede diğer sağlık tesisleri ile kıyaslama yapabilme ve yıllık planlardan sapmaları ortaya çıkarma gibi nedenlerle performansın ölçülmesine ve diğer işletmelerle karşılaştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Özcan, 2014). Sağlık hizmetlerinin performansını ölçmek ve analiz etmek için oran (*ratio*) analizi, en küçük kareler regresyonu, toplam faktör verimliliği, stokastik sınır analizi ve Veri Zarflama Analizi (VZA) gibi parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanılmaktadır (Şahin, 2008). Performansın temel göstergelerinden biri olan ve genel olarak girdi ile çıktı arasındaki fiziksel ilişkiyi ifade eden verimlilik kavramı, bir işletmenin rasyonel davranıp davranmadığını ortaya koymaktadır. İşte aynı amaç ve hedeflere sahip işletmelerin görece verimliliklerini ölçmek ve performansını iyileştirme yollarını tespit edebilme noktasında sağlık yöneticilerine yardım etmek üzere geliştirilen performans değerlendirme yöntemlerinden biri de VZA’dır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’deki kamu ve özel hastanelerin performansını karşılaştırmalı olarak VZA modelleri ile değerlendirmek ve analiz etmektir. Özellikle de ilk defa kamu hastaneleri ile şehir hastanelerinin performansı karşılaştırılarak alan yazına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Sağlık hizmetlerinde VZA’nın ilk uygulaması, Nunamaker ve Lewin’in (1983) rutin hemşirelik hizmetlerinin verimliliğinin ölçüldüğü 1983 yılına kadar uzanmaktadır. O zamandan bu yana VZA, ABD başta olmak üzere birçok ülkede farklı karar verme birimleriyle yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin Sherman (1984) genel hastane verimliliğini ölçmek için ilk defa VZA’yı kullanmıştır (Özcan, 2014). Yıllar içinde ulusal ve uluslararası araştırmacılar tarafından geniş ölçüde kullanılan bir yöntem haline gelen VZA ile ilgili çok zengin bir alan yazın oluşmuştur. Nitekim Emrouznejad vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada bankacılık, eğitim (yükseköğrenim dâhil), sağlık hizmetleri ve hastane verimliliği en popüler uygulama alanları olarak bulunmuştur. Literatüre bakıldığında VZA kullanılarak sağlık alanında yapılan çalışmalar giderek artış göstermektedir. Bu çerçevede ABD (Harrison and Meyer 2014), Kanada (Chowdhury et al., 2014), Çin (Chu NG, 2011), Yunanistan (Flokou et al. 2017), Kolombiya (Jola-Sanchez et al. 2016), İspanya (Caballer-Tarazona et al. 2010), İtalya (Campanella et al. 2017), Tayvan (Chang et al. 2011), İran (Farzianpour et al. 2012) gibi birçok gelişmiş veya gelişmekte olan ülkede görüldüğü üzere, VZA makro bağlamda sağlık hizmetlerinin mikro düzeyde de hastane verimliliğinin ölçülmesinde sıkça kullanılır hale gelmiştir.

Türkiye’de sağlık alanında VZA yöntemi kullanılarak yapılan çalışma sayısı da oldukça fazladır. Mut, Kutlu ve Turgut (2019) tarafından yapılan çalışmada, uluslararası indekslerin taranması sonucunda 2000-2018 yılları arasında farklı sayıda karar verme birimi, girdi-çıktı değişkenleri ve yöntemle yapılan toplam 88 makaleye ulaşılmıştır. Örneğin Sülkü (2011) tarafından yapılan çalışmada Sağlıkta Dönüşüm Programının erken dönemdeki etkileri ele alınmışken, Erus ve Hatipoğlu’nun (2017) çalışmasında Sağlık Bakanlığına bağlı hastanelerde çalışan hekimlerin aldıkları maaş ile verimlilikleri arasındaki ilişki BCC modeli ile çıktı yönelimli olarak analiz edilmiştir. Gök ve Sezen (2013) tarafından yapılan çalışmada da, Sağlık Bakanlığına bağlı 523 hastaneden elde edilen verilerle hastane verimliliğinin hizmet kalitesi ve hasta memnuniyeti arasındaki ilişki incelenmiştir. Küçük, Özsoy ve Balkan tarafından (2019) yürütülen çalışmada da kamu hastane birlikleri gibi son dönem sağlık reformlarının kamu hastanelerinin verimlilikleri üzerindeki etkisi ele alınmıştır.

3. YÖNTEM

Parametrik olmayan bir teknik olan VZA, hastanelerin görel verimliliğinin çoklu girdi ve çıktı kullanılarak ölçülmesine imkân veren doğrusal programlama tabanlı bir yöntemdir. VZA yöntemi ile genel teknik verimliliğin ölçülmesinde kullanılan ölçeğe göre sabit getiri (*Constant Return to Scale-CRS*), salt teknik verimliliğin ölçülmesine imkân tanıyan ölçeğe göre değişken getiri (*Variable Return to Scale-VRS*) ve ölçek etkinliği (*scale efficiency-SE*) olmak üzere üç farklı etkinlik puanı hesaplanmaktadır. CRS modelinde girdilerdeki artışın çıktılarda oransal değişime yol açacağı, VRS modelinde ise girdilerdeki artışın azalan veya artan oranda değişime neden olacağı varsayılmaktadır. Genel teknik verimlilik olarak ifade edebileceğimiz CRS, salt teknik verimlilik (VRS) ile ölçek etkinliği olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır.

$$\text{Genel teknik verimlilik (CRS)} = \text{Salt teknik verimlilik (VRS)} \times \text{Ölçek etkinliği (SE)}$$

Türkiye’de 2018 yılında faaliyet gösteren toplam 1534 hastaneden, Sağlık Bakanlığına bağlı 196 entegre ilçe hastanesi (E2 ve E3 hastaneler) çalışma dışında bırakılarak 1338 hastane analize dahil edilmiştir. Hastaneler işlevselliğine göre, ilçe/belde hastanesi, gün hastanesi, genel hastane, eğitim ve araştırma hastanesi ile özel dal hastaneleri olarak beş gruba ayrılmaktadır. Bu çalışmada belirtildiği üzere, ağırlıklı olarak birinci basamak hizmetlerinin sunulduğu ilçe/belde hastaneleri ile gün hastaneleri çalışma dışında bırakılmıştır. VZA’nın en kritik adımı, girdi ve çıktı değişkenlerinin seçimidir. Bu çalışmada hastanelerin performansını değerlendirmek için alan yazın incelemesine dayalı olarak beş girdi ve üç çıktı değişkeni kullanılmıştır. Uzman hekim sayısı, hemşire sayısı, hasta oda sayısı, nitelikli yatak sayısı ve tescilli toplam yatak sayısı girdi olarak alınırken; ayaktan muayene sayısı, yatan hasta sayısı ve A+B+C grubu ameliyat sayısı çıktı olarak alınmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmada VZA ve türleri ile toplam 1338 hastanenin performans değerlendirmesi yapılmıştır. Uygulanan VZA yöntemi ile karşılaştırmalı olarak yapılan hesaplamalarla hastanelerin etkinlik düzeyi tespit edilmiştir. Hastaneler arası kıyaslama sonucu, etkinlik eğrisi üzerinde kalan birimler “1” tam etkinlik skorunu alırken, diğer hastaneler görel performanslarına göre “0 ile 1” arasında değer almışlardır. Analiz sonuçlarına göre, salt teknik etkinlik açısından Sağlık Bakanlığında 93, üniversite hastanelerinde 7, özelde ise 18 hastane tam etkin çalışmaktadır. Toplam etkinlik açısından ise Sağlık Bakanlığında 27 ve özelde ise 12 hastane tam etkin çalışmaktadır. Çalışmanın bulgularına göre, tüm hastaneler için CRS ortalaması 0.46, VRS ortalaması 0.56 ve ölçek etkinliği ortalaması 0.84’tür.

Sektörel düzeyde bakıldığında, Sağlık Bakanlığı hastanelerinin CRS ve VRS etkinlikleri yüksek iken, özel hastanelerin ölçek etkinlikleri yüksek bulunmuştur. Üniversite hastanelerinin genel olarak performansının özel ve Sağlık Bakanlığı hastanelerine göre düşük olduğu söylenebilir.

Tablo 1. Genel Tanımlayıcı İstatistikler

Sektör	Sağlık Bakanlığı			Üniversite			Özel		
Hastane Sayısı	693			68			577		
Tanımlayıcı Ölçüler	Toplam Etkinlik (CRS)	Teknik Etkinlik (VRS)	Ölçek Etkinliği (SE)	Toplam Etkinlik (CRS)	Teknik Etkinlik (VRS)	Ölçek Etkinliği (SE)	Toplam Etkinlik (CRS)	Teknik Etkinlik (VRS)	Ölçek Etkinliği (SE)
Tam Etkin Hastane	27	93	27	-	7	-	12	18	12
Etkinlik Ortalaması	0.53	0.66	0.82	0.33	0.60	0.60	0.39	0.44	0.90
Minimum	0.21	0.25	0.29	0.10	0.18	0.10	0.14	0.14	0.33
Maksimum	1.00	1.00	1.00	0.65	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00

Tablo 2. Sektörel düzeyde karşılaştırma

	Hastane Sayısı	CRS	VRS	SE
Özel	577	0.3937	0.4425	0.9007
Sağlık Bakanlığı	693	0.5273	0.6625	0.8152
Üniversite	68	0.3316	0.6058	0.6004
Genel Toplam	1338	0.4597	0.5647	0.8412

Eğitim ve araştırma hastaneleri ile üniversite hastaneleri, kompleks ve pahalı tedavi uygulamaları ile sağlık hizmet sunumunun en önemli bileşenleridir. Sağlık Bakanlığı eğitim ve araştırma hastaneleri (61) ile üniversite hastaneleri (68) karşılaştırıldığında ise eğitim ve araştırma hastanelerinin VRS ve CRS etkinliklerinin yüksek, ölçek etkinliklerinin ise düşük olduğu görülmüştür. Yıldırım vd. (2019) tarafından benzer değişkenler kullanılarak Sağlık Bakanlığına bağlı 48 hastanenin 2014 yılı verileri incelenmiş ve 9 hastane (%19) salt teknik etkin bulunmuştur. Bu çalışmada ise 61 hastanenin 19'u (%31) salt teknik etkin olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3. Eğitim araştırma hastaneleri ile üniversite hastanelerinin karşılaştırılması

Kurum Türü	Sayı	CRS	VRS	SE
Eğitim ve Araştırma Hastanesi (Genel)	61	0.4378	0.8200	0.5459
Eğitim ve Araştırma Hastanesi (Özel Dal)	27	0.5196	0.6571	0.7722
Üniversite	68	0.3316	0.6058	0.6004

Kurum türüne göre ise kadın doğum ve çocuk, göğüs hastalıkları, fizik tedavi ve ruh sağlığı gibi belirli bir alana özgülenmiş dal hastanelerinin CRS etkinlik skorları yüksek iken, vakıf üniversitesi özel hastanelerin en düşük CRS etkinlik skoruna sahip olduğu bulunmuştur. Özel vakıf üniversite hastanelerinin hizmet üretiminde kullandıkları temel girdiler ve çıktılardan hareketle toplam etkinlikleri düşük olduğundan, girdi-çıktı miktarlarını rasyonel olarak geliştirecek stratejiler belirlemeleri önem arz etmektedir.

Tablo 4. Kurum türlerine göre karşılaştırma

Kurum Türü	Sayı	CRS	VRS	SE
Devlet Üniversitesi SUAM	50	0.3336	0.6483	0.5560
Dal Hastaneleri	85	0.5185	0.6132	0.8434
Genel hastane	1084	0.4651	0.5433	0.8759
SBÜ ile SB ortak kullanım	54	0.4785	0.7766	0.6283
Üniversite ile SB ortak kullanım	26	0.4584	0.7478	0.6285
Eğitim ve Araştırma Hastanesi (Afiliye olmayan)	9	0.3847	0.8206	0.4850
Vakıf Üniversitesi SUAM	18	0.3262	0.4877	0.7239
Vakıf Üniversitesi + Özel	12	0.2637	0.3880	0.7376
Genel Toplam	1338	0.4597	0.5647	0.8412

5. TARTIŞMA

Türkiye’de faaliyet gösteren kamu, özel ve üniversite hastanelerinin amaçlanan hedeflere ulaşmada kaynakları ne ölçüde etkin kullandıklarının değerlendirilmeye çalışıldığı bu çalışmada; hastanelerin toplam etkinliğinin istenilen düzeyde olmadığı görülmüştür. Daha önce de belirtildiği gibi teknik etkinlik, belirli düzeyde girdiyle daha fazla çıktı üretmeyi gerekli kıldığından yönetsel bir problemdir. Bu bağlamda belirlenen girdi ve çıktı değişkenleri göz önüne alındığında özellikle üniversite hastanelerinin sahip oldukları kaynak yapısı ile daha fazla çıktı üreterek faaliyet etkinsizliğinin üstesinden gelmeleri mümkündür. Benzer şekilde etkin ve etkin olmayan hastaneler karşılaştırıldığında,

girdi bileşenlerinin hem dağıtımında hem kullanımında sorunlar olduğu ileri sürülebilir. Örneğin Sağlık Bakanlığı hastanelerinde poliklinik oda sayısı yetersizdir. Sağlık Bakanlığı hastanelerinde 2018 yılı verilerine göre 41.058 uzman hekim görev yapmakta iken (Sağlık Bakanlığı, 2019), 31.200 poliklinik odası bulunmaktadır. Bu da her uzman hekime bir poliklinik odası düşmediğini göstermektedir. Dolayısıyla bu sorunun yaşandığı hastanelerde hekimler hizmet üretimine katılamamaktadırlar. Doğum ve çocuk hastaneleri örneği üzerinden 2002 yılı verileri ile yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılarak bu hastanelerde poliklinik sayısını arttırma, hastaların hekim seçmesine olanak tanıma ve atıl durumdaki hekimlerin hizmet üretimine katılımını sağlama temel politika önerileri olarak sıralanmıştır (Aslan ve Mete, 2007). Bu açıdan kanımızca da hastaneler zaman içinde etkinlik değişimlerini gözlemleyerek ve kaynak aktarımını doğru sağlayarak teknik etkinliklerini arttırabilirler.

Özel hastanelerin, Sağlık Bakanlığı ve üniversite hastanelerine göre ölçek etkinliğinin yüksek olmasının nedenlerinden birinin yatak sayısının optimum kullanımı olduğu söylenebilir. 2018 yılı verilerine göre, özel hastanelerin yatak devir hızı 80,1 iken, Sağlık Bakanlığında 55,0 ve üniversite hastanelerinde 46,5’dir. 2002 yılında özel hastanelerin yatak doluluk oranı % 32,0 iken, 2018 yılında % 61,8’e yükselmiştir. Yine özel hastanelerde yatan hasta kalış günü 2,8 ve yatak devir aralığı 1,7 gün ile Sağlık Bakanlığı ve üniversitelerin oldukça altındadır (Sağlık Bakanlığı, 2019). Özel hastanelerin yatak kullanım verimliliğinin sürekli olarak arttığı, 2002-2015 yılları arasında Pabon Lasso metodu ile yapılan çalışmalarla da gösterilmiştir (Yıldız, 2017).

Şehir hastaneleri, benzer girdilere sahip (475 yatak üzeri) eğitim ve araştırma hastaneleri ile karşılaştırıldığında CRS ve VRS etkinliklerinin bu hastanelerin altında olduğu görülmüştür.

Tablo 5. Şehir hastaneleri ile kamu hastanelerinin karşılaştırılması

Kurum Adı	CRS	VRS	SE
Adana Şehir Hastanesi	0.4052	1.0000	0.4052
Elazığ Fethi Sekin Şehir Hastanesi	0.2895	0.5569	0.5198
Eskişehir Şehir Hastanesi	0.2413	0.4935	0.4889
Isparta Şehir Hastanesi	0.5827	0.9412	0.6192
Kayseri Şehir Hastanesi	0.3158	1.0000	0.3158
Manisa Şehir Hastanesi	0.2505	0.4262	0.5878
Mersin Şehir Hastanesi	0.4222	1.0000	0.4222
Yozgat Şehir Hastanesi	0.5873	0.7800	0.7529
Şehir Hastanelerinin ortalaması	0.3868	0.7747	0.5139
475 yatak üzeri EAH’lerinin ortalaması	0.4543	0.8613	0.5344

Şehir hastanelerinin yatak sayısının arttıkça ölçek etkinliğinin azaldığı tespit edilmiştir. Ölçek etkinliği bakımından etkin ve etkin olmayan hastanelerin yatak sayıları arasında anlamlı fark bulunmuştur. Bir başka deyişle, görece yatak sayısı düşük olan Yozgat (475) ve Isparta (800) şehir hastanelerinin ölçek etkinliği, diğer hastanelere (Adana 1550 yatak, Kayseri 1607 yatak) göre yüksek çıkmıştır. Bu bulgu hastane büyüklüğü arttıkça verimliliğin de artacağı varsayımı ile çelişmektedir. KÖO modeli ile inşa edilen şehir hastaneleri ile kamu hastanelerinin performansı çok fazla inceleme konusu olmamıştır. Bu konudaki nadir örneklerden biri İspanya’da geliştirilen ve diğer Avrupa ve Latin Amerika ülkelerine transfer edilen bütünsel bir KÖO modeli olan Alzira Modeli’dir. İspanya’nın Valencia eyaletinde 2009-2010 yıllarında 19 kamu hastanesi ile 3 KÖO modeli ile inşa edilen hastanenin performansını maliyet ve kalite göstergelerini karşılaştırarak analiz eden Caballer-Tarazona vd. (2016) göre, KÖO modeli hastaneleri ortalamasının üzerinde iyi sonuçlar elde etmiştir. Ancak bu hastanelerin, her zaman kamu hastanelerinden daha iyi olmadığı görülmüştür. Nitekim Türkiye örneğinde işaret ettiğimiz gibi, kesin sonuçlar elde etmek için daha fazla sayıda KÖO hastanesi ile çalışma yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmamızda sadece 2018 yılı verilerinin kullanılması ve bu veriler üzerinde karşılaştırmalar yapılarak bulgulara ulaşılması çalışmanın sınırlılığını oluşturmaktadır.

6. SONUÇ

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre verimsizliğin temel nedenleri, girdi kullanımı ve hastane büyüklüğü olarak ifade edilebilir. Plansız fiziki kaynak tahsisi ve yatırımların sonucu olarak, üretime dâhil edilen girdilerin atıl kapasiteyle kullanımı, üretilen hizmetlerin yetersiz boyutlarda sunulmasına yol açmaktadır. Görece etkin olmayan hastaneler, yatak ve hekim sayısı olarak diğer hastanelerle benzer düzeyde olmalarına rağmen, poliklinik ve ameliyat hizmetlerinde yeterli kapasiteyi kullanamamışlardır. Bu bağlamda girdi kullanımı, yönetsel bir sorun olduğundan hastane yöneticileri tarafından performans artırıcı gerekli önlemler alınmalıdır.

Optimum hastane büyüklüğü sorunu ise sağlık sektöründe alan yazında uzun yıllardır tartışma konusudur. Son yıllarda Türkiye’de 2017 yılından beri hayata geçen ve 3 bin yatak kapasitelere ulaşan KÖO modeli şehir hastaneleri ile de ölçek sorunu olarak yeniden gündeme gelmiştir. Henüz yeni olan ve 2019 yılsonunda sayıları 10’na ulaşan şehir hastaneleri modelinin etkinliği ve verimliliğinin daha fazla sayıda örnekle ve belirli bir zaman periyodunda incelenmesi alan yazına önemli katkılar sağlayacaktır. Aynı zamanda araştırma bulguları çerçevesinde, Türkiye’de sağlık hizmetlerinin planlanmasında hasta yatağı açısından optimal hastane büyüklüğünün ne olması gerektiği ile ilgili ampirik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aslan, Ş. ve Mete, M (2007), Performans Ölçümünde Veri Zarflama Analizi Yöntemi: Sağlık Bakanlığına Bağlı Doğum ve Çocuk Hastaneleri Örneği, *İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme Dergisi*, 36 (1): 44-63.
- Caballer-Tarazona, M., Moya-Clemente, I., Vivas-Consuelo, D., and Barrachina-Martínez, I. (2010), A model to measure the efficiency of hospital performance. *Mathematical and computer modelling*, 52 (7-8): 1095-1102.
- Caballer-Tarazona, M., Clemente-Collado, A. And Vivas-Consuelo, D. (2016). A cost and performance comparison of Public Private Partnership and public hospitals in Spain. *Health economics review*, 6 (1): 17.
- Campanella, P., Azzolini, E., Izzi, A., Pelone, F., De Meo, C., La Milia, P. Ricciardi, W (2017), Hospital efficiency: how to spend less maintaining quality? *Annali dell'Istituto Superiore Di Sanita*, 53 (1): 46-53.
- Chang, H., Cheng, M. A., and Das, S (2004) Hospital ownership and operating efficiency: evidence from Taiwan. *European Journal of Operational Research*, 159 (2): 513-527.
- Chowdhury, H, Zelenyuk, V, Laporte, A, Wodchis, WP. (2014), Analysis of productivity, efficiency and technological changes in hospital services in Ontario: How does case-mix matter?, *International Journal of Production Economics*, 150: 74-82.
- Chu NG, Ying (2011), The productive efficiency of Chinese hospitals, *China Economic Review*, 22 (3): 428-439.
- Emrouznejad, A, Parker, B.R., and Tavares, G. (2008). Evaluation of research in efficiency and productivity: a survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42: 151-157.
- Erus, B., and Hatipoglu (2017), O. Physician payment schemes and physician productivity: Analysis of Turkish healthcare reforms. *Health Policy*, 121 (5): 553-557.
- Farzianpour, F., Hosseini, S., Amali, T., Hosseini, S and Hosseini, S.S (2012), The evaluation of relative efficiency of teaching hospitals. *American Journal of Applied Sciences*, 9 (3): 392-398.
- Flokou, A., Alestras, V. and Niakas, D. (2017), A window-DEA based efficiency evaluation of the public hospital sector in Greece during the 5-year economic crisis. *PLOS ONE*, 12 (5), e0177946. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177946>
- Gök MS, Sezen B (2013), Analyzing the ambiguous relationship between efficiency, quality and patient satisfaction in healthcare services: the case of public hospitals in Turkey. *Health Policy*, 111 (3): 290-300.
- Harrison, J. P. and Meyer, S (2014), Measuring efficiency among US federal hospitals. *The Health Care Manager*, 33 (2): 117-127.

- Jola-Sanchez, A. F., Pedraza-Martinez, A. J., Bretthauer, K. M. and Britto, R. A. (2016), Effect of armed conflicts on humanitarian operations: Total factor productivity and efficiency of rural hospitals. *Journal of Operations Management*, 45: 73-85.
- Küçük, A, Özsoy, VS, Balkan, Dursun (2019), Assessment of technical efficiency of public hospitals in Turkey, *European Journal of Public Health*, ckz143, <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz143>
- Mut, S, Kutlu G ve Turgut M (2019), Türkiye’de Sağlık Alanında Veri Zarflama Analizi Yöntemi Kullanılarak Yapılan Makalelerin İncelenmesi, *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 22 (1): 207-244.
- Özcan, YA (2014), *Health Care Benchmarking and Performance Evaluation An Assessment using Data Envelopment Analysis (DEA)*, Second Edition, Newton, MA: Springer.
- Sağlık Bakanlığı (2019), *Sağlık İstatistikleri Yıllığı-2018*, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şahin, İ (2008), Sağlık Bakanlığı Genel Hastaneleri ve Sağlık Bakanlığına Devredilen SSK Genel Hastanelerinin Teknik Verimliliklerinin Karşılaştırmalı Analizi, *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 11 (1): 1-48.
- Sulku, S.N. (2011), The health sector reforms and the efficiency of public hospitals in Turkey: provincial markets. *European Journal of Public Health*, 22 (5): 634–638.
- Yıldırım, C, Kaçak, H, Yıldırım, S and Kavuncubaşı, S (2019), Comprehensive Efficiency Assessment of Turkish Teaching Hospitals: Technical, Pure Technical and Scale Efficiencies with Data Envelopment Analysis, *Journal of Applied Business and Economics*, 21 (3): 124-140.
- Yıldız, MS (2017), Türkiye’de 2002-2015 Yılları Arasında Hastane Yatak Kullanımının Değerlendirilmesi: Pabon Lasso Metodu Uygulaması, *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 20 (3): 347-356.

Büyük Veri İndirgeme Tekniklerinin Ağ Analizi

Burcu Kocarık GACAR

Araş.Gör., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, Manisa/Türkiye,

burcukocarik@gmail.com.tr,

orcid.org/0000-0001-5944-4456

İ. Esen YILDIRIM

Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul/Türkiye,

eyildirim@marmara.edu.tr,

orcid.org/0000-0003-2574-4340.

Gülen Arıkan KOKKAYA

Araş. Gör., Marmara Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul/Türkiye,

gulen.arikan@marmara.edu.tr,

orcid.org/0000-0001-9519-8213

ÖZ

Yaşadığımız dönemde yoğun biçimde karşılaşılan büyük hacimli, farklı tür ve ölçekte değişkenler içeren veri setlerinin analizi, bu verilerin enformasyona dönüştürülmesini talep edenler ve ilgili araştırmacılar için zorlu bir çalışma alanı haline gelmiştir. Büyük veri konusunda çalışan araştırmacı sayısının artması, dolayısıyla bilimsel yayın ve faaliyet literatürünün zenginleşmesi ile birlikte, bu alanda çalışan araştırmacılar ve kurumlar arasındaki işbirlikleri de yoğunlaşmıştır.

Büyük veri analiz sürecinde, verinin boyutsal sorununa çözüm bulmada geleneksel yöntemler yetersiz kaldığından, son yıllarda veri madenciliğine dayalı indirgeme teknikleri ön plana çıkmıştır. Çok büyük bir boyuta ve doğrusal olmayan yapıya sahip kayıtların sınıflandırılması ve veri setindeki bilgiyi görsel olarak özetleyen infografiklere dönüştürülmesi amacıyla t-SNE, UMAP gibi çeşitli boyut indirgeme tekniklerine başvurulmaktadır.

Son birkaç yılda büyük veri analizinde boyut indirgeme ve görselleştirme tekniklerine olan akademik ilginin artışı ile birlikte, yapılan yayınların sayısında ve niteliğinde önemli bir yükseliş göze çarpmaktadır. Bu çalışma kapsamında Web of Science veri tabanında yer alan 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ilişkin büyük veride boyut indirgeme üzerine yayınlanan makaleler incelemeye alınmıştır. Öncelikle, gerçekleştirilen Bibliyometrik Analiz ile ele alınan makaleler, yayımlandıkları yıl, özet metni, anahtar kelimeler, atıf, yazar, çalışma alanı ve ülke değişkenleri yönünden değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere Pajek ve VOSviewer programları ile Sosyal Ağ Analizi uygulanarak yıllara göre karşılaştırmalar yapılmış; büyük veri ve boyutsal veri indirgeme teknikleri ile görselleştirme arasındaki bağlantılar, yazarlar ve ülkeler arası ağ yapıları ile işbirliği düzeyi, öncü yazarlar ve ülkeler belirlenmiştir. Elde edilen ağ haritaları, büyük veri çalışmaları sürecinde sıkıntıların aşılmasında alan çalışanlarına yol gösterecek niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Büyük Veri, Boyutsal İndirgeme, Görselleştirme, İnfografik, Sosyal Ağ Analizi

JEL Kodları: C40, C55, C19

Network Analysis of Big Data Reduction Techniques

ABSTRACT

In the present period, the analysis of data sets containing variables of big volume, different types and scales has become a challenging field of study for those who demand the conversion of this data into information. With the increase in the number of researchers working in the field of big data, and thus the enrichment of scientific publications and literature, cooperation between researchers and institutions working in this field has also increased. In the big data analysis process, as traditional methods are not sufficient to find solutions to the dimensional problem of data, the reduction methods based on data mining have come to the forefront in recent years. Various dimension reduction techniques such as t-SNE, UMAP are used to classify records with a very large dimension and non-linear structure and to convert them into infographics that visually summarize the information in the data set.

In the last few years, with the increase in academic interest in dimension reduction and visualization techniques in big data analysis, there is a significant increase in the number of publications. In the scope of this study, the articles published on dimension reduction on the big data for the years of 2017, 2018 and 2019 in the Web of Science database were examined. Firstly, the articles analyzed by Bibliometric Analysis were evaluated in terms of the year of publication, abstract, keywords, citation, author, the field of study and country variables. With Pajek and VOSviewer programs by applying social network analysis to the data obtained and year-based comparisons were

made, connections between dimensional data reduction techniques and visualization, level of cooperation between authors and countries, leading authors and countries were determined. The obtained network maps will guide the field experts in overcoming the difficulties of the big data analysis process.

Keywords: Big Data, Dimensionality Reduction, Visualization, Infographic, Social Network Analysis

JEL Codes: C40, C55, C19

1. GİRİŞ

Çetele tutmak ile başlayan kısıtlı veri kayıt yöntemleri, günümüzde bilgisayar yazılımlarının ve internet teknolojisinin oldukça gelişmesi ile boyut değiştirmiştir. Hem insan hem de makine kaynaklı veri üretimi artmış ve anlık olarak bilimsel olan veya olmayan veriler toplanır hale gelmiştir. Üretilen veri miktarı her geçen gün artmakta ve bu artış üstel olarak gerçekleşmektedir. Bu durum veri kavramına yeni bir bakış açısı getirmiş, veri bilimi önem kazanmış ve “büyük veri” terimi doğmuştur. Büyük verinin üretilmesi kadar kaydedilmesi, depolanması, hatta boyutunun analiz edilebilecek hacme indirgenmesi ve daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla görselleştirilmesi konuları veri bilimi için önem arz etmektedir (Yıldırım ve Kocarık Gacar, 2018).

Büyük veri teknolojileri içerisinde yer alan makine öğrenme algoritmaları ise, veri üzerinde yaptığı boyutsal indirgemenin yanı sıra açıklayıcı, işlevsel, sade ve anlaşılır görsel sonuçlar sunmaktadır. Teknolojik gelişmelerle birlikte hızla güncellenen makine öğrenme ve manifold öğrenme algoritmaları, hemen hemen her tür ve boyuttaki veriyi analiz edebilirken, giderek iyileşen görseller yardımıyla özet bilgiler elde etmek mümkün olmaktadır.

Bu çerçevede tarafımızdan gerçekleştirilen çalışmanın amacı, büyük veri alanyazınında boyutsal indirgeme ve veri görselleştirme amacına hizmet eden makine öğrenmesi ve manifold öğrenme tekniklerinin 2017-2019 yılları arasındaki evrimini Sosyal Ağ Analizi yardımıyla ortaya çıkarmaktır.

2. BÜYÜK VERİ

Büyük veri terimi ilk kez, 2000’de 8. Dünya Ekonometri Kongresi’nde Francis X. Dainbold tarafından ortaya atılmıştır (Gürsaka, 2017). “Büyük Veri, Büyük Etki” başlıklı raporla 2012 yılında gerçekleşen Dünya Ekonomik Forumu’nda da büyük verinin önemi vurgulanmış ve ardından Amerika’da 2012 yılı Nisan ayı, “Matematik, İstatistik ve Veri Seli İçin Farkındalık Ayı” kısaca büyük veri için farkındalık ayı olarak ilan edilmiştir.

Büyük verinin bileşenleri “*Volume (Hacim)*: terabyte, zetabyte; *Velocity (Hız)*: gerçek zamanlı, akan veri; *Variety (Çeşitlilik, Tür)*: yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış, yapılandırılmamış veri; *Veracity (Geçerlik)*: güvenilirlik, doğruluk; *Value (Değer)*: istatistiksel değer” şeklindedir (Mohammed vd, 2016). Büyük miktardaki veriyi elde etme, depolama ve analiz ederek bu veriler aracılığıyla tahminde bulunma süreçlerinin tamamı “büyük veri” olarak adlandırılmaktadır (Feinleib, 2014).

Büyük Veri Teknolojileri

Büyük veri teknolojileri; Google, Amazon, LinkedIn, Netflix, Facebook, vb. şirketlerin kendi veri analistleri aracılığıyla kullanıcılarının verileri ve sitelerinde bıraktıkları her bir dijital iz ile kendileri için geliştirdikleri yeni teknolojilerden ortaya çıkmıştır (Doğan, 2017).

Hadoop & MapReduce

Hadoop, çok büyük veri kümelerini paralel olarak çalışan binlerce bilgisayar işlemcisine (sunucu) işlemek için tasarlanmış yüksek oranda ölçeklenebilir bir dağıtık dosya sistemi ve depolama platformudur. Google tarafından büyük veriyi depolayan yeni bir işletim teknolojisi geliştirilerek bilgisayarların işlem güçlerinin artırılması amaçlanmıştır. Bu sürecin Map (Eşle) aşamasında, büyük veri ana sunucudan alınıp yönetilebilir daha küçük görevlere bölünerek tekrar çok sayıda sunuculara dağıtılır. Reduce (İndirge) aşamasında ise tamamlanan işler birleştirilerek sonuç elde edilmektedir (www.ibm.com/analytics/hadoop/mapreduce).

Nesnelerin İnterneti (Internet of Things - IoT)

Nesnelerin interneti (endüstriyel internet), her şey için internet olarak da tanımlanan, makinelerin ve cihazların küresel bir ağ içinde birbirleriyle karşılıklı iletişim ve etkileşim kurabilme yeteneğine sahip olabildiğini içeren teknolojidir (Lee ve Lee, 2015).

NoSQL (Not Only Structured Query Language— SQL ve Daha Fazlası)

Geleneksel veri tabanlarına erişimde SQL(Structured Query Language–Yapısal Sorgulama Dili) kullanılmakta iken son yıllarda söz konusu yapılandırılmamış veriden oluşan büyük veri olunca ilişkisel olmayan dağınık veri tabanları NoSQL kullanılmaktadır (Tudorica ve Bucur, 2011).

Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing - NLP)

Doğal Dil İşleme, makineler tarafından dil kurallarının yapısının çözümlenerek öğrenilmesi ve yeniden üretilmesine dayanmaktadır. Büyük verinin analiz edilmesinde kullanılan yöntemlerden birisidir.

Bulut Bilişim (Cloud Computing)

Bulut teknolojisi, sanal ve tek bir sunucuda yani bulutta toplanan bilgi, belge, sunum ve dosyaların kısaca sahip olunan tüm uygulama, program ve verilerin depolanması ve internetin olduğu her yerden erişim sağlanabilmesi hizmetler bütününe denilmektedir. (Dudin ve Smetanin, 2011).

Veri Madenciliği (Data Mining)

Büyük miktarlardaki verinin (veri madeni) içindeki ilişkileri inceleyerek, veriler arasındaki bağlantıyı bulmaya yardımcı olan ve veri tabanı sistemleri içerisinde gizli kalmış bilgilerin tespit edilmesini sağlayan anlamlı ve yararlı bağlantı ya da kuralların bilgisayar programları ile araştırılmasına veri madenciliği denilmektedir (Kalikov, 2006).

Makine Öğrenmesi (Machine Learning)

Bilgisayarlara takip edecekleri algoritmaları vererek onlara ne yapacaklarını öğretmek mümkün olmaktadır. Dolayısıyla verilerdeki belli bir faaliyet örüntüsünün bir olayın gerçekleşme olasılığıyla ilişkisi olduğu durumlarda bilgisayarlarda oluşturulan algoritmalar bunu yakalayabilmektedir. Temelleri 1994 yılında Donald Michie tarafından atılan makine öğrenmesi algoritmaları, depolanan veri boyutlarının gelişmesi ile büyük verilerin analizinde birçok alanda sıklıkla kullanılmaktadır.

3. MAKİNE ÖĞRENMESİ VE MANIFOLD ÖĞRENME İLE BÜYÜK VERİ İNDİRGEME TEKNİKLERİ

Büyük veri yığınlarının içerdikleri enformasyonu elde etmek amacıyla, değişkenler arasındaki ilişki yapılarının ortaya konması ve gizli sınıfların ortaya çıkarılması amacıyla kullanılan veri madenciliği algoritmaları zamanla, değişen sektörel ihtiyaçlarla birlikte evrilmiştir. Bu kapsamda hızla gelişen makine öğrenmesi algoritmaları, değişen veri yapılarındaki karmaşık ilişkileri özetlemekle birlikte, araştırmanın odağı doğrultusunda uygun kestirimler yapabilmek amacıyla veriye dayalı ön işleme prosesini tamamlamaya odaklanmaktadır (Varihan, 2013). Büyük veride veri ön işleme aşamasının da bir parçası olan boyutsal indirgeme, makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak, karmaşık yapıdaki veriyi daha anlaşılabilir hale getirmeyi hedeflemektedir (Gürsakaç, 2018). Boyut küçültme, veri biliminde hem görselleştirme için önemli bir sorun hem de makine öğrenimi için potansiyel bir ön işleme adıdır. Çok büyük boyuttaki verilerin etkili infografiklere dönüştürülebilmesi, ancak boyut indirgeme ile mümkün olabilmektedir (Atalay & Çelik, 2017).

Son zamanlarda, makine öğrenme ve örüntü tanıma topluluklarında, yüksek boyutlu alanlara gömülü örnek veri noktalarından doğrusal olmayan düşük boyutlu manifoldlar (soyut topolojik uzaylar) oluşturmak ve manifold öğrenme algoritmaları geliştirmek için çeşitli ilerlemeler kaydedilmiştir (Taşkın, 2018). Manifold öğrenme, doğrusal olmayan boyutsallığın azaltılmasına yönelik popüler bir yaklaşımdır. Gerçek dünya verilerinin doğrusal yapıda olmaması, manifold öğrenme yöntemlerine olan

ilginin artmasına sebep olmaktadır. Bu yöntemler, verinin orijinal yapısını bozmadan, doğrusal olmayan dönüşümler yardımıyla, veriyi daha düşük boyutlu uzaylarda göstermeyi mümkün kılmaktadır. Manifold öğrenme algoritmaları, verilerin düşük boyutlu bir temsili bulmak için gerekli temel parametreleri ortaya çıkarmaya çalışır (Cayton, 2005). Tüm bunlara ek olarak, son yıllarda geliştirilen birçok manifold öğrenme algoritması, yaptığı boyutsal indirgemeye ek olarak; açıklayıcı, işlevsel ve sade görseller sunmaktadır. Bu sayede büyük veride boyutsal indirgeme sağlanırken, birbirine benzer örneklerin bir arada yer aldığı faydalı infografikler yardımıyla veri setinin yapısını özetlemek mümkün olmaktadır.

2008 yılında ortaya atılan t-SNE, her veri noktasına iki veya üç boyutlu bir haritada bir konum vererek yüksek boyutlu verilerin boyutsal indirgemelerini sağladıktan sonra görselleştiren bir manifold öğrenme tekniğidir (Maaten & Hinton, 2008). T-SNE'ye rakip olarak 2018 yılında geliştirilen UMAP ise, yüksek boyutlu verilerin topolojik bir temsili oluşturmak için bulanık küme merkezlerini bir araya getirme esasına dayanmaktadır (McInnes, 2018).

Manifold öğrenme teknikleri arasında en güncel algoritmalar olan t-SNE (t-Stochastic Neighbourhood Embedded) ve UMAP (Uniform Manifold Approximation and Projection) teknikleri, görselleştirme kalitesi açısından rekabet halindedir. Çok Boyutlu Ölçekleme, Temel Bileşenler Analizi gibi boyutsal indirgeme esasına dayanan geleneksel yöntemlerin grafiklerinden daha gelişmiş, kapsamlı bilgiler taşıyan infografiklerin üretimine ek olarak, veri yapısı açısından kısıt gözetmeden çalışmaları, algoritmaları her sektör için çekici hale getirmektedir. Bu tekniklerin Temel Bileşenler Analizi gibi geleneksel yöntemlere göre bir diğer avantajı da veri yapısındaki farklılıklardan etkilenmemesidir.

4. METOD

Bu çalışmada, bibliyometrik analiz ve sosyal ağ analizi yaklaşımlarından yararlanılmıştır.

Bibliyometrik Analiz

Belirli bir alanyazındaki yayınlar, betimleyici bibliyometri, değerlendirci bibliyometri ve atıf analizi gibi yollarla analiz edilebilir. Bilimsel verimlilik betimsel bibliyometri yoluyla değerlendirilebilir. Betimsel bibliyometri literatürün ülke, yazar, yayın yılı, konu, dil gibi bileşenlere göre gösterdiği dağılımları ortaya çıkarmayı ve tanımlayıcı istatistikleri belirlemeyi sağlamaktadır.

Değerlendirci bibliyometri ise, yazarlar, yayınlar ve ülkeleri arasında var olan ilişkilerin, araştırmacıların birbirinden etkilenme ve birbirine atıf verme gibi durumlarının tespit edilerek ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır. Bibliyometri, bilimsel iletişimin geliştirilmesine yönelik yöntemler içermektedir (Borgman ve Furner, 2002; Koehler, 2001). Böylece bibliyometrik analiz bulguları sonucunda, bilimsel araştırma ve çalışmaların disiplin, konu, yazar, yayın bilgisi, atıf yapılan yazar/kaynaklar, kurum, ülke gibi nitelikleri yönünden istatistiksel olarak incelenmesi ile ilgilenmekte, elde edilen sonuçlar belirli bir disipline ait genel bir fotoğraf ortaya koymaktadır (Önal, 2017).

Türkiye’de de bilimle ilgili ulusal politika ve girişimlerin belirlenmesinde bibliyometrik çalışmalar kaynak olarak kabul edilmektedir (Ukşul, 2016).

Sosyal Ağ Analizi

Ağ kavramının kökleri antropoloji, sosyoloji ve topolojiye dayanmakla birlikte, son dönemlerde sosyal ağların yapılarını analiz edebilmek için geliştirilmiş olan tekniklerle farklı disiplinlerde de ilgi çekmeye başlamıştır. Ağ Bilimi, bağlantıları inceleyen yeni bir bilim dalı olarak sayılmakta, bilimsel yöntem ve araştırmalara dayanarak elde edilen ağlara ilişkin ağ davranışlarının ortak ilkelerini araştırarak organize bilgi elde etme şeklinde tanımlanmaktadır (Bott, 1957).

Ağ analizinin alt dalları arasında insanlar ve onların aralarındaki akrabalık, iş ortaklığı, arkadaşlık gibi sosyal bağlardan oluşan ağları niteleyen, ilişki biçimlerini ortaya koyan sosyal ağ analizi yer almaktadır.

Bununla beraber birbiri ile herhangi bir şekilde ilişki içinde olan aktörler de sosyal ağları oluşturmaktadır.

Sosyal Ağ Analizi (SAA), sosyal ağ yapısını betimlemeyi, görselleştirmeyi, istatistiksel olarak modellemeyi ve ağdan bilgi üretmeyi amaçlamaktadır (Tindall&Wellman, 2001). Matematik, istatistik ve bilişim teknolojilerinden destek alan SAA, ağların bileşenleri arasındaki karşılıklı etkileşimlerin araştırılması, karmaşıklığının anlaşılması, sayısallaştırılması ve bulguların görselleştirilerek ağ haritaları ile sunulabilmesi amacını gütmektedir (Freeman, 2004). Ağda merkezilik kavramı önemlilik, popülerite, güç ve prestij anlamlarına gelmektedir (Everett&Borgatti, 1999). Ağda, birimlerin konumları elde edilirken kullanılan bazı merkezilik ölçümleri aşağıdaki gibidir (Balkundi&Kilduff, 2005):

Derece Merkeziliği: Ağda bir birimin diğer birimlerle olan ilişkisini yani kaç tane bağlantıya/dereceye sahip olduğunu göstermektedir. Derecesi yüksek olan bir birim ağda merkezi bir durumdur.

Yakınlık Merkeziliği: Ağdaki diğer birimlerle olan yakınlığın derecesidir. Yakınlık, bilgiye erişim hızı olarak da ifade edilmektedir.

Arasındalık Merkeziliği: Bir birimin ağda diğer birimler arasında bulunma derecesidir. Birbiri ile doğrudan bağlantılı olmayan düğümlerle bağlantı halinde olarak aradaki bilgi aktarımında köprü görevi görürler.

5. UYGULAMA

Bu çalışmanın amacı, büyük veride boyut indirgeme tekniklerini ele alan yayınlanmış uluslararası akademik çalışmalara ilişkin durum tespiti yapmaktır. Bu amaçla, veri setini oluşturan makaleler Web of Sciences veri tabanından “big data” ve “data reduction” anahtar kelimeleri birlikte kullanılarak filtrelenmiştir.

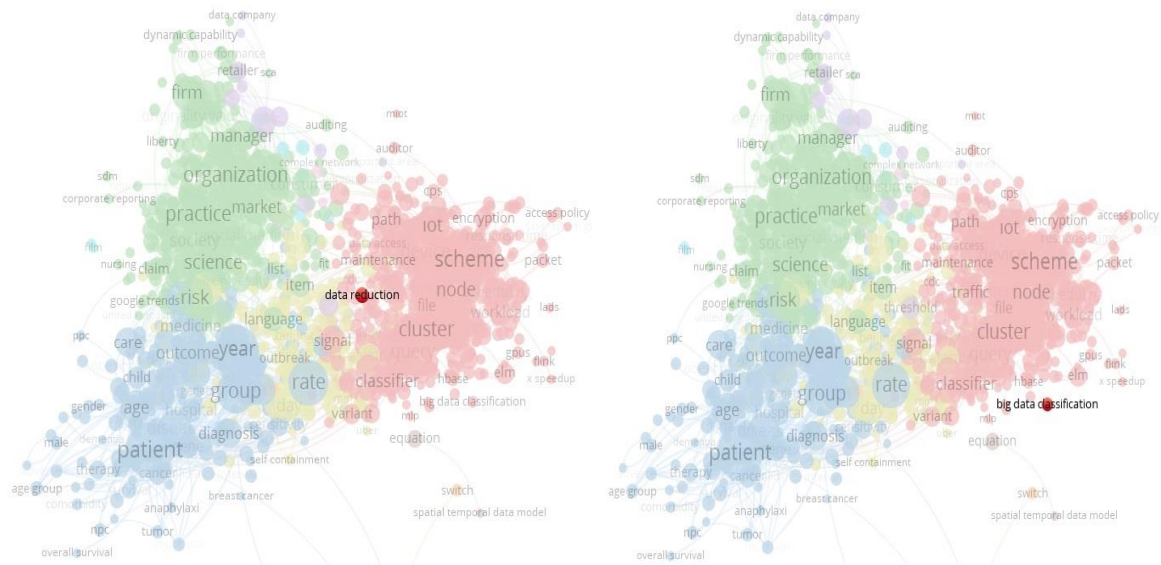
Elde edilen makaleler yayımlandıkları yıl, ülke, alan, yazar ve içerdikleri anahtar kelime değişkenleri yönünden Bibliyometrik Analiz ile düzenlenmiştir. Bibliyometrik Analiz için Olle Persson tarafından 2009 yılında geliştirilen bir tool-box olan BibExcel kullanılmıştır.

Derlenen veri, Sosyal Ağ Analizi Teknikleri ile Pajek ve VOSviewer programları kullanılarak görselleştirilmiştir. Ardından elde edilen görsel ağ haritalarında ağ yapılarına ilişkin sonuçlar belirlenip değerlendirilmiştir. Uluslararası literatürde ülkeler arasında büyük veride boyut indirgeme üzerine yapılmış olan çalışmaların durumları ve Türkiye'nin bu durumdaki konumu araştırılmıştır.

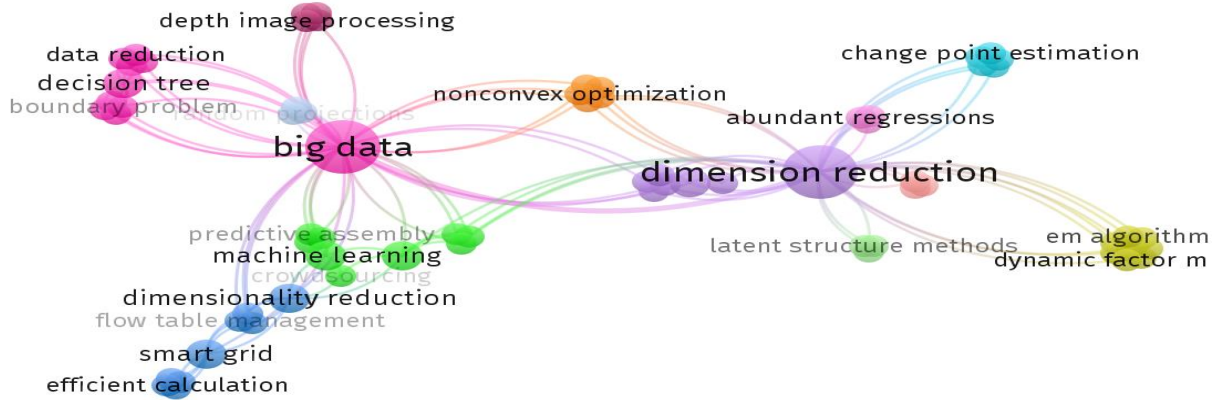
Büyük veride boyut indirgeme çalışmalarının son beş yıl için literatür incelemesi yapıldığında, bu yayınların 2017 yılı itibarı ile ağda görünür hale geldiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, 2017 yılında 25 adet, 2018 yılında 42 adet ve 2019 yılında 53 adet olmak üzere son üç yılda yayınlanmış bulunan 120 makale analiz edilmiştir. Sosyal ağ analizine ait bulgular ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler Arasındaki Sosyal Ağ

2017 yılında yayınlanan makalelerin anahtar kelimeleri arasında oluşan büyük veri, boyut indirgeme ve görselleştirme ilişkisinin ortaya çıkmaya başladığı sosyal ağ yapısı Şekil 1'de verilmiştir.

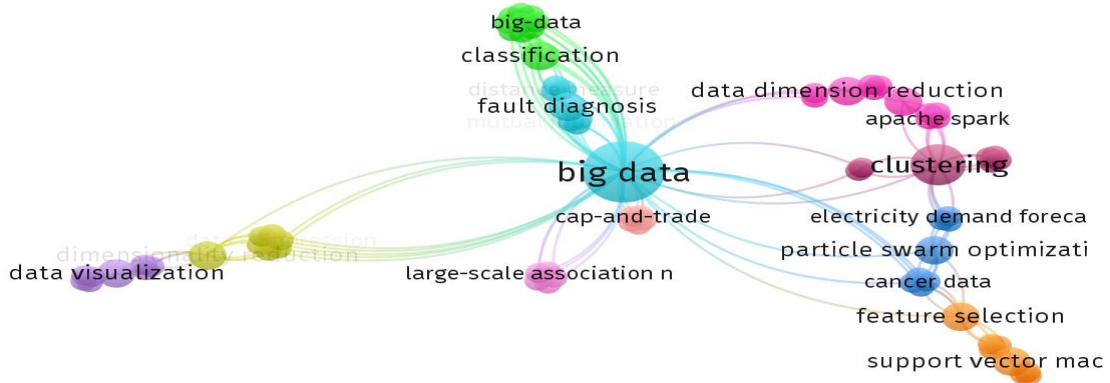


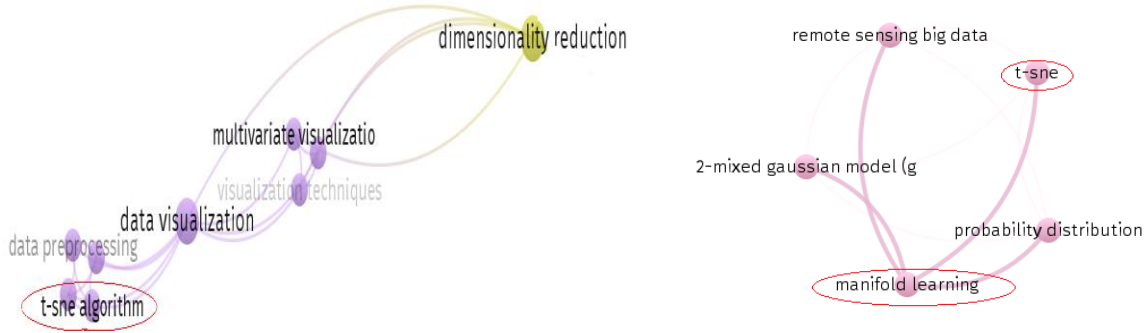
Büyük veri (açık mavi) ve boyut indirgemenin (yeşil) oluşturduğu ağ yapısı deney tasarımı (experimental design) da kapsamaktadır. Büyük veri ve sosyal medya (mavi) ilişkisi de sosyal alanda ortaya çıkan önemli büyük veri yapılanmalarıdır. 2017 yılında, makine öğrenmesi ya da manifold öğrenmenin, büyük veri konulu makalelerin anahtar kelimeleri arasında yer almaması dikkat çekicidir. Ancak makine öğrenmesinin alt dalları olan boyut küçültme ve görselleştirme kelimeleri belirgin bir şekilde konumlanmıştır.



Şekil 5. Makalelerde Kullanılan Anahtar Kelimeler İçin Sosyal Ağ (2018)

2018 yılında, Şekil 5'teki ağın sol alt kümesinde (mavi) büyük veri, boyut indirgeme ve makine öğrenmesi (machine learning) ilişkisi dikkat çekerken; sağ kısmında (mor) yine büyük veri ile bağlantılı olarak yeniden boyut indirgemeyi içeren yeni bir küme yapısı oluşmuştur. Her renk grubunun farklı bir kümelenmeye dikkat çektiği göz önüne alınırsa çalışmalarda boyut ve veri indirgemenin farklı kelime grupları ile birlikte yer aldığı söylenebilir. 2018 yılında makine öğrenmesi ile boyut indirgemenin komşu konumlarda yer alması, boyut indirgeme tekniklerinin makine öğrenmenin veri ön işleme aşamasındaki önemi ile açıklanabilmektedir. Burada dikkat çeken noktalardan bir diğeri ise 2017 yılında ağda öne çıkmayan makine öğrenmesi kavramının 2018 yılında yayınlanan makalelerde kullanılmış olmasıdır.





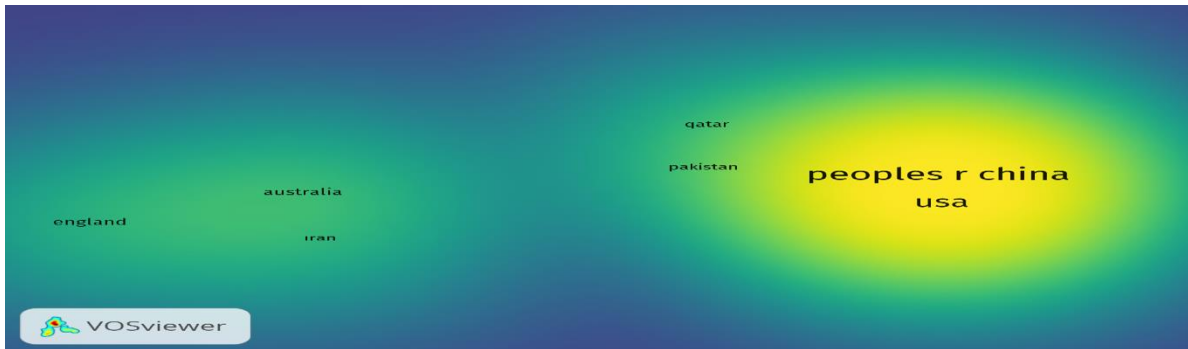
Şekil 6. Makalelerde Kullanılan Anahtar Kelimeler İçin Sosyal Ağ (2019)

2019 yılı itibari ile elde edilen ağın öncelikle sol alt şekilde daha yakından görülebilen kısım (mor) incelendiğinde ağda yakalanan büyük veri boyut indirgeme görselleştirme ve bir boyut indirgeme yöntemi olan t-SNE algoritması ilişkisi kolayca görülebilmektedir. Ardından sağ alt şekilde görüleceği üzere ağın içinde yine t-SNE ve manifold öğrenme ilişkisi açığa çıkmaktadır. Ağın üst kısmında (yeşil) büyük veri, boyut indirgeme, korelasyon, mesafe ölçümü ve sınıflandırma bir grup oluşturmuşlardır. Sağ kısımda ise (pembe) veri boyut indirgemesi, makine öğrenmesi ve kümelemenin bağlantı içinde olduğu söylenebilir. 2017 yılında ağda bulunmayıp 2018 yılında beliren makine öğrenmesi, 2019 yılında yerini alt başlıklarına (boyut küçültme, veri görselleştirme, manifold öğrenme gibi) bırakmıştır.

Çalışmada incelenen ve bir manifold öğrenme yöntemi olan UMAP çok yeni olması nedeni ile Web of Science veri tabanındaki makalelerde yakın zamanda yer almaya başlamış, bu nedenle ağda konumlanamamıştır. Ancak manifold öğrenme, ilk kez 2019 yılı için oluşturulan ağda görünür hale gelmiştir.

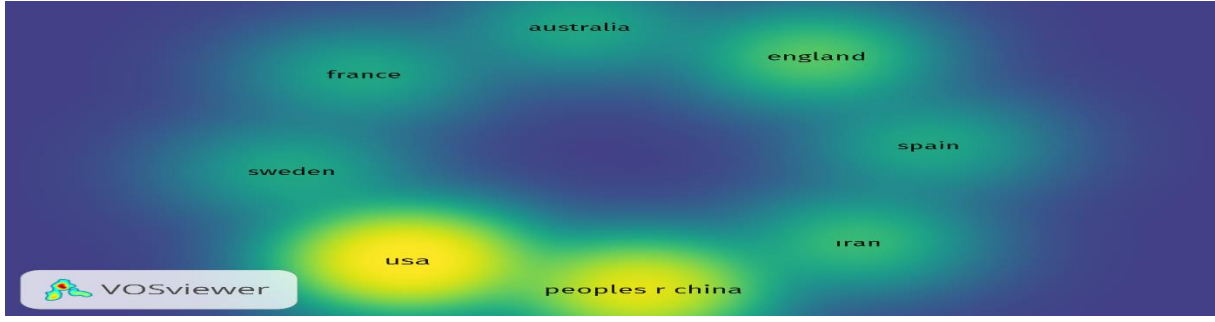
Makalelerin Yayınlandıkları Ülkeler Arasındaki Sosyal Ağ

Şekil 7 değerlendirilecek olursa, büyük veri indirgeme teknikleri 2017 yılında ilk olarak ABD(9) ve Çin(8)'deki çalışmalarda yer almıştır. Yayın sayıları sadece birer adet olsa da aldıkları atıf sayısı diğer ülkelerden daha fazla olan Katar(1) ve Pakistan(1) onlara yakın konumlanmıştır.



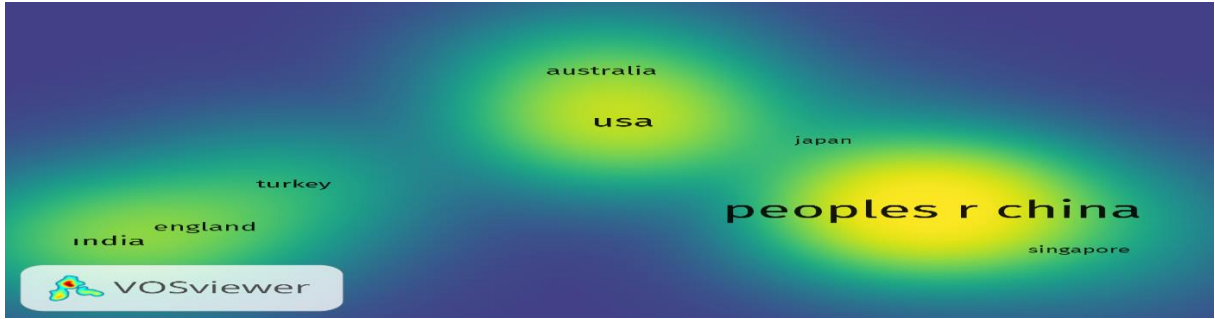
Şekil 7. Makalelerin Yayınlandıkları Ülkeler İçin Sosyal Ağ (2017)

Şekil 8'de görüldüğü gibi 2018 yılında, yine ABD(16) ve Çin(11) önde gelirken, onları İngiltere(4) izlemekte, alınan atıf sayısında da aynı sıra gözlenmektedir.



Şekil 8. Makalelerin Yayınlandıkları Ülkeler İçin Sosyal Ağ (2018)

Şekil 9'a göre ise; 2019 yılında Çin(16) öne geçmiş onu ABD(9), Hindistan(5) ve Türkiye(2) izlemiştir. Burada dikkat çeken bir sonuç sadece 3 adet çalışma ile en çok atfı alan ülkenin İngiltere olması ve ağ yapılarından da görülebileceği gibi onu Hindistan'ın ve Türkiye'nin takip etmesidir.

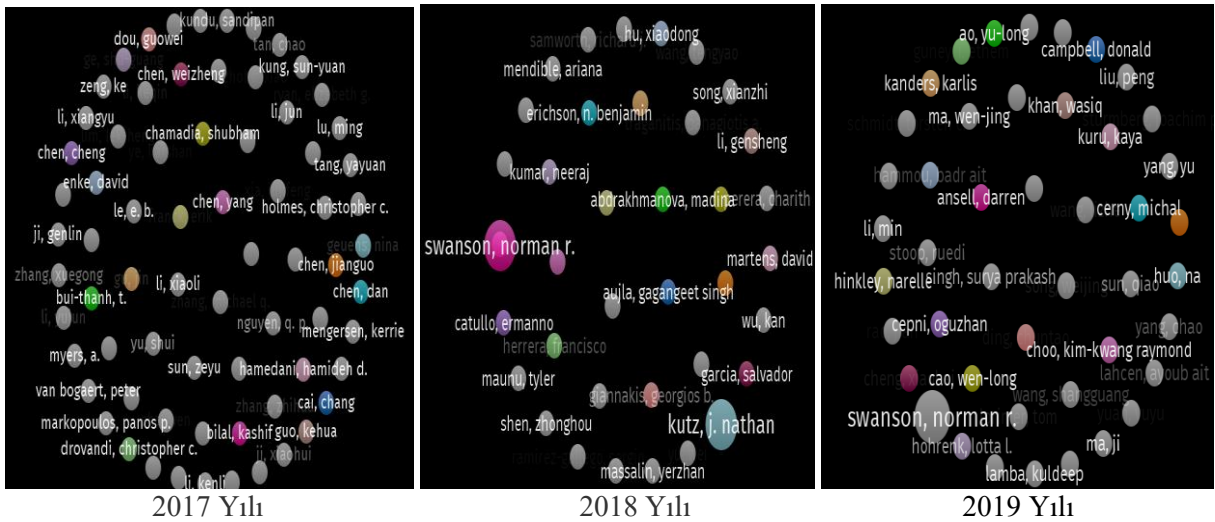


Şekil 9. Makalelerin Yayınlandıkları Ülkeler İçin Sosyal Ağ (2019)

2019 yılında ABD, bahsi geçen ülkelere göre en az sayıda atfı alan ülke olmuştur.

Yazarlar Arasındaki Sosyal Ağ

Şekil 10'da görülebileceği gibi 2017 yılında öne çıkan bir yazar olmamakla beraber, yazar başına yayın sayısı da azdır. 2018 yılında en fazla yayın yapan yazarlar ağda en büyük düğüme de sahip olan Norman R. Swanson ve Kutz J. Nathan iken; 2019 yılında sadece Norman R. Swanson göze çarpmaktadır.



Şekil 10. Yıllara Göre Makalelerin Yazarları Arasındaki Sosyal Ağ

İzleyen yıllarda ağdaki yazar sayısında da yazarlar arası işbirliği sayısında da artış olması beklenir.

6. SONUÇ

Üretilen büyük verinin kaydedilmesi, depolanması, güvenliğinin sağlanması, boyutunun analiz edilebilecek büyüklüklere indirgenmesi ve etkin biçimde görselleştirilmesi gibi konular veri bilimi için önem arz etmektedir. Bu alanda son üç yıllık literatür değerlendirildiğinde, artık t-SNE, UMAP gibi büyük veride boyut indirgeme ve görselleştirme tekniklerinin öne çıktığı anlaşılmaktadır.

Büyük veri ve boyut indirgeme konusunda en fazla akademik çalışma ve toplam atıf sahibi ülkelerin Çin ve ABD olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye’deki araştırmacılar tarafından büyük veri indirgeme teknikleri üzerine gerçekleştirilmiş Web of Sciences’ta taranan henüz çok sayıda makalenin bulunmadığı, 2019 yılı itibari ile ortaya çıkmaya başladığı da tespit edilmiştir.

2017-2019 döneminde yıllara göre ağlar arasında, anahtar kelimelere göre önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Makine öğrenmesi konusu 2017 yılında ağda görünür değilken, 2018 yılı için oluşturulan ağda belirginleşmeye başlamış; 2019 yılına gelindiğinde ise, yerini alt dalları olan manifold öğrenme, boyut indirgeme, veri görselleştirme gibi konulara bıraktığı saptanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular ışığında, 2020 yılı ve sonrasında ortaya çıkan bu yeni alanlarda yapılacak çalışmaların hız kazanacağı ve bu vesile ile büyük veri incelemelerine büyük katkı sağlanacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Atalay, M., & Çelik, E. (2017). Büyük Veri Analizinde Yapak Zeka ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 155-172.
- Balkundi, Prased and Kilduff, Martin (2005). The Ties That Lead: A Social Network Approach to Leadership. *The Leadership Quarterly* 16, (2005), 941-961
- Björneborn, Lennart. (2004). Small-World Link Structures Across An Academic Web Space: A Library And Information Science Approach. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Royal School Of Library, Copenhagen.
- Borgatti, P., Everett, G. and Freeman, C. (2002). Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Borgman, Christine And Furner, Jonathan. (2002). Scholarly Communication And Bibliometrics. *Annual Review Of Information Science And Technology*. Vol 36. Medford, NJ: Information Today, Pp 3-72.
- Cayton, L. (2005). Algorithms for Manifold Learning. *San Diego*.
- Deinbold, Franchis X. (2003). “Big Data” Dynamic Factor Models for Macroeconometric Measurement and Forecasting. Eighth World Congress of the Econometric Society. Cambridge University Press, 115.
- Doğan, Güleda. (2017). Bibliyometri ve Atıf Analizi. Araştırma Yöntemleri. www.acikders.net.
- Everett, Martin G. and Borgatti, Stehpen P., (1999). The Centrality of Groups and Classes. *Journal of Mathematical Sociology*. 23(3): 181-201 9.
- Freeman, Linton C. (2004). The Development of Social Network Analysis: A Study in the Sociology of Science. Vancouver, BC: Empirical Press.
- Gürsakar, N. (2017). *Büyük Veri*. Bursa: Genişletilmiş 3. Baskı. Dora Yayıncılık.
- Gürsakar, N. (2018). *Makine Öğrenmesi*. 1. Baskı. Dora Yayıncılık. Bursa.
- Cayton, L. (2005). Algorithms for Manifold Learning. San Diego, California.
- Doğan, Güleda. (2017). Bibliyometri ve Atıf Analizi. Araştırma Yöntemleri. www.acikders.net.
- Everett, Martin G. and Borgatti, Stehpen P., (1999). The Centrality of Groups and Classes. *Journal of Mathematical Sociology*. 23(3): 181-201 9.
- Feinleib, David. (2014). Big Data Bootcamp. The Big Data Landscape. Apress. Berkeley. CA. eBook Business and Economics.
- Freeman, Linton C. (2004). The Development of Social Network Analysis: A Study in the Sociology of Science. Vancouver, BC: Empirical Press.
- Gürsakar, Necmi. (2017). Büyük Veri. Genişletilmiş 3. Baskı. Bursa: Dora Yayıncılık.

- Kalıkov, Anarbek (2006). Veri Madenciliği ve Bir E-Ticaret Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü
- Ko Kilkon, Jun Lee Kyoung, Park Chisung. (2008). Rethinking Preferential Attcachment Scheme: Degree centrality versus closeness centrality. *Connections*, June 2008, Volume 28, Issue 1.s.4.
- Lee, In and Lee, Kyoochun. (2015). Kelley School of Business Indiana University. Science Direct. Published Elsevier Inc. All rights reserved. *Business Horizons*. 58. 431-440.
- Maaten, L. v., & Hinton, G. (2008). Visualizing Data using t-SNE. *Journal of Machine Learning Research*, 2579-2605.
- Mayer-Schönberger, Viktor ve Cukier, Kenneth. (2013). Büyük Veri Yaşama, Çalışma ve Düşünme Şeklimizi Dönüştürecek Bir Devrim. Çev: B. Aydın. 1. Baskı İstanbul: Paloma Yayınevi.
- McInnes, L., Healy, J., & Melville, J. (2018, Aralık 7). UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction. *arxiv.org*.
- Mohammed, A. F., Humbe, V. T., ve Chowhan, S. S. (2016). A Review of Big Data Environment and its Related Technologies. In *Information Communication and Embedded Systems (ICICES)*, International Conference on (pp. 1-5). IEEE.
- Önal, Gülden, Filiz. (2017). Bildirilerin Bibliyometrik Profili. IX. Ulusal Müzik Eğitimi Sempozyumu. KEFAD cilt 18, Sayı 3. (1079-1097).
- Scott, John P. (2000). *Social Net Work Analysis A Handbook*. Second Edition. Sage Publitions.
- Taşkın, G. (2018). Manifold Öğrenme Yöntemleri ile Hiperspektral Verilerin Sınıflandırmasında Karşılaşılan Zorluklar ve Çözüm Yöntemleri. *Harita Dergisi*, 55-63.
- Tindall, David ve Wellman, Berry. (2001). Canada as Social Structure: Social Network Analysis and Canadian Sociology. 26 (2), s.1-2.
- Tudorica, Bogdan, G. and Bucur, Cristian. (2011). A comparison between several NoSQL databases with comments and notes. *2011 RoEduNet International Conference 10th Edition: Networking in Education and Research*, Iasi. pp. 1-5
- Ukşul, Ertunç. (2016). Türkiye’de Eğitimde Ölçme Ve Değerlendirme Alanında Yapılmış Bilimsel Yayınların Sosyal Ağ Analizi İle Değerlendirilmesi: Bir Bibliyometrik Çalışma. Yüksek Lisans Tezi. Antalya 2016.
- Varihan, H. R. (2013). Beyond Big Data. *NABE Annual Meeting*. San Francisco : <http://people.ischool.berkeley.edu/~hal/Papers/2013/BeyondBigDataPaperFINAL.pdf>.
- Yıldırım, Esen ve Kocarık Gacar, Burcu. (2018). Büyük Veri Konusundaki Akademik Yayınların Bibliyometrik Analizi. Tam Metin 19. *Ekonometri, Yöneylem ve İstatistik Sempozyumu 2018*, Antalya.

Zaman Serilerinde Yargısal Ekstrapolasyona Yönelik Bir Uygulama

Emel ŞIKLAR

Prof. Dr, Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye, esiklar@anadolu.edu.tr

Hamza DOĞAN

Arş. Gör. Dr., Dicle Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye, h_dogan@anadolu.edu.tr

orcid.org/ 0000-0002-4713-8731

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, bireylerin farklı yapılarıdaki zaman serilerinden yargısal ekstrapolasyon yapma konusundaki başarı düzeylerini belirlemektir. Bu amaçla 108 üniversite öğrencisine her biri farklı dizilim içeren üç zaman serisinden yargısal ekstrapolasyon yapmaları için bir test uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan zaman serileri, işletmelerin satış verilerinin yer aldığı ve Eggleton (1976)'nın trend, rassal ve almalı olarak nitelendirdiği üç farklı dizilim içermiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin farklı türdeki zaman serileri için yapmış oldukları yargısal ekstrapolasyonlar karşılaştırılmalı analize tabi tutulmuştur. Diğer taraftan öğrencilerin yapmış oldukları tahminlerin doğruluğuna ilişkin ifade ettikleri güven düzeyleri de zaman serisinin türü bakımından karşılaştırılmıştır. Yargısal ekstrapolasyona yönelik ulusal literatürde kısıtlı çalışma olduğundan bu çalışmanın söz konusu alanda araştırma yapanlara fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yargısal ekstrapolasyon, Yargısal tahminleme, Zaman serileri

JEL Kodları: C53, E27, E37

An Applied Research on Judgmental Extrapolation in Time Series

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the success levels of individuals in making judgmental extrapolation from time series in different structures. For this purpose, 108 university students were given a test to perform judgmental extrapolation from three time series, each containing different sequences. The time series used in the study included three different sequences, which Eggleton (1976) described as trend, random and alternating, with sales data of businesses. At the end of the study, the judgmental extrapolations made by the students for different types of time series were subjected to a comparative analysis. On the other hand, the confidence levels of the students about the accuracy of their forecasts were compared in terms of the type of time series. Since there is limited study in the national literature on judgmental extrapolation, this study is thought to be beneficial for the researchers in this field.

Keywords: Judgmental extrapolation, Judgmental forecasting, Time series

JEL Codes: C53, E27, E37

1. GİRİŞ

İşletmelerde mal ve hizmetlere ilişkin talep tahmini sıklıkla gerçekleştirilen görevlerdendir. İşletmelerin çoğu, envanter yönetimi ve üretim planlaması için gelecek dönemlerdeki faaliyet düzeylerini tahmin etmek durumundadırlar. Geçmiş çalışmalar yargısal tahminlemenin sıklıkla kullanılan bir tahmin yöntemi olduğunu göstermiştir (Lim ve O'Connor, 1995; Mentzer and Cox. 1984). Bunun muhtemel birkaç nedeninin olduğu söylenebilir. Birincisi, insanlar kararlarını kendileri verdiklerinde daha rahat hissetmektedirler (Langer. 1975). Söz konusu durum, ürün tahmini gibi kritik kararlar için de geçerlidir (Lim ve O'Connor, 1995). İkincisi, gerçek hayatta ürünlere ilişkin yapılacak tahminlerde rakipler, üretim sorunları vb. bilgilerin de büyük önem taşımasıdır (Edmundson vd., 1988). Tahmin yapılırken bunların da hesaba katılması gerekmektedir. Son olarak, gerçek hayat zaman serilerinin pür hali için yapılan yargısal ekstrapolasyonlar (eyeballing), en iyi istatistiksel yaklaşımlarla karşılaştırılabilir (Lawrence vd., 1985).

Organizasyonlarda gelecek dönemlere ilişkin talep, maliyet, satış vb. tahminlerde istatistiksel modellerden yararlanılabilir. Bunun için genellikle istatistik tabanlı tahmin yazılımları geliştirilmiştir. Ancak geçmiş çalışmalar, söz konusu yazılımların işletmeler arasında çok yaygın bir biçimde kullanılmadığını göstermiştir. İşletmelerin, maliyet, zaman, veri yetersizliği vb. nedenlerle istatistiksel modellerden yararlanmayıp zaman serisi verilerine dayanarak sezgisel ya da yargısal tahminlerde bulunduğu birçok durumun mevcut olduğu bilinmektedir (Eggerton, 1976). Diğer taraftan tahmin yazılımı kullanan işletmelerin bir kısmının da bu yazılımların ürettiği tahminleri yargısal düzeltmeye tabi tuttukları görülmektedir. Bu sebeple yargısal ekstrapolasyonunun doğasını anlamak oldukça önemlidir.

İstatistiksel akıl yürütmede, insanlar verilerden istatistiksel çıkarımlar yapmak için yargılarını kullanırlar. Zaman serisi yargısal ekstrapolasyon görevlerinde kişiler zaman serisindeki geçmiş veri noktalarından yararlanarak aynı serideki gelecek veri noktalarını tahmin etmek amacıyla yargılarını kullanırlar (Bolger ve Harvey, 1993). Bu alanda yapılan çalışmalar iki kısımda incelenebilir. Bunlardan ilki, ilgili alan bilgisi olmadan pür zaman serisi verilerinden yola çıkarak yargısal ekstrapolasyon içeren çalışmalar, ikincisi ise zaman serisi verilerinin yanı sıra ilgili alan bilgisinin de kullanıldığı yargısal ekstrapolasyon içeren çalışmalardır. İlgili alan bilgisi, geçmişini anlamaya ve geleceği planlamaya yardımcı olmak için kullanılan diğer tüm verilerdir. Bunlara geçmiş ve gelecek tanıtım planları, rakip verileri, üretim verileri ve makroekonomik tahmin verileri vb. örnek olarak verilebilir (Lawrence vd., 2006).

Zaman serisi tahminlerinde istatistiksel yöntemlerin yanı sıra yargısal yöntemlerin de kullanıldığı bilinmektedir. Her iki yaklaşımın avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Bu nedenle her iki yöntemin bütünleştirilmesi düşünülebilir. Zaman serisine ilişkin tahminlerde, uzmanların alanla ilgili bilgiye sahip olması ve yargısal yöntemler ile istatistiksel yöntemlerin uygun bir entegrasyon yaklaşımının seçilerek entegre edilmesi durumunda, tahminlerin doğruluk derecesinin arttığı görülmektedir (Armstrong ve Collopy, 1998).

Alan uzmanlarının, henüz bir zaman serisinde gözlenmemiş olaylar, geçmişte meydana gelen ancak gelecekte tekrarlanması beklenmeyen olaylar veya geçmişte meydana gelmemiş ancak gelecekte gerçekleşmesi beklenen olaylar hakkında bilgi sahibi olmaları durumunda yargısal tahminleme faydalı olmaktadır. Yargıların demirleme, mükerrer hesaplama vb. yanlışlıklar içerebilme riski ise yargısal yöntemlerin dezavantajları arasında sayılabilir (Armstrong ve Collopy, 1998). Tahminlemede kullanılan istatistiksel yöntemler söz konusu yanlışlıklara daha az eğilimlidir ve geçmiş verileri etkin bir şekilde kullanırlar. İstatistiksel yöntemler güvenilir olup aynı veriler için aynı tahminleri üretirler. Burada zaman serisinin gelir veya maliyetle ya da iyi veya kötü gelişmelerle ilgili olup olmadığının hiçbir önemi yoktur. Ancak istatistiksel süreçler, sadece kendilerine sunulan verilerden tahmin ürettiklerinden miyop bir bakış açısı sunmaktadırlar (Armstrong ve Collopy, 1998).

İstatistiksel akıl yürütme görevlerinde performans genellikle Tversky ve Kahneman (1974) tarafından geliştirilen “höristikler ve yanlışlıklar” yaklaşımı kapsamında yorumlanmaktadır. İnsanların, bu

görevlerde tipik olarak mevcut olan bellek yükünü ve hesaplama karmaşıklığını azaltmak için hüristikler (heuristics) olarak adlandırdıkları çeşitli zihinsel kısa yollar kullandıkları bilinmektedir. Ancak söz konusu bilişsel faydanın da bir maliyeti vardır. Çünkü hüristiklerin kullanımı yargıda yanlılıklara (biases) neden olmaktadır (Bolger ve Harvey, 1993).

Bireyler aynı zaman serisinde geçmiş veri noktalarından hareketle gelecek veri noktalarını tahmin ederken “çapalama ve ayarlama” hüristiklerini kullanırlar (Bolger ve Harvey, 1993). Bu hüristikler özetle karar verme sürecinde, genellikle belirli bir (alakalı veya alakasız) başlangıç noktasından (çapa) başlayıp, bu nokta üzerinde ayarlamalar yaparak nihai kararlarımıza vardığımızı belirtir (Gönül, 2013). Geçmiş çalışmalar, insanların serideki son veri noktasını zihinsel bir çapa olarak kullandıklarını ve daha sonra serinin temel özelliklerini de hesaba katarak bu çapadan uzaklaşmak suretiyle ayarlama yaptıklarını göstermiştir (Harvey, 2007). Serinin durağan olması durumunda uzun dönem ortalamasının da çapa noktası olarak kullanıldığı görülmektedir (Andreassen ve Kraus, 1990; Lawrence vd., 2006).

Çapalama ve ayarlama hüristikleri insanların zaman içinde bir seri biçimde aldıkları bilgileri entegre etmelerine olanak tanır (Anderson, 1981, 1991’den aktaran Bolger ve Harvey, 1993). Genel olarak bu entegrasyonu gerçekleştirmenin iki yolu bulunmaktadır. Bunlardan ilki ekleme modeli olarak isimlendirilen ve ayarlamaların çapa noktasına bazı niceliklerin eklenerek veya çıkarılarak yapıldığı modeldir. Diğer model ise ortalama model olarak isimlendirilen ve çapa noktası ile bazı niceliklerin ağırlıklı ortalamasının alındığı modeldir (Bolger ve Harvey, 1993). Ancak çapa noktasından yapılan ayarlamalar genellikle yetersiz olup ayarlamalar sonucunda yapılan tahminler yanlıdır (Harvey, 2007; Lim ve O’Connor, 1995).

İnsan yargısı, tahminin doğruluğuna ilişkin katkı sağlayacağı gibi tahminlerde yanlılıklara ve sapmalara da neden olabilmektedir. Bu alanda yapılan çalışmaların çoğu insan yargısının güçlü ve zayıf yönlerini anlamaya ve bunları yönetmeye yöneliktir (Lawrence vd., 2006). Bu çalışmanın amacı da, bireylerin farklı yapılarıdaki zaman serilerinden yargısal ekstrapolasyon yapma konusundaki başarı düzeylerini belirlemektir. Başka bir deyişle çalışmada, bireylerin zaman serisi verilerinden yola çıkarak gelecek dönemlere ilişkin yaptığı yargısal tahminler ile istatistiksel modeller yardımıyla elde edilen tahminlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin farklı türdeki zaman serileri için yapmış oldukları yargısal ekstrapolasyonlar karşılaştırılmalı analize tabi tutulmuştur. Diğer taraftan öğrencilerin yapmış oldukları tahminlerin doğruluğuna ilişkin ifade ettikleri güven düzeyleri de zaman serisinin türü bakımından karşılaştırılmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Örneklem

Uygulama, Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde öğrenim gören 108 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Katılımın tamamen gönüllülük esasına dayandığı araştırmaya 60 kadın, 48 erkek öğrenci katılmıştır. Katılımcıların yaşları 19 ila 26 arasında (medyan yaş= 21) değişmektedir.

2.2. Veri Toplama Araçları

Öğrencilere yargısal ekstrapolasyon yapmaları için her biri farklı dizilim içeren üç zaman serisinin yer aldığı bir test formu sunulmuştur. Bu testte kullanılan ve Tablo 1’de verilen zaman serileri, işletmelerin satış verilerinin yer aldığı ve Eggleton (1976)’nın trend, rassal ve alması olarak nitelendirdiği üç farklı dizilim içermiştir. Diğer taraftan katılımcıların yargısal tahminlerine ilişkin güven düzeylerinin ölçülmesi amacıyla testte 7’li likert tipi sorular da (Tablo 2) sorulmuştur.

Tablo 11. Çalışmada kullanılan zaman serileri

Yıllar	Trend	Rassal	Almaşık
2003	128	144	129
2004	121	132	149
2005	129	121	139
2006	132	131	142
2007	131	142	131
2008	139	149	144
2009	144	128	121
2010	142	146	153
2011	144	129	132
2012	149	144	144
2013	146	153	128
2014	153	139	146
2015	?	?	?
Ortalama	138.17	138.17	138.17
Standart sapma	9.79	9.79	9.79
Varyans	95.79	95.79	95.79

Tablo 12. Tahminlere ilişkin güven düzeyi için likert tipi soru

Bu tahmininizden ne kadar eminsiniz?



Katılımcıların gelecek yıla ilişkin talep tahminlerinin bir zaman serisi analistinin tahmin edebileceği tahminlerle karşılaştırılmasını sağlamak için üç farklı dizinin her birine en uygun istatistiksel zaman serisi modelleri oluşturulmuş ve bu modellerden üretilen tahminler Tablo 3'te gösterilmiştir. Trend, rassal ve almaşık diziler için uygun modeller sırasıyla, driftli rassal yürüyüş modelleri, sabit ortalama modeller ve birinci dereceden otoregresif modellerdir (Eggleton, 1976).

2.3. Uygulama

Sınıf ortamında kâğıt-kalem kullanılarak yapılan uygulamada, öncelikle çalışmanın amacının bireylerin yargısal tahminleme konusundaki başarı düzeyinin belirlenmesi olduğu açıklanmıştır. Daha sonra öğrencilerden, üç farklı ürün satışı yapan bir işletmede talep tahmininden sorumlu bir yönetici olduklarını varsaymaları, bu ürünlerin 2003-2014 yılları arasındaki satış miktarlarından yararlanarak 2015 yılı satış miktarlarını tahmin etmeleri ve bu tahminlerden ne kadar emin olduklarına dair 1'den 7'ye kadar bir derecelendirme yapmaları istenmiştir. En iyi tahminleri (istatistiksel tahminlere en yakın) yapacak ilk 20 katılımcıya çift kişilik sinema bileti ödülü verileceği söylendikten sonra test formları dağıtılmıştır. Uygulama yaklaşık 18 dakikada tamamlanmıştır. Uygulama tamamlandıktan hemen sonra katılımcılara çalışmanın amacı hakkında detaylı bir biçimde bilgi verilmiş ve gösterdikleri gayret için teşekkür edilmiştir. Daha sonra ödül almaya hak kazanan katılımcılara ödülleri verilmiştir.

2.4. Verilerin Analizi

Öğrencilerin yapmış oldukları yargısal tahminler ile uygun istatistiksel modellerden elde edilen tahminler karşılaştırmalı analize tabi tutulmuştur. Bunun için tek örneklem t testi uygulanmıştır. Farklı dizilimlerden oluşan zaman serilerinden yapılan yargısal tahminler de kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Bunun için tekrarlı ölçümler ANOVA uygulanmıştır. Diğer taraftan öğrencilerin söz konusu dizilerden yaptıkları yargısal tahminlerden emin olma düzeyleri de karşılaştırmalı analize tabi tutulmuştur. Bunun için de tekrarlı ölçümler ANOVA uygulanmıştır.

3. BULGULAR

Öğrencilerin 2015 yılına ilişkin yargısal tahminlerinin ortalaması, bu tahminlerinden emin olma düzeylerinin ortalaması ve uygun istatistiksel modellerden elde edilen tahminler Tablo 3’te verilmiştir. Buna göre trend serisi için yapılan yargısal tahminler ile istatistiksel tahminler arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir [$t(104) = -0.356$, $p > 0.05$]. Rassal seri için yapılan yargısal tahminlerin istatistiksel tahminlerden anlamlı bir biçimde yüksek olduğu tespit edilmiştir [$t(97) = 6.42$, $p < 0.001$]. Benzer şekilde alması seri için yapılan yargısal tahminlerin istatistiksel tahminlerden anlamlı bir biçimde yüksek olduğu tespit edilmiştir [$t(100) = 6.80$, $p < 0.001$].

Farklı dizilimlerin yargısal tahmine etkisini incelemek amacıyla yapılan tekrarlı ölçümler ANOVA sonucunda dizi türünün yargısal ekstrapolasyona anlamlı etkisi olduğu görülmüştür [$F(1.772, 166.581) = 80.60$, $p < 0.001$]. Yapılan çoklu karşılaştırma sonucunda trend dizilimden yapılan yargısal tahminlerin hem rassal dizilimden hem de alması dizilimden anlamlı bir biçimde yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.001$). Diğer taraftan alması dizilimden yapılan yargısal tahminlerin rassal dizilimden anlamlı bir biçimde yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.001$).

Farklı dizilimlerin yargısal tahminden emin olma düzeyine etkisini incelemek amacıyla yapılan tekrarlı ölçümler ANOVA sonucunda dizi türünün yargısal tahminden emin olma düzeyine anlamlı etkisi olduğu görülmüştür [$F(2, 188) = 3.41$, $p < 0.05$]. Yapılan çoklu karşılaştırma sonucunda trend dizilimden yapılan yargısal tahminlere ilişkin güven düzeyinin hem rassal dizilimden hem de alması dizilimden anlamlı bir biçimde yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Diğer taraftan alması dizilimden yapılan yargısal tahminlere güven düzeyi ile rassal dizilimden yapılan yargısal tahminlere güven düzeyi arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

Her üç zaman serisi türü için tahminlere ilişkin güven düzeyi ortalaması ile ölçek orta noktası (4) arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

Tablo 3. 2015 yılı için yapılan yargısal tahminlerin ortalaması, tahminlerden emin olma düzeylerinin ortalaması ve istatistiksel tahminler

Yıllar	Trend	Rassal	Alması
2003	128	144	129
2004	121	132	149
2005	129	121	139
2006	132	131	142
2007	131	142	131
2008	139	149	144
2009	144	128	121
2010	142	146	153
2011	144	129	132
2012	149	144	144
2013	146	153	128
2014	153	139	146
2015 yılı yargısal tahmin ortalaması	155.10	144.84	139.04
Standart sapma	5.02	10.28	11.16
Tahminlerden emin olma düzeylerinin ortalaması	4.25	3.85	3.90
Standart sapma	1.66	1.74	1.89
2015 yılı istatistiksel tahmin	155.27	138.17	131.49

4. SONUÇ

Çalışma sonucunda öğrencilerin trend serilerinde, uygun istatistiksel modellerin ürettiği tahmine çok yakın yargısal tahmin yaptıkları gözlenmiştir. Ancak aynı başarıyı rassal ve alması serilerde gösteremediği tespit edilmiştir. Öğrencilerin rassal ve alması serilerde istatistiksel tahminlerden daha

yüksek tahmin yaptıkları gözlenmiştir. Diğer taraftan trend serilerinde öğrencilerin tahminlerinden, rassal ve almasıık serilere kıyasla, daha emin oldukları göze çarpmıştır.

Öğrencilerin en yüksek tahminleri sırasıyla trend, rassal ve almasıık seriler için yaptığı ve bu sıranın istatistiksel tahminler için de geçerli olduğu görülmektedir. Ayrıca yargısal tahminlere ilişkin güven düzeylerine bakıldığında üç zaman serisi türü için de güven düzeylerinin ölçek orta noktasına çok yakın olduğu görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin serinin dizilimi ne olursa olsun tahminlerinden orta düzeyde emin oldukları söylenebilir.

Yargısal ekstrapolasyona yönelik ulusal literatürde kısıtlı çalışma olduğundan bu çalışmanın söz konusu alanda araştırma yapanlara fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Andreassen, P. B., & Kraus, S. J. (1990). Judgmental extrapolation and the salience of change. *Journal of forecasting*, 9(4), 347-372.
- Armstrong, J. S., & Collopy, F. (1998). Integration of statistical methods and judgment for time series forecasting: Principles from empirical research.
- Bolger, F., & Harvey, N. (1993). Context-sensitive heuristics in statistical reasoning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 46(4), 779-811.
- Edmundson, B., Lawrence, M., & O'Connor, M. (1988). The use of non-time series information in sales forecasting: A case study. *Journal of Forecasting*, 7(3), 201-211.
- Eggleton, I. R. (1976). Patterns, prototypes, and predictions: an exploratory study. *Journal of Accounting Research*, 68-131
- Gönül, M. (2013). A popular and Important tool for Forecast Users: Judgmental Adjustments. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(2), 73-93.
- Harvey, N. (2007). Use of heuristics: Insights from forecasting research. *Thinking & Reasoning*, 13(1), 5-24.
- Langer, E. J. (1975). The illusion of control. *Journal of personality and social psychology*, 32(2), 311.
- Lawrence, M. J., Edmundson, R. H., & O'Connor, M. J. (1985). An examination of the accuracy of judgmental extrapolation of time series. *International Journal of Forecasting*, 1(1), 25-35.
- Lawrence, M., Goodwin, P., O'Connor, M., & Önköl, D. (2006). Judgmental forecasting: A review of progress over the last 25 years. *International Journal of forecasting*, 22(3), 493-518.
- Lim, J. S., & O'Connor, M. (1995). Judgmental adjustment of initial forecasts: Its effectiveness and biases. *Journal of Behavioral Decision Making*, 8(3), 149-168.
- Mentzer, J. T., & Cox Jr, J. E. (1984). Familiarity, application, and performance of sales forecasting techniques. *Journal of Forecasting*, 3(1), 27-36.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *science*, 185(4157), 1124-1131

Borsa İstanbul'da Endekslenen Gayrimenkul Yatırım Ortaklıklarının Toplam Faktör Verimliliğinin Analizi

M. Esra ATUKALP

Giresun Üniversitesi, Giresun, Türkiye, esra.atukalp@gmail.com
orcid.org/0000-0001-8412-1448

Gülay Çizgici AKYÜZ

Trabzon Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, gulayakyuz@trabzon.edu.tr
orcid.org/0000-0002-7594-1994

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Borsa İstanbul'da endekslenen gayrimenkul yatırım ortaklıklarının finansal etkinliklerini ve toplam faktör verimliliğini analiz etmektir. Analiz, girdi odaklı veri zarflama analizi ve Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ile yapılmıştır. İnceleme, 2014-2018 dönemini kapsayan 5 yıllık süreç için gerçekleştirilmiştir. Gayrimenkul yatırım ortaklıkları ele alınırken, toplam faktör verimliliğinin belirlenmesinde dengeli panel veri oluşturmak amacıyla endekste yer alan gayrimenkul yatırım ortaklıklarından 16 tanesi belirlenmiştir. Veri zarflama analizi sonuçlarına göre, 2014-2018 döneminde Akmerkez, Alarko, Ata, Emlak, Panora, Torunlar ve Yeni Gimat GYO teknik (saf) etkinliğe sahip olup, Akmerkez, Panora ve Yeni Gimat GYO ise ölçek etkinliğine de sahiptir. Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi sonuçlarına göre ise Akiş, Alarko, Ata, Deniz, Doğuş, Halk, İş, Panora ve Torunlar GYO ise toplam faktör verimliliğine sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı, Toplam Faktör Verimliliği, BİST

JEL Kodları: G23, D24, C67

Analysis of Total Factor Productivity of Real Estate Investment Trusts Indexed in Borsa Istanbul

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the financial efficiency and total factor productivity of the real estate investment trusts indexed in Borsa Istanbul. This analysis was performed with input-oriented data envelopment analysis and Malmquist total factor productivity index. The research was conducted for a 5-year time course, which covers the period 2014-2018. While considering real estate investment trusts, 16 real estate investment trusts in the index have been defined in order to create balanced panel data in the determination of total factor productivity. According to the results of data envelopment analysis, in 2014-2018 period Akmerkez, Alarko, Ata, Emlak, Panora, Torunlar and Yeni Gimat REIT have technical (pure) efficiency; and Akmerkez, Panora and Yeni Gimat REIT have also scale efficiency. According to the results of Malmquist total factor productivity index, Akiş, Alarko, Ata, Deniz, Doğuş, Halk, İş, Panora and Torunlar REIT have total factor productivity.

Keywords: Real Estate Investment Trust, Total Factor Productivity, BIST

JEL Codes: G23, D24, C67

1. GİRİŞ

Son yıllarda finansal piyasalarda yaşanan gelişmeler finansal hizmetler sektörün pazar yapısının hızla değişmesine neden olmuştur. Finansal hizmetler sektöründeki en dinamik dönüşümlerden biri gayrimenkul sektöründe yaşanan yapısal ve kurumsal değişikliklerdir. Gayrimenkul yatırım ortaklığı (GYO), gayrimenkullere, gayrimenkul projelerine, gayrimenkule dayalı haklara, gayrimenkule dayalı sermaye piyasası araçlarına yatırım yapmak ve sermaye piyasası kurulu tarafından belirlenen diğer varlık ve haklardan oluşan portföyü işletmek amacıyla faaliyetlerde bulunabilen sermaye piyasası kurumudur. GYO'lar yüksek getirili gayrimenkullere ve projelerine yatırım yaparak, kira geliri elde ederek ve gayrimenkul alım satımı yaparak kazanç elde etmektedirler. GYO hem bireysel yatırımcılar için hem de satın alma yoluyla gayrimenkul sahibi olmak istemeyen kurumsal yatırımcılar için alternatif ve daha az riskli bir yatırım seçeneği sunmaktadır. GYO'lar, faaliyetleri sonucunda elde ettikleri kâr ortaklara kâr payı olarak dağıtmaktadırlar. Böylece GYO, hisse senedi satın alarak ortak olan gayrimenkul yatırımcılarına yüksek getirili gayrimenkullerin getirilerinden beklenen likiditeyi sunmakta ve sermaye kazançlarından pay almalarını sağlamaktadır. Halka açık GYO'lar, borsada işlem gören hisse senetleri nedeniyle küçük yatırımcıların gayrimenkul piyasalarında faaliyet göstermesine olanak sağlamaktadır. Buna karşın halka açık GYO'lar rekabetçi ve devamlılık sağlayan getirileri ile düşük yatırım riski tercih eden yatırımcılardan önemli miktarda fon sağlamaktadırlar.

Finansal piyasalarda yaşanan gelişmelere paralel olarak sermaye piyasası geliştikçe yatırımcılar yatırımlarını yüksek getiri ve kabul edilebilir risk düzeylerine sahip GYO pazarındaki alternatiflere yönlendirme eğilimindedirler. Bireysel ve kurumsal yatırımcıların yatırım portföyündeki GYO yatırımlarının performans ölçümü, kâr ve beklenen getiri açısından en tatmin edici sonucu alması açısından büyük önem taşımaktadır. Kârlılık ve risk/getiri özellikleri açısından GYO'ların verimliliğinin yatırım portföyünün oluşturulmasından önce değerlendirilmesi gerekmektedir. Finansal göstergeler, bir işletmenin finansal performansını temsil etmekte, ancak işletme verimliliğini değerlendirmek için bazı durumlarda yeterli olmamaktadır. GYO'nun performansı, etkinlik ve verimlilik ölçümü kullanılarak da belirlenebilmektedir. İşletmelerin faaliyetleri sonucunda kazandıkları kâr finansal performansı temsil etmekte, bununla birlikte sermaye, emek, hammadde gibi üretim kaynaklarının verimli olarak kullanılıp kullanılmadığını tam olarak yansıtmamaktadır. Basit bir tanımla verimlilik, belirli miktarda girdiye karşılık bir sistemin belirli miktarda çıktı üretmedeki başarısı olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla bir işletmenin aynı veya daha az girdiye karşılık, daha fazla çıktı üretmesi daha fazla verimliliğe ve etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Gayrimenkul sektöründe yaşanan gelişmeler işletmelerin verimliliklerinin ve etkinlik düzeylerinin araştırılmasını gündeme getirmiştir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, Borsa İstanbul'da endekslenen (XGMYO) gayrimenkul yatırım ortaklıklarının finansal etkinliklerini ve toplam faktör verimliliğini analiz etmek ve bulguları ortaya koymaktır. Analiz, girdi odaklı veri zarflama analizi ve Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ile 2014-2018 dönemi verileri esas alınarak, endekste yer alan 16 gayrimenkul yatırım ortaklığı için yapılmıştır. Çalışmanın geri kalan kısmı şu şekilde düzenlenmiştir: İkinci bölüm olan literatür incelemesinde gayrimenkul yatırım ortaklıklarının etkinliklerini veri zarflama analizi yöntemi ve toplam faktör verimliliği endeksi ile inceleyen çalışmalara değinilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan yöntem ve veri seti açıklanmış ve analiz sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Son bölümde ise analiz sonuçları yorumlanmış ve önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Gayrimenkul yatırım ortaklıklarının etkinlik ve verimliliklerini veri zarflama analizi ve Malmquist toplam faktör verimliliği analizi yöntemi ile inceleyen uluslararası literatürde ve Türkiye'de yapılmış çalışmalardan bazıları Tablo 1'deki gibi özetlenmiştir.

Tablo 1. GYO'lara İlişkin Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Çalışmaları

Yazar (Yıl)	Dönem	Girdi	Çıktı
Anderson, Fok, Zumpano ve Elder (1998)	1990-1991	Satış Personeli Sayısı Satış Dışı Çalışan Sayısı Ofis Sayısı Reklam ve Tanıtım Giderleri Diğer Giderler	Model 1: Satış İşlemleri Model 2: Satış İşlemleri Kayıt İşlemleri
Anderson, Fok, Springer ve Webb (2002)	1992-1996	Faaliyet Giderleri Genel Yönetim Giderleri Finansman Giderleri Yönetim Ücretleri	İpotek Öz Sermaye Diğer Varlıklar
Lewis, Springer ve Anderson (2003)	1995-1997	Toplam Giderler Toplam Borç/Toplam Varlıklar Prop-Index, Herfindahl Index (Çeşitlendirme Derecesi) Mülkiyet	Panel A: Toplam Varlıklar Panel B: Piyasa Kapitalizasyonu
Anderson, Brockman, Giannikos ve McLeod (2004)	1997-2001	Yatırımcının Yatırım Tutarı	Yatırımcının Yıllık Getiri
Yılmaz Türkmen (2011)	2007-2010	Genel Yönetim Gideri Pazarlama, Satış ve Dağıtım Gideri (Toplam Borç - Alınan Sipariş Avansları) / Net Aktif Değer	Net Aktif Değer Net Dönem Kârı
Zheng, Chau ve Hui (2011)	2009	Kayıtlı Sermaye Çalışan Sayısı Varlık Değeri İşletme Maliyeti	Net Kâr Toplam Gelir
Harun, Tahir ve Zaharudin (2012)	2007-2009	Genel Yönetim Giderleri Yönetim Ücreti Faiz Giderleri Faaliyet Giderleri	Toplam Aktifler Toplam Gelirler Net Aktif Değer
Wong, Gholipour ve Bazrafsha (2012)	2009-2010	Faaliyet Giderleri Çalışan Sayısı Kayıtlı Sermaye Toplam Aktifler	Net Kâr Toplam Gelir
Aytekin ve Kahraman (2015)	2008-2012	Genel Yönetim Giderleri Finansman Giderleri Ödenmiş Sermaye	Net Aktif Değer Net Dönem Kârı Piyasa Değeri
Karakaya ve Maraş (2016)	2014	Faaliyet Giderleri Öz Sermaye Finansman Giderleri	Net Aktif Değer Piyasa Değeri
Chuweni ve Eves (2016)	2013-2014	Faiz Giderleri Gayrimenkul İşletme Giderleri	Toplam Aktifler
Karakaya (2017)	2015	Finansman Giderleri Faaliyet Giderleri Öz Sermaye	Net Aktif Değer Toplam Gelirler
Münyas (2018)	2011-2017	Asit Test Oran Özsermaye Çarpanı Finansal Kaldıraç Aktif Devir Hızı Alacak Devir Hızı	Net Kâr Marjı Fiyat / Kazanç Hisse Başına Kâr
Chuweni, Isik ve Blake (2019)	2007-2015	Toplam Aktif	Faiz Gideri Faaliyet Giderleri Genel Yönetim Gideri

3. GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIKLARININ ETKİNLİK VE TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİNİN ANALİZİ

3.1. Yöntem ve Veri Seti

Çalışmada, Borsa İstanbul'da (BİST) endekslenen gayrimenkul yatırım ortaklıklarının finansal etkinlikleri ve toplam faktör verimlilikleri analiz edilmiştir. Bunun için yöntem olarak araştırmacılar tarafından yaygın kullanıma sahip veri zarflama analizi ve Malmquist toplam faktör verimliliği analizi yöntemlerinden yararlanılmıştır.

3.1.1. Veri Zarflama Analizi

Veri zarflama analizi (VZA), etkinlik analizlerinde kullanılan; aynı tür girdiler kullanarak aynı tür çıktılar üreten karar verme birimlerinin (KVB) etkinliklerini karşılaştırmalı olarak ölçmekte olan parametrik olmayan bir yöntemdir. Veri zarflama analizinde temel olarak kullanılan yöntemler;

- Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilen ve etkinliği, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında ölçmekte olan CCR modeli,
- Banker, Charnes ve Cooper (1984) tarafından geliştirilen ve etkinliği, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında ölçmekte olan BCC modeli,

olarak sıralanabilir. VZA'da, girdi odaklı ve çıktı odaklı modeller ile etkinlik sınaması yapılabilmektedir. Her iki model, girdi ve çıktı odaklı olarak analiz edilebilmektedir.

Girdi odaklı dual CCR ve BCC modelleri (1) no'lu eşitlikte verilmiştir (Banker, Cooper, Seiford, Thrall ve Zhu, 2004).

$$E_k = \min \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{CCR modelinin kısıtları;} \quad & \theta x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- = 0 \\ & y_{ro} - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ = 0 \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BCC modelinin kısıtları;} \quad & \theta x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- = 0 \\ & y_{ro} - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ = 0 \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \end{aligned}$$

s : çıktı sayısı

m : girdi sayısı

E_k : etkinliği ölçülen k'nci karar verme biriminin etkinlik değeri

θ : k'nci karar verme biriminin girdilerinin radyal olarak ne kadar azaltılabileceğini ifade eden büzülme katsayısı

s_i^- : k'nci karar verme biriminin i'inci girdisine ait atıl değer

s_r^+ : k'nci karar verme biriminin r'inci çıktısına ait atıl değer

λ_j : j'inci karar verme biriminin aldığı yoğunluk değeri

ε : pozitif küçük bir değer

Girdi odaklı ölçeğe göre değişken getiri (BCC) modelinde, incelenen KVB'ler teknik (saf) etkinliğe sahiptir. Etkin olduğu belirlenen KVB'lerin belirli çıktının meydana gelmesinde en uygun düzeyde girdi kullandıkları kabul edilmektedir. Ölçeğe göre sabit getiri modeli (CCR) sonucunda etkin bulunan KVB'ler ise teknik etkinliğe ve ayrıca ölçek etkinliğine sahiptirler. Ölçek etkinliği, KVB'lerin uygun ölçekte üretim yapmaları olarak ifade edilebilir.

3.1.2. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Analizi

Veri zarflama analizinin statik bir analiz olması nedeniyle KVB'lerin etkinlikleri yıl baz alınarak belirlenebilmektedir. Ele alınan inceleme dönemi süresinde yıllar itibariyle söz konusu olabilecek değişikliklerin ele alınabilmesi doğrultusunda, döneminin baz alınarak etkinlik değerlendirmesinin dikkate alındığı yöntem olarak toplam faktör verimlilik endeksi kullanılmaktadır.

Verimlilik analizlerinde araştırmalar tarafından yaygın olarak kullanılan, Malmquist toplam faktör verimliliği (MTFV) endeksidir. Caves ve diğerleri tarafından geliştirilen endekse, uzaklık fonksiyonları yardımıyla endeks kurma fikrini ilk ortaya koyan Sten Malmquist'in ismi verilmiştir (Cingi ve Tarım, 2000). MTFV endeksinde üretim teknolojisi, kâr maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonu gibi hedefler belirtilmeden, miktar bilgilerine dayanarak tanımlanmaktadır (Fare, Grosskopf, Norris ve Zhang, 1994; Cingi ve Tarım, 2000).

Malmquist TFV endeksine göre hesaplanan verimlilik değişimleri, toplam teknik etkinlikteki (TTED) ve teknolojiye bağlı değişim (TD) bağlıdır. Toplam teknik etkinlikteki değişim ise saf teknik etkinlikteki (STED) ve ölçek etkinliğindeki değişimin (ÖED) bir bileşenidir. Buna göre, temel bileşenleri vasıtasıyla Malmquist TFV formül (2)'de özetlendiği gibi belirlenebilir.

$$TFVD = TTED \times TD \quad \text{ve} \quad TTED = STED \times ÖED \quad (2)$$

Malmquist TFV'nin esas alınan t dönemi ve izleyen t+1 dönemi arasındaki girdi odaklı geometrik ortalaması, (3) no'lu eşitlikte verildiği gibi girdi odaklı toplam teknik etkinlikteki değişiklik ve girdi odaklı teknolojik değişim kullanılarak hesaplanabilir (Lee, Lee, ve Lim, 2011).

$$M_I = \left(\frac{E_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_I^t(x^t, y^t)} \right) \cdot \sqrt{\left(\frac{E_I^t(x^t, y^t)}{E_I^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{E_I^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right)} \quad (3)$$

x_t = t dönemindeki girdi vektörü x_{t+1} = t+1 dönemindeki girdi vektörü
 y_t = t dönemindeki çıktı vektörü y_{t+1} = t+1 dönemindeki çıktı vektörü

Malmquist endeksinin 1'den büyük hesaplanması verimlilikte artış olduğu, endeksin 1'den küçük bir değer alması ise performansın düşmesi şeklinde yorumlanabilmektedir.

3.1.3. Veri Seti

Analiz, çıktılar sabit tutulurken girdilerin azaltılması sonucu etkinliğin söz konusu olduğu, girdi odaklı yaklaşım içeren veri zarflama analizi ve Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ile gerçekleştirilmiş olup, 2014-2018 dönemini kapsayan 5 yıllık süreç için ele alınmıştır.

Borsa İstanbul'da endekslenen gayrimenkul yatırım ortaklıkları ele alınırken, toplam faktör verimliliğinin belirlenmesinde dengeli panel veri oluşturmak amacıyla endekste yer alan gayrimenkul yatırım ortaklıklarından 16 tanesi belirlenmiştir. Dengeli panel veri, dönem süresince kâr elde eden

GYO'ların analize dahil edilmesi suretiyle oluşturulmuştur. Analizde ele alınan GYO'lar Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Analize Dahil Edilen Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları

Akiş GYO	Avrasya GYO	Halk GYO	Servet GYO
Akmerkez GYO	Deniz GYO	İş GYO	Torunlar GYO
Alarko GYO	Doğuş GYO	Özak GYO	Vakıf GYO
Ata GYO	Emlak GYO	Panora GYO	Yeni Gimat GYO

Analizde girdi değişkeni olarak faaliyet giderleri, finansman giderleri ve toplam aktif; çıktı değişkeni olarak ise hasılat ve net kâr ele alınmıştır. Bu doğrultuda toplam değişken sayısının 5 ve KVB sayısının 16 olması, VZA'da değişken sayısının 2 ya da 3 katı kadar KVB ile analiz yapılmasını ileri süren görüşlere uygunluk teşkil etmektedir. Analiz için gerekli veriler Kamuyu Aydınlatma Platformu'ndan (KAP) elde edilmiştir. Analiz DEAP 2.1 programı ile gerçekleştirilmiştir.

3.2. Bulgular

Borsa İstanbul'da endekslenen gayrimenkul yatırım ortaklıklarından, Malmquist TFV analizinin uygulanabilirliği için oluşturulan dengeli panel veride yer alan 16 KVB'nin 2014-2018 döneminde gerek etkinlik gerekse toplam faktör verimliliğinin analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda teknik (saf) etkinlik, ölçek etkinliği ve toplam etkinlik değerleri ve etkinlikteki değişimin ortaya konulduğu TFV bulguları elde edilmiştir.

GYO'ların saf teknik ve ölçek etkinliği analiz sonuçları Tablo 3'te yer almaktadır. Girdi odaklı yaklaşıma göre, mevcut çıktıların elde edilmesinde en az (en uygun) girdi kullanımının gerçekleşmesi teknik (saf) etkinliği işaret etmektedir. Etkinlik değeri 1 olan gayrimenkul yatırım ortaklıkları etkin olarak nitelendirilmektedir.

Tablo 3'te yer alan teknik etkinlik değerlerine göre Akmerkez, Alarko, Ata, Emlak, Panora Torunlar ve Yeni Gimat GYO 2014-2018 döneminin tamamında teknik etkinliğe sahiptir. Deniz GYO ise 2018 dışındaki, Avrasya GYO ise 2014 dışındaki yıllarda en uygun girdi birleşimini sağlamıştır. Teknik etkinliğe sahip olmayan GYO'ların faaliyet giderleri, finansman giderleri ve toplam aktiflerinden oluşan girdilerini uygun bir şekilde kullanmadıkları, teknik etkinliğe erişebilmeleri için en az girdi kullanımını gerçekleştirmeleri gerektiği ifade edilebilir.

Teknik etkinlik 2014 yılında %84, 2018 yılında ise yaklaşık %87'dir. Buna göre, ilgili yıllarda çıktılar sabit tutulurken en uygun girdi bileşimine sahip olunamaması sonucu etkinsizlik sırasıyla 2014 yılı için %16 ve 2018 yılı için ise %13'tür.

Tablo 3. GYO'ların Teknik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği Değerleri

GYO	Teknik (Saf) Etkinlik Değerleri					Ölçek Etkinliği Değerleri				
	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Akiş	0,342	0,942	0,533	1,000	1,000	0,891	0,753	0,638	0,492	0,684
Akmerkez	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Alarko	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,981	1,000
Ata	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,076	0,345	0,193	0,085	0,421
Avrasya	0,665	1,000	1,000	1,000	1,000	0,536	0,249	0,154	0,480	0,180
Deniz	1,000	1,000	1,000	1,000	0,433	0,235	0,203	0,430	0,250	0,557
Doğuş	0,425	0,509	0,359	0,443	0,531	0,909	0,901	0,862	0,810	0,727
Emlak	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,699	0,587	0,786	0,673	0,608
Halk	0,414	0,666	0,411	1,000	1,000	0,978	0,949	0,966	0,491	0,784
İş	0,972	1,000	0,834	0,758	1,000	0,640	0,602	0,635	0,543	0,909
Özak	1,000	0,943	0,254	1,000	0,615	1,000	0,841	0,913	0,626	0,672
Panora	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Servet	0,630	0,721	0,699	0,618	0,479	0,725	0,722	0,654	0,804	0,472
Torunlar	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,581	0,788	1,000	1,000
Vakıf	1,000	0,673	0,428	0,454	0,798	1,000	0,643	0,505	0,648	0,851
Yeni Gimat	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ortalama	0,840	0,903	0,782	0,892	0,866	0,793	0,711	0,720	0,680	0,742

Ölçek etkinliği değerlerine göre Akmerkez, Panora ve Yeni Gimat GYO dönemin tamamında ölçek etkinliğine sahip olup, bu durum ilgili GYO'ların uygun ölçekte üretim yapma başarısını göstermekte olduklarını ifade etmektedir. Diğer GYO'lar arasında dönem süresince teknik ve ölçek etkinliğine sahip olmayanlar olduğu gibi, dönemin sadece bazı yıllarında etkin olan GYO'lar bulunmaktadır.

Teknik etkinliği ve ölçek etkinliğine sahip olan GYO'ların toplam etkinliğe sahip olduğu söylenebilir. Bu durumda Akmerkez, Panora ve Yeni Gimat GYO dönemin tamamında hem teknik hem de ölçek etkinliğine sahip olmaları nedeniyle toplam etkinliğe sahip GYO'lar olarak belirtilebilir. Benzer yorum diğer GYO'lar için de ele alınabilir.

Çalışmada etkinliğinin belirlenmesinde analiz döneminin dikkate alındığı, Malmquist TFV endeksi hesaplanmıştır. Bunun sonucunda analiz dönemi süresinde GYO'ların etkinliklerinin izlediği değişimin belirlenmesi söz konusu olabilmektedir. GYO'ların TFV endeksi ile endeks bileşenlerindeki değişimlere ilişkin değerler Tablo 4'te yer almaktadır.

Malmquist TFV endeksi ve bileşenleri olan toplam (teknik) etkinlik, teknik (saf) etkinlik ve ölçek etkinliğindeki değişimin ve teknolojik değişimin 1'den büyük olması, her bir bileşenin performansında ilerleme, 1'den küçük olması ise gerileme olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Öte yandan değer 1 olması ise performansta değişim olmadığını ifade etmektedir.

Toplam faktör verimlilik endeksi ile yapılan ölçümde, 2014-2018 döneminde gayrimenkul yatırım ortaklıklarının toplam faktör verimliliğinde ortalama %6,1'lik bir artış gözlemlenmiştir. Toplam faktör verimliliğinde en yüksek artış Ata GYO'da (%58), en düşük artış ise Deniz GYO'da (%3,5) meydana gelmiştir. Ata GYO'yu takiben toplam faktör verimliliğinde yüksek artışa sahip GYO'lar Akiş ve Halk GYO'dur.

Tablo 4. GYO'lara Göre Malmquist TFV Endeksi (2014-2018)

GYO	TTED	TD	STED	ÖED	TFVD
Akiş	1,224	1,096	1,307	0,936	1,341
Akmerkez	1,000	0,907	1,000	1,000	0,907
Alarko	1,000	1,211	1,000	1,000	1,211
Ata	1,534	1,030	1,000	1,534	1,580
Avrasya	0,843	1,015	1,107	0,761	0,856
Deniz	1,006	1,028	0,811	1,241	1,035
Doğuş	1,000	1,069	1,057	0,946	1,068
Emlak	0,966	1,022	1,000	0,966	0,987
Halk	1,180	1,085	1,247	0,946	1,280
İş	1,100	1,022	1,007	1,092	1,123
Özak	0,802	1,065	0,886	0,905	0,854
Panora	1,000	1,123	1,000	1,000	1,123
Servet	0,839	1,064	0,934	0,898	0,892
Torunlar	1,000	1,155	1,000	1,000	1,155
Vakıf	0,908	1,077	0,945	0,961	0,978
Yeni Gimat	1,000	0,858	1,000	1,000	0,858
Ortalama	1,012	1,048	1,012	1,000	1,061

TTED : Toplam Teknik Etkinlikteki Değişim

TD : Teknolojik Değişim

STED : Saf Teknik Etkinlikteki Değişim

ÖED: Ölçek Etkinliğindeki Değişim

TFVD : Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişim

Toplam faktör verimliliği artan GYO'lar, Akiş, Alarko, Ata, Deniz, Doğuş, Halk, İş, Panora, Torunlar GYO'dur. Bu artış, TTED, TD, STED ve ÖED'de (GYO'lara göre değişmekle birlikte) meydana gelen artış kaynaklıdır. Öte yandan diğer bileşenler değişmemekle birlikte, sadece TD'de artış bulunması da TFV'de artışa; TD'de azalış bulunması da TFV'de azalışa neden olabilmektedir. Bu durumlara örnek olarak sırasıyla etkinlikte değişme kaydetmeyen ancak teknolojik değişimi artış eğiliminde olan Alarko (1,211), Panora (1,123) ve Torunlar GYO (1,155) ile teknolojik değişimi azalış yönlü olan Akmerkez (0,907) ve Yeni Gimat (0,858) GYO örnek olarak gösterilebilir. Diğer bir ifade ile Alarko, Panora ve Torunlar GYO için, 2014-2018 döneminde TTED, STED ve ÖED meydana gelmemiş, TD kaynaklı olarak performans artışı söz konusu olmuştur. Alarko GYO, üretim sınırını belirleyen (Deliktaş, 2002) referans GYO'dur. Etkin olmalarına karşın, TFV'si azalan Akmerkez ve Yeni Gimat GYO'nun her ikisi için de dönem süresince TD'nin gösterdiği bu azalış, GYO'lar için üretim sınırının azaldığı şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 5'te dönemlere göre Malmquist TFV endeksleri verilmiştir. Tablo 5'te yer alan sonuçlar incelendiğinde toplam faktör verimliliği endeksinde değişim yıllara göre karşılaştırmalı olarak gözlemlenebilir.

Tablo 4 ve Tablo 5'te görüldüğü gibi GYO'ların ortalamasına göre toplam faktör verimliliği %6,1 artış göstermiştir. Dönemde toplam teknik etkinlik ve saf teknik etkinlikteki değişim de artış yönündedir. Buna göre 2014-2016 döneminde GYO'lar ortalamasında etkinlik artışının söz konusu olduğu görülmektedir. Ortalama toplam teknik etkinlik ve saf teknik etkinlikte %1,2 düzeyinde artış meydana gelmiştir. Ölçek etkinliğinde değişim olmaması nedeniyle, uygun ölçekte üretim yapmanın, GYO ortalamasında toplam faktör verimliliğinde bir etkisinin bulunmadığı söylenebilir.

Tablo 5. Dönemlere Göre Malmquist TFV Endeksi

Dönemler	TTED	TD	STED	ÖED	TFVD
2014-2015	1,050	1,175	1,118	0,939	1,234
2015-2016	0,804	0,856	0,810	0,993	0,688
2016-2017	1,112	1,211	1,202	0,925	1,347
2017-2018	1,119	0,991	0,966	1,158	1,109
Ortalama	1,012	1,048	1,012	1,000	1,061

Malmquist TFV endeksindeki değişim 2015-2016 döneminde azalış, diğer yıllarda ise artış eğilimindedir. Bu artış 2016-2017 yılında en üst düzeyde olup, TFV'deki söz konusu artış %34,7'dir. Bu yükseklik teknik (saf) etkinlik kadar teknolojik değişimin yüksekliğinden de kaynaklanmaktadır. Öte yandan söz konusu incelemelere göre, en uygun düzeyde girdinin kullanılması hususunda gelişme ve teknolojik değişim 2014-2015 ve 2016-2017 döneminde toplam faktör verimliliğini artırmıştır. Teknik etkinlikteki ve teknolojiye gelişmelerin, organizasyon düzeyinde yüksek ekonomik performans seviyelerine ulaşabilmenin ve yüksek bir rekabet gücüne sahip olabilmenin ana unsurunu oluşturdukları ifade edilebilir (Deliktaş, 2002). Ölçek etkinliğinde artışın ise sadece 2017-2018 döneminde olduğu görülmektedir.

4. SONUÇ

Çalışmada Borsa İstanbul'da endekslenen (XGMYO) gayrimenkul yatırım ortaklıklarının toplam faktör verimlilikleri ve bu verimliliğin bileşenleri olan etkinlik değerleri incelenmiştir. Analiz yöntemi olarak girdi odaklı veri zarflama analizi ve Malmquist toplam faktör verimliliği analizi kullanılmış olup, analiz için gerekli veriler Kamuyu Aydınlatma Platformu'ndan elde edilmiştir. İnceleme dönemi olarak 2014-2018 döneminin ele alındığı çalışmada, analizin uygulanması DEAP V2.1 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Toplam faktör verimliliğinin belirlenmesinde dengeli panel veri oluşturmak amacıyla Borsa İstanbul'da endekslenen gayrimenkul yatırım ortaklıklarından, dönem süresince kâr elde eden 16 GYO analize dahil edilmiştir. Bunlar, Akiş, Akmerkez, Alarko, Ata, Avrasya, Deniz, Doğuş, Emlak, Halk, İş, Özak, Panora, Servet, Torunlar, Vakıf ve Yeni Gimat GYO olarak sıralanabilir.

Etkinlik değerleri, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında BCC modeline göre teknik (saf) etkinlik ve ölçek etkinliği olarak ölçülmüştür. Analiz sonuçlarına göre inceleme döneminde teknik etkinliğin söz konusu olduğu gayrimenkul yatırım ortaklıkları Akmerkez, Alarko, Ata, Emlak, Panora, Torunlar ve Yeni Gimat GYO'dur. Dönem süresince teknik ve ölçek etkinliğinin tüm GYO'lar için farklı yıllarda gerçekleşmesi söz konusu olmakla birlikte, dönemin tamamında Akmerkez, Panora ve Yeni Gimat GYO ayrıca ölçek etkinliğine ve bu doğrultuda da toplam etkinliğe sahiptir.

Teknik etkinliğe sahip GYO'lar için girdi kullanım düzeyinin uygun gerçekleştirilmekte olduğu, ölçek etkinliğinin söz konusu olduğu GYO'lar için ise en uygun ölçekte faaliyette bulunulduğu ifade edilebilir. Teknik etkinliğe sahip olmayan GYO'larda mevcut çıktıları elde edebilmek için daha az girdi kullanımının yeterli olacağı, diğer ifade ile bu GYO'ların faaliyet giderleri, finansman giderleri ve aktiflerinden oluşan girdilerini uygun bir şekilde kullanmadıkları, teknik etkinliğe erişebilmeleri için en az girdi kullanımını gerçekleştirmeleri gerektiği ifade edilebilir.

GYO'ların toplam faktör verimliliği incelendiğinde, 2014-2018 dönemi için GYO'lar ortalamasında toplam faktör verimliliği artmıştır. Bu durumun, girdilerin minimizasyonuna dayalı teknik etkinlik ve teknolojik değişim kaynaklı olduğu görülmektedir. Öte yandan GYO'lar incelendiğinde toplam faktör verimliliği ve bileşenleri birbirinden farklı değişimlere sahiptir. Toplam faktör verimliliğinde en yüksek artış sırasıyla Ata GYO, Akiş ve Halk GYO'da meydana gelmiştir. Bu artış Ata GYO için ölçek etkinliği ve teknolojik değişim kaynaklı olup, Akiş ve Halk GYO için teknik etkinlik ve teknolojik değişim

kaynaklıdır. Teknik etkinlikte ve teknolojiye meydana gelen gelişimin GYO'larda performans artışına etki edeceği söylenebilir.

Analiz sonuçlarının, ele alınan dönem ve değişkenler farklılaştırıldığında değişebileceği gözden kaçırılmamalıdır. Bu doğrultuda bundan sonra gerek söz konusu değişimlerin sonuçlarının incelenmesi gerekse etkinlik ve verimliliğin ilgili GYO'larda neden olacağı sonuçların dikkate alınması gerekse etkinlik ve verimliliğe etkisi olabilecek faktörlerin analizi noktasında incelemeler gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Anderson, R.I., Brockman, C.M., Giannikos, C. ve McLeod R. W., (2004). A non-parametric examination of real estate mutual fund efficiency. *International Journal of Business and Economics*, 3 (3), 225-238.
- Anderson, R.I., Fok R., Springer T. ve Webb J. (2002). Technical efficiency and economies of scale: a non-parametric analysis of REIT operating efficiency. *European Journal of Operational Research*, 139, 598-612.
- Anderson R.I., Fok R., Zumpano L. Ve Elder H. (1998). Measuring the efficiency of residential real estate brokerage firms. *Journal of Real Estate Research*, 16 (2), 139-158.
- Aytekin, S. ve Kahraman, E. (2015). BIST gayrimenkul yatırım ortaklıkları endeksindeki (XGMYO) şirketlerin finansal etkinliklerinin veri zarflama analizi yöntemi ile değerlendirilmesi. *Niğde Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 289-301.
- Banker, R.D., Charnes, A. ve Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30 (9), 1078-1092.
- Banker, R.D., Cooper, W.W., Seiford, L.M., Thrall, R.M. ve Zhu, J. (2004). Returns to scale in different DEA models. *European Journal of Operational Research*, 154, 345-362.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2 (6), 429-444.
- Chuweni N.N. ve Eves, C. (2016, January). Technical, allocative and scale efficiency of Malaysian reits: the preliminary finding. 22nd Annual Pacific-Rim Real Estate Society Conference Sunshine Coast, Australia.
- Chuweni, N.N., Isik, I. ve Blake A. (2019). Total factor productivity change in the reit industry: the case of Malaysian reits during and post global financial crisis. *Planning Malaysia: Journal of the Malaysian Institute of Planner*, 17 (1), 149-159.
- Cingi, S. ve Tarım, Ş.A. (2000). Türk banka sisteminde performans ölçümü DEA-Malmquist TFP endeksi uygulaması. Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Tebliğleri Serisi, Sayı: 2000-01.
- Deliktaş, E. (2002). Türkiye özel imalat sanayiinde etkinlik ve toplam faktör verimliliği analizi. *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 29 (3-4), 247-284.
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M. ve Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *The American Economic Review*, 84 (1), 66-83.
- Harun S.L., Tahir H.M. ve Zaharudin Z.A. (2012, July). Measuring efficiency of real estate investment trust using data envelopment analysis approach. The Fifth Foundation of Islamic Finance Conference, Malaysia.
- Karakaya, A. (2017). Türkiye'deki gayrimenkul yatırım ortaklıklarının hisse senedi değeri ve süper etkinliği arasındaki ilişki. *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi*, 1 (1), 1-17.
- Karakaya, A. ve Maraş, E. (2016, Mayıs). Türkiye'deki gayrimenkul yatırım ortaklıklarının etkinlik analizi. III. Uluslararası Türk Dünyası Araştırmaları Sempozyumu, Bakü.
- Lee, C., Lee, K.R. ve Lim B.I. (2011). Malmquist productivity analysis using DEA frontier in Stata. Stata Conference Chicago 2011. <https://ideas.repec.org/p/boc/chic11/21.html> adresinden 22.01.2020 tarihinde alınmıştır.
- Lewis D., Springer T.M. ve Anderson R.I. (2003). The cost efficiency of real estate investment trusts: an analysis with a bayesian stochastic frontier model. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 26 (1), 65-80.
- Münyas, T. (2018). Gayrimenkul yatırım ortaklıklarının finansal etkinliklerinin veri zarflama analizi yöntemi ile değerlendirilmesi. *Journal of Life Economics*, 5 (4), 111-126.
- Wong W.P., Gholipour H.F. ve Bazrafsha, E. (2012). How efficient are real estate and construction companies in Iran's close economy? *International Journal of Strategic Property Management*, 16 (4), 392-413.

- Yılmaz Türkmen, S. (2011). İMKB’de işlem gören gayrimenkul yatırım ortaklıklarının finansal etkinliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, XXXI (II), 273-288.
- Zheng, X., Chau, K.W., ve Hui, E.C.M. (2011). Efficiency assessment of listed real estate companies: an empirical study of China. *International Journal of Strategic Property Management*, 15 (2), 91-104.

Türkiye Res Enerji Üretiminin Ekonometrik Olarak Modellenmesi Ve Rüzgâr Türbini Güç Eğrisine (RTGE - WTPC) Uygunluğunun Araştırılması

Selim ÇELİKTEN

BOTAŞ, Petroleum Pipeline Corporation, selim.celikten@botas.gov.tr

Abdullah Fatih YILDIZ

BOTAŞ, Petroleum Pipeline Corporation, abdullahf.yildiz@botas.gov.tr

Muhammet AYDIN

BOTAŞ, Petroleum Pipeline Corporation, muhammet.aydin@botas.gov.tr

Öz

Enerjide dışa bağımlı olan ülkemiz, Yenilenebilir Enerji Kaynakların teşvikine yönelik politikalara yönelmiştir. Özellikle şebeke paritesine ulaşan rüzgâr enerjisi, bu bağımlılıktan kurtulmakta önemli bir kaynak olarak görülmektedir. Bu çalışmanın amacı; Türkiye’deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin 1 MW başına üretmiş olduğu MWh cinsinden enerji miktarının RTGE Teorisine uygunluğu ve rüzgâr üretiminin EKK yöntemi ile sınıp, bir dönem sonrası öngörüsünün tahmin edilmesidir. Bu çalışmada; RTGE Teorisine uygun olan 3. dereceden polinomlar kullanılmıştır. Veriler TEİAŞ ve MGM’nin web sitesinden elde edilmiştir. Çalışmada Türkiye’deki RES’lerin MW cinsinden kurulu gücü ve MWh cinsinden üretilen enerji miktarı karşılaştırılmıştır. 1 MW Kurulu Güç başına üretilen MWh cinsinden enerji; rüzgâr kurulu gücünün yoğun olduğu illerde, belli noktalarda ölçülen m/sn rüzgâr hızlarının birinci, ikinci ve üçüncü dereceden kuvvetleri üzerine regresyon analizi ile enerji yoğunluğu tabanında hiyerarşik modelleme yaklaşımıyla model elde edilmiştir. Sırasıyla betimleyici istatistikler verilmiş, değişkenlerin grafiği sunulmuş, Çoklu Doğrusal Bağlantılar incelenmiş, durağanlıkları Genişletilmiş ADF ile sınıp ve bunun üzerine EKK modeli kurulmuştur. Devamında ise hata terimi varsayımları ile ilgili testler yapılmıştır. Nihai olarak Zaman Serisi analizi ile RES’lerin elektrik üretim serileri üzerine en uygun model kurularak ülkemiz RTGE’nin çıkarılması sağlanmış, bir dönem sonrasının öngörüsü tahmin edilmiştir. Böylelikle, rüzgâr enerjisinin olabildiğince doğru öngörülmesi sayesinde doğal gaz kaynaklı elektrik üretiminin tahmininde iyi sonuçlar üretmesi beklenmektedir.

1. GİRİŞ

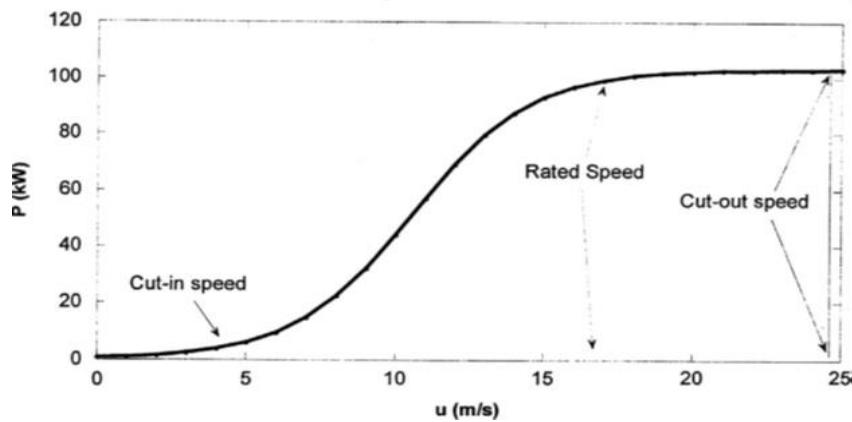
Çağımızda, küresel ısınma ve çevre kirliliğinin hayatımızdaki önemi giderek artmaktadır. Bu kirlilikte geleneksel enerji kaynaklarının tüketimi büyük bir etkiye sahiptir. Kirliliğe sebep olan geleneksel enerji kaynaklarının azaltılması için yenilenebilir enerji kaynaklarının artması gerekmektedir (Marciukaitis, ve diğerleri, 2017). Yenilenebilir kaynaklardan rüzgâr enerjisinin bu artıştaki yeri son 10 yılda kayda değer ölçüde artış göstermiştir. Rüzgâr enerjisindeki bu potansiyel, dünyadaki artan elektrik talebini karşılamada yüksek önemi haizdir. Ancak, rüzgâr enerjisi, enerji üretimindeki payı arttırıldığında bu kaynağın düzensiz yapısından ötürü enerji arzının kararsızlığının artmasına neden olmaktadır. İlaveten, rüzgâr enerjisindeki bu kesintilik ve oynaklık bu kaynağa olan güveni azaltmaktadır (Taslimi-Renani, Modiri-Delshad, Elias, & Rahim, 2016). Bu durum enerji arzının güvenliği ve kararsız yapısından kurtulması için rüzgâr enerjisinin ve rüzgâr türbini güç eğrisinin doğru bir şekilde tahminini gerektirmektedir.

Bu bağlamda, elektrik dağıtım piyasasındaki oyuncular, doğru bir şekilde elektrik dağıtım planı yapabilmek ve piyasayı izleyebilmek için RES'lerin elektrik üretimlerini en yüksek olasılırlıkta tahmin etmeleri gerekmektedir. Bu gereklilik kendini Elektrik Dağıtım Şirketlerinin sözleşmelerde yer alan taahhütlerinin yerine getirilmesinde, spot piyasalardaki fiyatların oluşmasında ve elektrik üretim planı yapılmasında göstermektedir. Ayrıca, AB mevzuatında meydana gelen bir gelişme olarak, Elektrik Dağıtım Şirketlerinin yenilenebilir enerji kaynaklarına belli bir oran ayırması zorunluluğu bahse konu olan tahmin ihtiyacını had safhaya çıkarmıştır (Tahmini & Örneği, 2014).

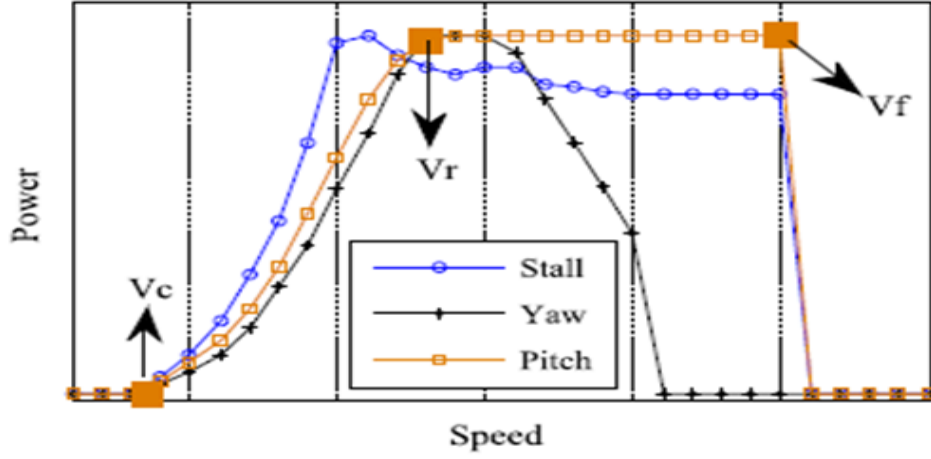
2. RÜZGÂR TÜRBİNİ GÜÇ EĞRİSİ (RTGE - WTPC) TEORİSİ

Dünyada rüzgâr hızı değişkenlikleri coğrafi bölgeye göre farklılık göstermektedir. Bu farklılık rüzgâr hızının güç verimliliğine verdiği verimliliğin değişmesinden kaynaklanmaktadır. Bu sebepten mevcut bütün durumlara uyan tek bir model bulunmamaktadır. Rüzgâr enerjisi tahminindeki hataların temel kaynağı sayısal rüzgâr tahmin modelleri ve rüzgâr enerjisi dönüşüm evresidir. Yani tahmine konu olan Rüzgâr Türbini Güç Eğrisi(RTGE) modelinden kaynaklanmaktadır (Marciukaitis, ve diğerleri, 2017).

Rüzgâr türbininden sağlanan elektrik gücü(rüzgâr türbinin bıçaklarının süpürdüğü alanla ifade edilir) ile rüzgâr hızı arasındaki ilişkiyi gösteren eğrilere RTGE denilmektedir. Bu eğri, genellikle imalatçılar tarafından rüzgâr hızını ve elektrik gücünü ifade eden iki noktalı nokta gruplarının bir eğri veya bir tablo halinde ifade edilmesiyle oluşmaktadır (Villanueva & Feijóo, 2017).



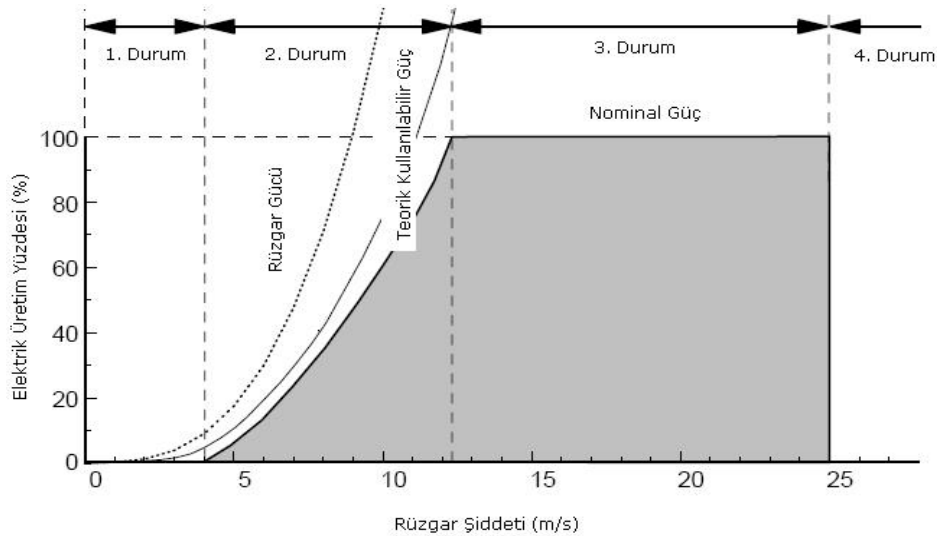
Şekil 1. Rüzgâr Türbini Güç Eğrisi (RTGE) (Lydia, Kumar, Selvakumar, & Kumar, 2013)



Şekil 2. Rüzgâr Türbin tiplerine göre RTGE (Taslimi-Renani, Modiri-Delshad, Elias, & Rahim, 2016)

Literatürde 3 adet Rüzgar Türbin tipi bulunmaktadır; Yaw ve Stall tabanlı türbinlerde nominal rüzgar hızının üzerinde güç üretimi düşerken Pitch tabanlılarda sabit kalır. Cut-Out rüzgâr hızı üretimin kesilmesi gereken en yüksek rüzgâr hızını gösterir. Her bir Rüzgâr Türbininin güç eğrisi ortalaması ile üretebileceği güç hesaplanabilir. Güç eğrisi ortalama gücün ortalama rüzgâr şiddetine bağlılığını gösterir. Böylece 4 durum teşekkül eder (Şekil 3.).

- ⇒ **Birinci durum;** ortalama rüzgâr şiddeti başlama (cut-in) hızından düşükse elektrik üretilmez. Türbin enerji üretmeden hareketsiz kalır.
- ⇒ **İkinci durum;** ortalama rüzgâr şiddeti başlama hızından fazla ise sistem elektrik üretmeye başlar. Ancak türbinin üreteceği maksimum elektrik için gerekli hız sistem tarafından ayarlanmaya çalışır.
- ⇒ **Üçüncü durum;** ortalama rüzgar şiddeti en uygun elektrik üretilecek şiddeti yani nominal şiddeti geçerse türbin içindeki fren sistemi vb. araçlarla palaların dönüş hızı en uygun hıza düşürülür.
- ⇒ **Dördüncü durum;** ortalama rüzgâr şiddeti türbinin tasarlandığı en yüksek (cut-off/cut-out) hızı aşarsa sistem mutlaka kapatılmalıdır aksi takdirde türbinde hasarlar meydana gelir. Bu durumda enerji üretilemez (KAYMAK, 2007)



Şekil 3. Rüzgâr türbininin güç eğrisi (KAYMAK, 2007)

3. YÖNTEM

RTGE modellemesi için literatürde çok farklı teknikler kullanılmaktadır. Doğrusal olmayan RTGE modellemesi için en tipik matematiksel fonksiyonlar polinom güç eğrileridir. Sıklıkla kullanılan yöntemler ise; üstel güç eğrisi, kübik güç eğrisi, yaklaşık kübik güç eğrisi ve modifiye hiperbolik güç eğrisi(MHTan) fonksiyonu, lojistik fonksiyon ve sinir ağı yaklaşımı gibi yöntemlerdir. RTGE modellemesinin daha iyi sonuçlar üretmesi için literatürde ayrık, parametrik, parametrik olmayan ve stokastik yöntemler mevcuttur.

Bu çalışmada, RTGE Teorisine uygun olan ve parametrik bir yöntem olan 3. dereceden polinomlar kullanılmıştır. RES elektrik üretim ve kurulu güç verileri TEİAŞ-YTBS web adresinden alınmıştır. Rüzgâr hızı verileri ise MGM web sitesinden elde edilmiştir. Bu çalışmada; RTGE Teorisine uygun olan 3. dereceden polinomlar kullanılmıştır. Veriler TEİAŞ ve MGM'nin web sitesinden elde edilmiştir. Çalışmada Türkiye'deki RES'lerin MW cinsinden kurulu gücü ve MWh cinsinden üretilen enerji miktarı karşılaştırılmıştır. 1 MW Kurulu Güç başına üretilen MWh cinsinden enerji; rüzgâr kurulu gücünün yoğun olduğu illerde(Afyon, Aydın, Balıkesir, Çanakkale, İzmir, Sivas, Osmaniye) belli noktalarda ölçülen m/sn rüzgâr hızlarının birinci, ikinci ve üçüncü dereceden kuvvetleri üzerine regresyon analizi ile enerji yoğunluğu tabanında hiyerarşik modelleme yaklaşımıyla model elde edilmiştir. Bahse konu olan regresyon analizi EKK yöntemi ile en uygun matematiksel çözüme kavuşturularak öngörü aşamasına geçilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Betimleyici İstatistikler

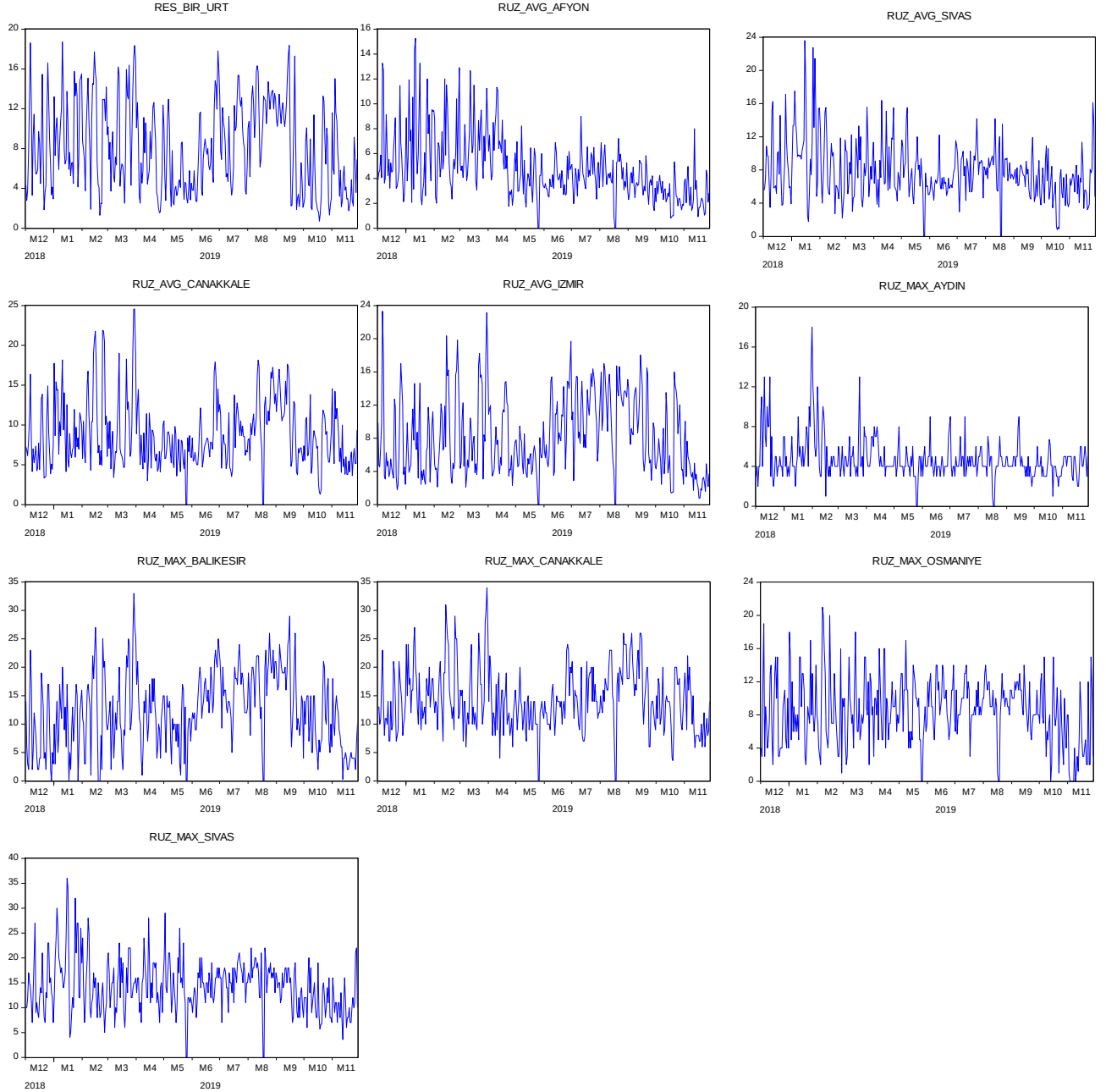
Tablo 1. Betimleyici İstatistikler

	BİRİM RES ÜRETİMİ (RES_BIR_URT)	ORTALAMA RÜZGÂR AFYON (RUZ_AVG_AFYON)	ORTALAMA RÜZGÂR ÇANAKKALE (RUZ_AVG_CANAKKALE)	ORTALAMA RÜZGÂR İZMİR (RUZ_AVG_IZMIR)	MAXİMUM RÜZGÂR BALIKESİR (RUZ_MAX_BALIKESIR)	MAXİMUM RÜZGÂR ÇANAKKALE (RUZ_MAX_CANAKKALE)	MAXİMUM RÜZGÂR OSMANİYE (RUZ_MAX_ORMANIYE)	MAXİMUM RÜZGÂR SİVAS (RUZ_MAX_SIVAS)	ORTALAMA RÜZGÂR BALIKESİR (RUZ_AVG_BALIKESIR)	MAXİMUM RÜZGÂR AYDIN (RUZ_MAX_AYDIN)
Ortalama	8,21	4,80	8,85	8,28	12,30	14,40	8,45	14,36	7,86	4,76
Ortanca	7,80	4,23	8,16	7,24	12,00	14,00	8,00	14,00	7,30	4,00
En Yüksek	18,71	15,27	24,57	23,32	33,00	34,00	21,00	36,00	23,61	18,00
En Düşük	0,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Standart Sapma	4,40	2,60	4,23	4,71	6,59	5,45	4,00	5,32	3,46	2,10
Çarpıklık	0,32	1,23	0,97	0,56	0,13	0,46	0,09	0,54	1,05	1,96
Basıklık	2,08	4,80	4,08	2,52	2,46	3,45	3,01	4,30	5,48	10,03
Jarque-Bera	19,18	140,15	74,40	22,35	5,38	16,05	0,52	43,20	159,11	981,71
Olasılık Değeri	0,00	-	-	0,00	0,07	0,00	0,77	-	-	-
Toplam	2.979,28	1.742,50	3.213,08	3.003,88	4.465,79	5.228,16	3.065,79	5.212,17	2.851,61	1.728,68
Toplam Standart Sapma	6.994,81	2.454,12	6.487,19	8.021,74	15.720,95	10.757,70	5.789,30	10.245,31	4.337,46	1.592,27
Gözlem Sayısı	363,00	363,00	363,00	363,00	363,00	363,00	363,00	363,00	363,00	363,00

Günlük Ortalama Rüzgâr Hızları arasında en yüksek değere sahip olan il Çanakkale olup en düşük değere sahip olan il ise Afyon olarak gözükmemektedir. Günlük Ortalama Rüzgâr Hızları'nın ortalamasına

bakıldığında da aynı şekilde Çanakkale ilinin en yüksek, Aydın ilinin en düşük ortalama hıza sahip olduğu söylenebilir. Standart sapmalara gelindiğinde, Aydın ilinin en düşük sapmaya, Balıkesir ilinin ise en yüksek sapmaya sahip olduğu söylenebilir. Rüzgâr hızları ve RES birim üretimi Reyleigh rassal dağılıma uyduğu için bütün değişkenler sağa çarpık olup Jarque Bera testine göre RUZ_MAX_BALIKESIR ve RUZ_MAX_OSMANIYE değişkenleri hariç normal dağılım hipotezinin reddedildiği görülmüştür. Yani bu iki değişken hariç olan seriler normal dağılmamaktadır.

4.2. Grafikler



Grafiklerden de anlaşıldığı üzere rüzgâr hızları, tesadüfi olarak günlük olarak dalgalanma göstermekte olup RES enerji üretimi de buna bağlı olarak dalgalı bir seyir göstermektedir. Yıl içerisinde bazı günler rüzgâr hızı artarken, bazı günlerde ise azalmaktadır.

4.3. Korelasyon Matrisi

Tablo 2. Korelasyon Matrisi

	RES_BIR_URT	RUZ_AVG_ AFYON	RUZ_AVG_ SIVAS	RUZ_AVG_ CANAKKALE	RUZ_AVG_ IZMIR	RUZ_MAX_ AYDIN	RUZ_MAX_ BALIKESIR	RUZ_MAX_ CANAKKALE	RUZ_MAX_ OSMANIYE	RUZ_MAX_ SIVAS
RES_BIR_URT	1.00	0.52	0.44	0.76	0.73	0.33	0.77	0.76	0.16	0.44
RUZ_AVG_AFYON	0.52	1.00	0.51	0.38	0.41	0.38	0.33	0.37	0.24	0.44
RUZ_AVG_SIVAS	0.44	0.51	1.00	0.26	0.27	0.31	0.25	0.28	0.44	0.87
RUZ_AVG_CANAKKALE	0.76	0.38	0.26	1.00	0.57	0.20	0.73	0.93	0.15	0.29
RUZ_AVG_IZMIR	0.73	0.41	0.27	0.57	1.00	0.13	0.75	0.59	0.23	0.36
RUZ_MAX_AYDIN	0.33	0.38	0.31	0.20	0.13	1.00	0.17	0.23	0.13	0.27
RUZ_MAX_BALIKESIR	0.77	0.33	0.25	0.73	0.75	0.17	1.00	0.75	0.22	0.35
RUZ_MAX_CANAKKALE	0.76	0.37	0.28	0.93	0.59	0.23	0.75	1.00	0.16	0.32
RUZ_MAX_OSMANIYE	0.16	0.24	0.44	0.15	0.23	0.13	0.22	0.16	1.00	0.47
RUZ_MAX_SIVAS	0.44	0.44	0.87	0.29	0.36	0.27	0.35	0.32	0.47	1.00

RES enerji üretimi ve illerin günlük rüzgâr hızları ile yapılan korelasyon matrisine bakıldığında, RES enerji üretimi ile Sivas(ort), Aydın(mak) ve Sivas(mak) arasında zayıf korelasyon var iken diğer illerin günlük rüzgâr hızlarının tamamının RES enerji üretimi ile güçlü bir korelasyonu olduğu söylenebilir. Ayrıca Afyon, Sivas(ort), Sivas(mak), Aydın ve Osmaniye illerinin diğer illerle korelasyonları nispeten düşük gözükmemektedir. Günlük ortalama hızları içerisinde en güçlü korelasyon Çanakkale(ort) ilinin günlük rüzgâr hızı ile Çanakkale(mak) bölgesinin günlük rüzgâr hızı arasında 0.93 olarak öne çıkmaktadır. Çoklu doğrusal bağlantı sorununun varlığına bakmak için de varyans büyütme faktörü (VIF) değerlerine bakılmalıdır.

4.4. Çoklu Doğrusal Bağlantı

Tablo 3. VIF değerleri tablosu

DEĞİŞKEN	VARYANS	VIF
C	0.119010	NA
RUZ_AVG_AFYON	0.002697	1.552442
RUZ_AVG_CANAKKALE	0.001494	2.272732
RUZ_AVG_IZMIR	0.001304	2.452410
RUZ_AVG_SIVAS	0.001552	1.578732
RUZ_MAX_OSMANIYE	0.000931	1.263922
RUZ_MAX_BALIKESIR	0.000916	3.378585

Çoklu doğrusal regresyon modellerinde kullanılan açıklayıcı değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olması durumunda çoklu doğrusal bağlantı sorunu ortaya çıkmaktadır. VIF değerlerinin 1 ile 5 arasında olmaları durumunda Çoklu Doğrusal Bağlantı sorununun olmadığı, diğer durumlarda çoklu doğrusal bağlantının olduğu sonucu çıkarılır. Tabloda yer alan VIF değerlerine baktığımızda da tüm VIF değerlerinin 1 ile 5 arasında olduğu, bağımsız değişkenler arasında Çoklu Doğrusal Bağlantı'nın olmadığı sonucuna varılır.

4.5. Durağanlık

Tablo 4. ADF Testi Sonuçları

Model/Değişken	Sadece Sabit	Trend ve Sabit İçeren	Trend ve Sabit İçermeyen
MWH/MW	0.0000	0.0000	0.0488
RUZ_AVG_AFYON	0.0000	0.0000	0.0711
RUZ_AVG_CANAKKALE	0.0000	0.0000	0.2139
RUZ_AVG_IZMIR	0.0000	0.0000	0.0339
RUZ_AVG_SIVAS	0.0000	0.0000	0.3448
RUZ_MAX_OSMANIYE	0.0000	0.0000	0.2317
RUZ_MAX_BALIKESIR	0.0000	0.0000	0.0526

Zaman serisi analizinde değişkenlerin gerçek ilişkilerinin ortaya çıkartılması için durağan serilerle çalışılması gerekmektedir. Literatürde bir serinin durağanlık sınavasını yapmak için birim kök testlerini seriye uygulamak gerekmektedir. Bu çalışmada birim kök testlerinden Genişletilmiş Dickey Fuller testi kullanılmaktadır. Tablo 4'e göre modelde yer alan değişkenlerin tümü %5 anlamlılık düzeyinde durağandır.

4.6. Tahmin Sonuçları

RTGE teorisine uygun olarak illerin günlük ortalama rüzgâr hızının birinci, ikinci ve üçüncü derecelerinden bağımsız değişkenler oluşturularak bağımlı değişken olan 1 MW RES kurulu gücü başına üretilen MWh cinsinden enerji miktarı regresyona uğratılmış ve çoklu regresyon modeli En Küçük Kareler yöntemiyle oluşturulmuştur. Regresyon Analizi Eviews programında uygulanmıştır. Seçilen bağımsız değişkenler %5 anlamlılık düzeyinde istatistik olarak anlamlıdır. Bu yöntemler ve varsayımlar ile elde edilen sonuç aşağıdaki gibidir:

Tablo 5. EKK Model Sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t ist. Değeri	Olasılık Değeri
C	-0.629387	0.3247	-1.938362	0.0534
RUZ_AVG_AFYON	0.26004	0.038979	6.671245	0.0000
RUZ_AVG_SIVAS	0.255697	0.042147	6.066846	0.0000
RUZ_AVG_CANAKKALE^2	0.06218	0.004837	12.85588	0.0000
RUZ_AVG_IZMIR^2	0.033955	0.004523	7.506949	0.0000
RUZ_AVG_CANAKKALE^3	-0.002516	0.000216	-11.66565	0.0000
RUZ_AVG_IZMIR^3	-0.001117	0.000228	-4.88724	0.0000
RUZ_MAX_AYDIN^3	0.000853	0.000203	4.196931	0.0000
RUZ_MAX_BALIKESIR^3	0.000157	3.08E-05	5.094877	0.0000
RUZ_MAX_CANAKKALE^3	0.000138	4.10E-05	3.360006	0.0009
RUZ_MAX_OSMANIYE^3	-0.000169	6.75E-05	-2.504538	0.0127
RUZ_MAX_SIVAS^3	-5.86E-05	2.44E-05	-2.402339	0.0168
AR(1)	0.379077	0.053114	7.137086	0.0000
R-squared	0.904982			
Adjusted R-squared	0.899113			

Elde edilen modelin RTGE teorisine uyup uymadığı sınavabilir. Bunun için rüzgâr hızlarının ilgili illerde 0'dan başlayarak artırılan değerlerine karşılık gelen rüzgâr eğrisini ortaya koymak gerekmektedir.

Tablo 6. Otokorelasyon ve Değişen Varyans Test Sonuçları

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

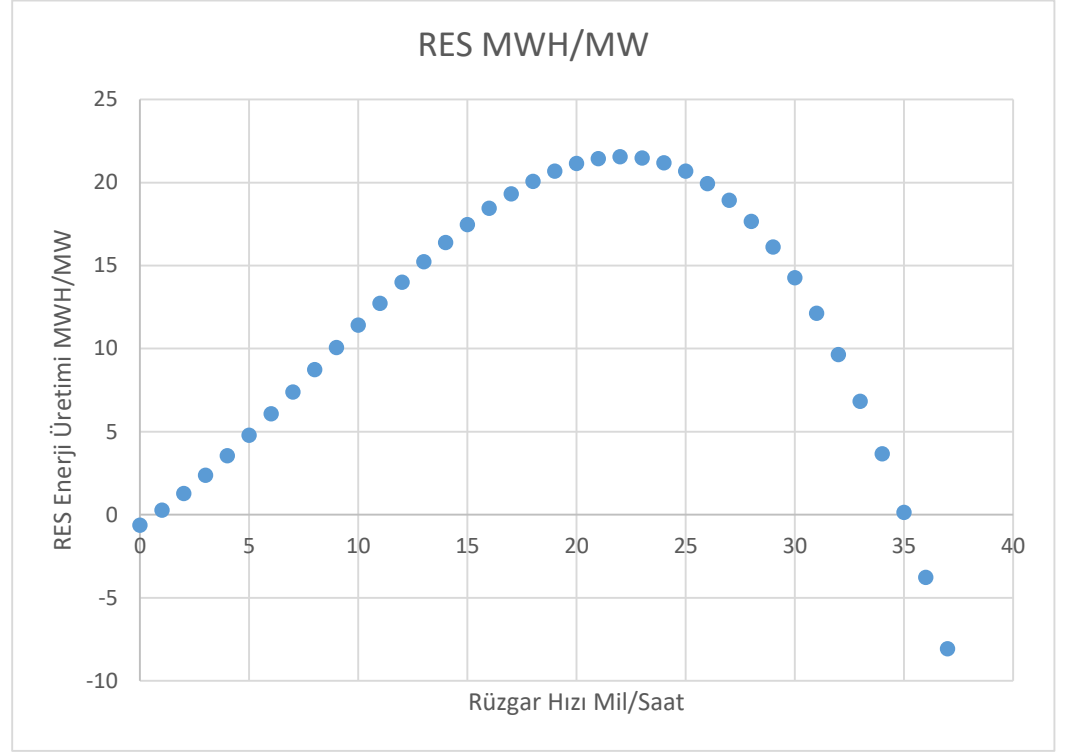
F-statistic	1,042526	Prob. F(2,338)	0,3537
Obs*R-squared	2,219411	Prob. Chi-Square(2)	0,3297

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	1,212676	Prob. F(104,257)	0,1131
Obs*R-squared	119,1664	Prob. Chi-Square(104)	0,1468
Scaled explained SS	110,4053	Prob. Chi-Square(104)	0,3151

Tablo 5’te verilen modelde otokorelasyonu ortadan kaldırmak için AR(1) parametresi eklenmiştir. Sonuç itibarıyla Tablo 6 LM testi sonuçları H_0 hipotezinin reddedilmemesi gerektiğini ve otokorelasyonun olmadığını ifade etmektedir. Ayrıca White testine göre H_0 hipotezinin reddedilemediği görülmekte ve değişen varyans olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Rüzgâr Hızı Mil/Sn.	RES MWH/MW
0	-0.629387
1	0.271211
2	1.277351
3	2.374741
4	3.549089
5	4.786103
6	6.071491
7	7.390961
8	8.730221
9	10.074979
10	11.410943
11	12.723821
12	13.999321
13	15.223151
14	16.381019
15	17.458633
16	18.441701
17	19.315931
18	20.067031
19	20.680709
20	21.142673
21	21.438631
22	21.554291
23	21.475361
24	21.187549
25	20.676563
26	19.928111
27	18.927901
28	17.661641
29	16.115039
30	14.273803
31	12.123641
32	9.650261
33	6.839371
34	3.676679
35	0.147893
36	-3.761279
37	-8.065129



Şekil 4. Türkiye RES Santrallerinin Rüzgâr Hızına Bağlı Enerji Üretim Eğrisi

Tablo 7. RTGE Modeli

Tablo 7 ve Şekil 4'ten görüleceği gibi elde edilen model RTGE Teorisine uygun şekilde RES Enerji Üretim Tahmini yapabilmektedir. Hatta modelimiz rota (yaw) tabanlı rüzgâr türbinlerinden elde edilen RTGE'sine benzemektedir. Bundan sonraki aşamada modelin varsayımlarına bakılacak ve öngörü aşamasına geçilecektir.

4.7. Öngörü

Çalışmamızda Türkiye'deki RES'lerin MW cinsinden kurulu gücü ve MWh cinsinden üretilen enerji miktarı karşılaştırılmıştır. 1 MW Kurulu Güç başına üretilen MWh cinsinden enerji; rüzgâr kurulu gücünün yoğun olduğu illerde, belli noktalarda ölçülen m/sn rüzgâr hızlarının birinci, ikinci ve üçüncü dereceden kuvvetleri üzerine regresyon analizi ile EKK yöntemi kullanılarak model elde edilmiştir.

Elde edilen bu modelden yapılan öngörü sonucuna göre bir hafta sonrası öngörüsü aşağıdaki gibidir;

Tablo 8. Öngörü

arih	Gerçekleşme	Öngörü
21.11.2019	20.692	22.565
22.11.2019	36.239	24.924
23.11.2019	20.339	17.330
24.11.2019	16.564	26.236
25.11.2019	67.968	43.098
26.11.2019	54.406	40.157
27.11.2019	26.804	31.012
28.11.2019	51.653	42.400

5. SONUÇ

Son yıllarda ilgi gören temiz enerji, enerji güvenliği ve çeşitliliği konularına paralel olarak yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik üretimi yapan santrallerin sayısı bütün dünyada önemli ölçüde artmaktadır. Özellikle rüzgâr enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları arasında oldukça fazla ilgi görmektedir ve kurulu gücü diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre hızla artmaktadır. Rüzgâr enerjisi tahmini; yakın gelecekte rüzgâr türbininden beklenen elektrik üretimini ifade eder. Üretim olarak anılan değer genellikle bir RES için mümkün olabilecek güç anlamına da gelmektedir. Yani, güç üretimi her bir zaman aralığı için enerji olarak da ifade edilebilir. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi oldukça dalgalı bir profile sahiptir. Baz yük olarak sistemde daha çok artan Rüzgâr gücünden elektrik üretiminin sonucu olarak elektrik üretiminde dalgalanma artarken, bu dalgalanmayı nötrleyerek talebi arz ile eşitleyen ve hızlı yük alıp yük atabilen Doğal Gaz Santrallerinin etkinliğinin de artması gerekmektedir. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretimini tahmin hata payı ne kadar yüksek olursa, Doğal Gaz santrallerinin hangi zamanlarda ne kadar sisteme girerek sistemdeki 50 HZ eşitliğini sağlama potansiyeli de bilhassa sistem işletmecisi açısından daha zor hale gelecektir. Yani, Rüzgâr kaynaklı elektrik üretimi ne kadar iyi tahmin edilirse, Doğal Gaz kaynaklı elektrik üretiminin tahmini de o derece iyi kestirilebilecek, böylece elektrik alt yapısının ve devamında elektrik borsasının güvenilir, ekonomik ve kaliteli bir biçimde işletilmesi sağlanacaktır.

Nihai olarak, tarafımızca yapılan çalışmada da, Zaman Serisi analizi ile RES'lerin elektrik üretim serileri üzerine en uygun model kurularak Türkiye için RTGE'nin çıkarılması sağlanmış, bir dönem sonrasının öngörüsü elde edilmiştir. Böylelikle, rüzgâr enerjisinin olabildiğince doğru öngörülmesi sayesinde doğal gaz kaynaklı elektrik üretiminin tahmininde iyi sonuçlar üretmesi beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Kaymak, D. B. (2007). web.itu.edu.tr: <https://web.itu.edu.tr/~kaymak/images/windpower.html> adresinden alındı
- Lydia, M., Kumar, S. S., Selvakumar, A. I., & Kumar, G. E. (2013, Kasım 14). A comprehensive review on wind turbine power curve modeling techniques. *RenewableandSustainableEnergyReviews*, s. 452-460.
- Marciukaitis, M., Zutautaitė, I., Martisauskas, L., Jokšas, B., Gecevicius, G., & Sfetsos, A. (2017, Haziran 19). Non-linear regression model for wind turbine power curve. *Renewable Energy*, s. 732-741.
- Tahmini, S. M., & Örneği, K. (2014). Stokastik Modellerle Rüzgar Hızı Tahmini; Karabük Örneği. *International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES)* (s. 806-815). Karabük: Akademik Platform.
- Taslimi-Renani, E., Modiri-Delshad, M., Elias, M. F., & Rahim, N. A. (2016, Mayıs 31). Development of an enhanced parametric model for wind turbine power curve. *Applied Energy*, s. 544-552.
- Villanueva, D., & Feijóo, A. (2017, Kasım 5). Comparison of logistic functions for modeling wind turbine curves. *Electric Power Systems Research*, s. 281-288.

Kapasite Rezervasyon Optimizasyonu

Fatih ÖZER

BOTAŞ Genel Müdürlüğü, Doğal Gaz Toptan Satış Daire Başkanlığı, Talep Tahmin ve Operasyon Müdürlüğü, fatih.ozer@botas.gov.tr

Mehmet Burak BARTAN

BOTAŞ Genel Müdürlüğü, Doğal Gaz Toptan Satış Daire Başkanlığı, Talep Tahmin ve Operasyon Müdürlüğü, mehmetb.bartan@botas.gov.tr

Elif BALKAYA

BOTAŞ Genel Müdürlüğü, Doğal Gaz Toptan Satış Daire Başkanlığı, Talep Tahmin ve Operasyon Müdürlüğü, elif.balkaya@botas.gov.tr

ÖZ

ŞİD mevzuatınca Toplam Kapasite Rezervasyonu maliyet hesaplaması; baz kapasite rezervasyonu, atıl kapasite rezervasyonu ve kapasite aşım miktarı üzerinden yapılmaktadır. BOTAŞ her bir ana çıkış noktası için gaz yılı öncesinde yıllık (baz) kapasite ve aylık tüketim tahminlerine göre atıl(ılave) kapasite miktarları belirlemektedir. ŞİD'e göre taşıtan yılın ilk üç ayında, bir çıkış noktasında bir ay içerisinde rezerve kapasiteyi sekiz ve üzerinde aşması halinde İletim Şirketine aştığı miktar kadarki kapasite bedelini yıl boyunca öder. Yine BOTAŞ'ın bu çıkışlarda ne kadar rezervasyon yaparak miktarını optimize edeceği ve Toplam Kapasite Rezervasyon Maliyetini ne ölçüde minimize edeceğine dair çalışma yapılmıştır. Burada amaç hem ana çıkış noktalarında arz-talep dengesini sağlayacak hem de rezervasyon maliyetini minimize edecek kapasite miktarını bulmaktır. Bu bağlamda, Doğrusal Olmayan Programlama İndirgenmiş Gradyan Yöntemi kullanılarak ilgili kalemlere yukarıda belirtilen kısıtlar dahilinde optimizasyon çalışması yapılmıştır. İterasyonlar sonucunda kapasiteler için hem optimum rezervasyonlar belirlenmesi hem de kapasite aşımının asgari düzeyde tutulması ile Toplam Kapasite Rezervasyon Maliyetinin minimum olması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kapasite, Rezervasyon, Optimizasyon, Maliyet, Yöneylem Araştırması, Ana Çıkış ŞİD, BOTAŞ

ABSTRACT

In accordance with the ŞİD Network Code, the Total Capacity Reservation cost is calculated based on the base capacity reservation, available capacity reservation and excess capacity. BOTAŞ determines the available capacity amounts for each main point of origin according to the annual (base) capacity and monthly consumption estimates before the gas year. According to the ŞİD, if the shipper exceeds the reserved capacity eight times or more in a month at any point of origin in the first three months of the year, it shall pay the value of the capacity amount it exceeds to the Transmission Company throughout the year. Also, a study has been conducted on how much BOTAŞ will make reservations at these points of origin to optimize the amount thereof and to what extent it will minimize the Total Capacity Reservation Cost. Here, the aim is to find out the amount of capacity that will ensure the supply-demand balance at the main points of origin and minimize the reservation cost. In this context, an optimization study was carried out on the relevant items using the Nonlinear Programming Reduced Gradient Method within the constraints mentioned limitations. As a result of the iterations, it was ensured that the Total Capacity Reservation Cost was minimized by determining the optimum reservations for the capacities and keeping the excess capacity to a minimum.

Keywords: Capacity, Reservations, Optimization, Cost, Operations Research, Main Point, ŞİD, BOTAŞ

1. GİRİŞ

Her yıl 15 Eylül’de, İletim Şirketinin her bir giriş/çıkış noktası için maksimum ayrılabilir kapasiteleri (MAK) elektronik bülten tablosunda (EBT) yayımlamasının ardından gelecek dönemlerin kapasite rezervasyon süreci başlamaktadır. BOTAŞ, her bir ana çıkış noktası için gaz yılı öncesinde yıllık baz kapasite ve ilgili yıla ait her bir ay için atıl ve ilave kapasite belirlemektedir. Şebeke İşleyiş Düzenlemeleri (ŞİD) mevzuatı uyarınca Toplam Kapasite Rezervasyonu maliyet hesaplaması; baz kapasite rezervasyonu, atıl kapasite rezervasyonu ve kapasite aşım miktarı üzerinden yapılmaktadır. Bu miktarlar öyle bir değer seçilmesi gerekir ki o ana çıkışta, kapasite aşımına düşülmeksizin rezervasyon maliyeti en aşağı çekilebilsin. Geleneksel olarak her bir ana çıkış noktasında dağıtım şirketlerinin önceki dönemlerdeki doğal gaz tüketimlerinden yola çıkarak Ekonometride En Küçük Kareler (EKK) yöntemi ile tahmini doğal gaz tüketimleri tespit olunur. Sonra tahmini doğal gaz tüketimleri üzerinden kapasite rezervasyonları alınır ve bu rezervasyonların dönem katsayıları ile çarpılması sonucu önsel maliyetler ortaya çıkar.

Tablo 1. Dönem Katsayıları ve İletim Kapasite Bedeli

	Kış Dönemi	Geçiş Dönemi	Yaz Dönemi
Kapasite Dönem Katsayıları	1.50	1.25	1.10
Atıl Kapasite Dönem Katsayıları	1.30	1.20	0.80
İletim Kapasite Bedeli	0.0051	0.0051	0.0051

Alınan kapasite rezervasyonları için EPDK tarafından yayımlanan iletim kapasite bedeli ödenir, böylece toplam rezervasyon maliyeti oluşur. Ancak Şebeke İşleyiş Düzenlemeleri (ŞİD) mevzuatının II. Kısımının 2. Bölümünde kapasite rezervasyonu, devri, aktarımı, kullanımı başlığı altında geçen: “Bir gaz yılı içerisinde Ocak, Şubat ve Mart aylarında belirlenen kapasite rezervasyonları en fazla 8 kez aşılabilir, aksi takdirde İletim Şirketine yıl boyu kapasite aşım bedeli ödenir” esası ve alınan kapasite rezervasyonları için iletim kapasite bedeli ödenmesi BOTAŞ’ın maliyetini artırmaktadır. Şüphesiz, kapasitenin ihtiyaçtan az ya da çok alınması işletmeye ek maliyet olarak geri dönmektedir. Bu noktada, alınan kapasite rezervasyonları ve maliyet kalemlerinin minimum kılınması için bir optimizasyon çalışmasına ihtiyaç duyulmuştur. Optimizasyon çalışması için literatür taraması yapılmış ve en uygun yöntemin, temel stratejisi çok kriterli durumlarda modeldeki diğer hedefleri optimize edilecek tek bir hedefe ulaşmak olduğundan Doğrusal Olmayan Programlama İndirgenmiş Gradyan Yöntemi olduğu anlaşılmıştır. Bu yöntem ile beraber atıl, baz ve ilave kapasiteler için hem optimum rezervasyonlar belirlenmesi hem de kapasite aşımının asgari düzeyde tutulması ile Toplam Kapasite Rezervasyon Maliyetinin minimum olması hedeflenmiştir

2. KAPASİTE ESASLARI VE TANIMLAR

2.1 Kapasite Rezervasyonu ile İlgili Uygulama Esasları

Önemle belirtmek gerekir ki yapılan bu çalışmada kullanılan veriler standartlaştırılmıştır.

2.1.1 Taşıtan (BOTAŞ ve Diğer Taşıtanlar) Standart Taşıma Sözleşmesi (STS) ve Şebeke İşleyiş Düzenlemeleri (ŞİD) hükümleri çerçevesinde iletim şebekesinde rezerve kapasite kullanmaya ve bu Bölüm 2 hükümlerine uygun olarak İletim Şebekesinden doğal gaz çekme hakkına sahip olacaktır. (ŞİD 2.1.1)

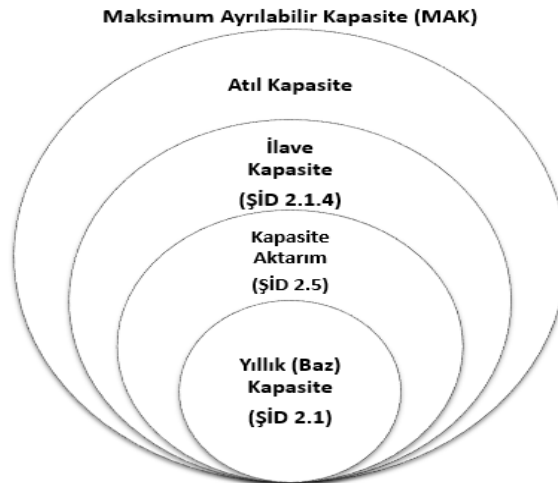
2.1.2 Taşıtanlar, kapasite rezervasyon talepleri için en az 1 gün süreli, diğer noktalar için en az 1 ay süreli olmak kaydıyla kullanabilmek için taşıyıcıya başvuruda bulunabilir. Kapasite rezervasyon

ücretleri günlük ve aylık olarak ödenir. Atıl Kapasitelerin kullanım bedelleri, tarifiedeki iletim kapasite bedelinin dönem katsayılarıyla çarpılması ile hesaplanır. (ŞİD 2.1.4)

2.1.3 Kapasite aktarımı: Bir taşıtan, cari gaz yılının aylık dönemleri için, STS’de belirtilen bir ana çıkış noktasından, atıl kapasite olan herhangi bir ana çıkış noktasına kapasite aktarımı talebinde bulunabilir. Kapasite aktarımına yönelik başvurular, taşıyıcı tarafından başvuru sırasına göre ele alınır. (ŞİD 2.5.1)

2.1.4 Kapasite aşım ücreti, ana çıkış noktası için rezerve kapasitenin aşıldığı her gün için tarifenin iletim kapasite bedelinin aşağıda belirtilen dönem katsayılarıyla çarpılması ile hesaplanacak ve rezerve kapasitenin aşıldığı miktar için tahakkuk ettirilecektir. Bir çoklu çıkış noktasında dönem katsayıları, taşıtanların o noktadaki toplam tahsisat miktarının, toplam kapasite rezervasyonunu aşmadığı durumlarda 1 (bir) olarak alınacaktır. (ŞİD 2.8.2)

2.1.5 Rezerve kapasiteyi artırma yükümlülüğü: Taşıtan 1 Ocak - 31 Mart arasını kapsayan dönemde, herhangi bir giriş veya çıkış noktasında bir ay içerisinde rezerve kapasiteyi 8 veya daha fazla aşması halinde, ilgili ayda girdiği veya çektiği, günlük azami doğal gaz miktarı ile o noktadaki rezerve kapasite miktarı arasındaki fark kadar kapasiteyi, o noktadaki atıl kapasiteyle sınırlı olmak üzere, STS dönemi başından sonuna kadar almak ve bunun için yukarıdaki 2.1.2 maddesine göre (ŞİD 2.1.4) ödeme yapmakla yükümlü olacaktır (ŞİD 2.9)



Şekil 1. Kapasite Rezervasyonu ve Türleri

2.2 Kapasite Türleri

2.2.1 Rezerve kapasite: Bir taşıtan için bir giriş veya bir çıkış noktasında teslim alınabilecek doğal gaz miktarının azami sınırını ifade eder.

2.2.2 Yıllık (Baz) kapasite: Katsayısı 1 olan ve bir yılı kapsayacak şekilde alınan kapasite rezervasyon miktarıdır.

2.2.3 Kapasite aktarımı: Bir ana çıkış noktasından başka bir ana çıkış noktasına aktarılan miktardır.

2.2.4 İlave kapasite: Ay öncesinde alınan ve katsayısı kış ve geçiş döneminde 1’den büyük, yaz döneminde 1’den küçük olan rezervasyon miktarıdır.

2.2.5 Atıl kapasite: bir ana çıkış noktasında mak ile rezerve edilen kapasitelerin toplamı arasında kalan kapasite miktarıdır. Bir başka deyişle Taşıyıcının kapasite satışlarından sonra geriye kalan kullanılabilir kapasiteyi ifade eder

2.2.6 Maksimum ayrılabilir kapasite (MAK): Herhangi bir giriş ve çıkış noktasında, taşıyıcının, teknik altyapıyı dikkate alarak, o noktada rezerve edebileceği azami toplam kapasiteyi ifade eder.

2.3 Kapasite Miktarları ve Maliyetleri

2.3.1 İletim kapasite bedeli: EPDK Kurul Kararı ile yayımlanan Doğal Gaz Piyasası İletim Şebekesi İşleyiş Yönetmeliği'nin 15. maddesi uyarınca, taşıyıcı tarafından iletim şebekesi için belirlenen ve ilan edilen giriş ve çıkış noktalarında, taşıtan tarafından $\text{Sm}^3/\text{gün}$ olarak rezerve edilen kapasite karşılığında taşıyıcıya ödenecek kapasite bedeli üst sınırdır.

Ocak	8,618,585
Şubat	8,961,941
Mart	9,216,636

Şekil 2.0: Örnek bir ana çıkış noktasında yılın ilk üç ayındaki en yüksek 8. tüketimler

2.3.2 Zorunlu kapasite artırım maliyeti: Yılın ilk üç ayında BOTAŞ'ın belirlediği kapasite rezervasyon miktarı ilgili ana çıkış noktasında en fazla 8 kere aşılabılır. Aksi halde yıl boyu ilave aşım bedeli ödenir.

2.3.3 Baz kapasite rezervasyon miktarı: Bir gaz yılı içerisinde ilgili ana çıkış noktasında yıl boyu çekilebilecek minimum gaz miktarını ifade eder.

2.3.4 Baz kapasite rezervasyon maliyeti: İletim kapasite bedelinin baz kapasite rezervasyon miktarı ve yıl içi gün sayısı ile çarpılması sonucu oluşan maliyettir.

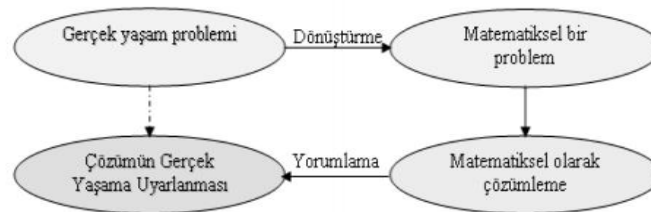
2.3.5 İlave kapasite rezervasyon miktarı: Toplam rezervasyon miktarı ile baz kapasite rezervasyon miktarının farkıdır.

2.3.6 İlave kapasite maliyeti: İlave kapasite rezervasyon miktarı ile atıl kapasite dönem katsayısı ve iletim kapasite bedelinin çarpılmasıyla bulunur.

2.2.7 Kapasite aşım miktarı: Doğal Gaz tüketimlerinden muhtemel kapasite rezervasyon miktarının farkıdır.

2.2.8 Kapasite aşım maliyeti: Kapasite aşım miktarı, aşım atıl kapasite katsayısı, iletim kapasite bedeli ve (tüketim /rezervasyon miktarı) oranının birbirleriyle çarpılması sonucu oluşan maliyettir.

2.2.9 Toplam kapasite rezervasyon maliyeti: Baz Kapasite Maliyeti, İlave Kapasite Maliyeti ve Kapasite Aşım Maliyetinin toplamıdır.



Şekil 2. Cheng (2001)'in matematiksel modelleme süreci(Turkish Journal of Educational Studies, TUTAK-GÜDER, 2014)

3. DOĞRUSAL OLMAYAN PROGRAMLAMA İNDİRGENMİŞ GRADYAN YÖNTEMİ (GRG)

3.1. Gradyan ve Özellikleri

İlk kordinatı f fonksiyonun x'e göre kısmi türevi iken ikinci değeri f fonksiyonun y'e göre kısmi türevidir. Gradyan lokal maximum noktayı buldurur. Kısmi türevlerden oluşur. Fonksiyondan çizilen dik vektörü(90°) elde etmemizi sağlar. Kaç kısıt varsa düzlem boyutu o kadar olacaktır.

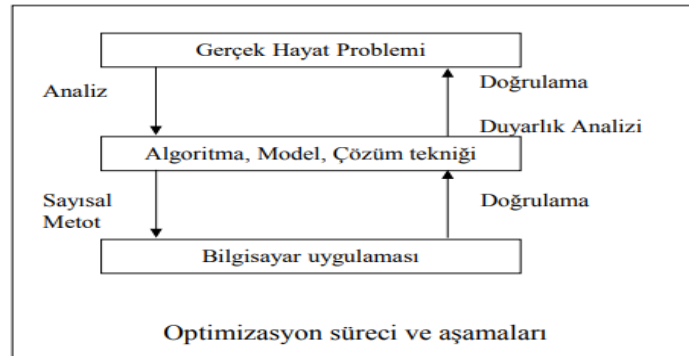
Örneğin $f(x,y)=x^2y+y^3-x+1$ kısmi türevlerini aldığımızda

$\nabla f=(2xy-1,x^2+3y^2)$ gradyan denklemi olarak bulunur.

$\nabla f(1,1)=(1,4)$ olarak bulunur. Burada $x=1$ ve $y=1$ noktasından denklemimize 90 derece açı ile geçebilecek vektörü elde etmiş oluyoruz.

3.2 İndirgenmiş Gradyan Yöntemi (Generalized Reduced Gradient)

Optimizasyon, problemdeki kayıpları en küçükleme (minimizasyon) ve kazançları en büyükleme (maksimizasyon) amacıyla, alternatifler arasından en iyisini seçme sanatıdır (Fahim ve Helmy, 2012: 1). Bu çalışmada, doğrusal olmayan programlama yapısına sahip kapasite optimizasyonu için genelleştirilmiş indirgenmiş gradyanlar (Generalized Reduced Gradient - GRG) yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 3. Optimizasyon süreci ve aşamaları

GRG algoritmasının, uygulama açısından, tekrarlı doğrusallaştırma kullanan içinde en önemlilerindendir (Su ve Lii, 1995: 181). Bazı karşılaştırmalı çalışmalara göre, GRG yöntemi en iyi deterministik yerel optimizasyon yöntemlerinden biridir (Kao, 1998: 807). Kısıtların yer aldığı uygulanabilir optimizasyon yöntemlerinden birisi olan GRG, teknolojik uygulamalarda yaygın olarak kullanılmakta ve önemli bir rol oynamaktadır (Mouatasim, 2010: 2). GRG algoritması fikri ilk olarak kısmi türev kavramının formüle edilmesiyle ortaya çıkmış ve geliştirilerek indirgenmiş gradyan yöntemi adıyla kullanılmaya başlanmıştır (Sharma ve Glemmestad, 2013: 1134). Modelin boyutlarını azaltmayı amaçlayan indirgenmiş gradyan yöntemi, doğrusal kısıtlı doğrusal olmayan programlama problemini çözebilmek amacıyla Wolfe (1963) tarafından geliştirilmiştir. Abadie ve Carpentier doğrusal olmayan kısıtları ele almak üzere GRG yöntemini genelleştirmişlerdir (Bazaraa, Sherali ve Shetty, 2006: 602).

GRG yöntemi, eşitlik kısıtları kullanarak değişkenlerin ortadan kaldırılmasını amaçlamaktadır (Yeniay, 2005: 167). GRG yönteminin çözüm yaklaşımı, tüm kısıtları karşılarken amaç fonksiyonu içinde daha iyi bir yön bulma amacı taşımaktadır (Faluyi ve Arum, 2012: 305). Basit indirgeme gerektiren Armijo satır aramalar (Lee, Chen ve Kang, 2004: 27; Sun ve Yuan, 2006: 509) kullanan GRG, optimizasyon yöntemlerini doğrusal durumdan doğrusal olmayan duruma genişletmeye çalışmaktadır (Mouatasim, 2010: 5). GRG algoritması aşağıdaki gibi özetlenebilir (Edgar ve Himmelblau, 1989; Su ve Lii, 1995)

Parçalı türevlerinin tüm noktalarında tanımlı olan $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ fonksiyonu göz önüne alalım. Gradyan vektörü

$$\nabla f(x) = \left[\frac{\partial f(x)}{\partial x_1}, \frac{\partial f(x)}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial f(x)}{\partial x_n} \right]$$

Birçok problemde tüm parçalı gradyanlarının sıfıra eşit olduğu kararlı noktaları bulmak kolay değildir. $\nabla f(x) = 0$

Gradyan araması ile bir fonksiyonun kararlı noktasına yaklaşılabılır:

- Eğer fonksiyonun gradyanı sıfıra eşit değilse $\nabla f(x) \neq 0$,
- $\Delta x = \nabla f(x)$ f fonksiyonunu arttıran bir doğrultu verir (Maks problemi için)
- $\Delta x = -\nabla f(x)$ f fonksiyonunu azaltan bir doğrultu verir (Min problemi için)

Birinci derece Taylor serisi hesaplamaları ile Δx doğrultusunda yeterli küçük adımlarda bir iyileştirme elde edilebilir.

Bahsedilen Gradyan arama yöntemleri Taylor serisi açılımından gelmektedir bu yöntemlerin adı ise;

- En Hızlı Tırmanış – Maksimizasyon problemlerinde geçerlidir.
- En Hızlı İniş – Minimizasyon problemlerinde geçerlidir.

Gradyana araması başlangıçta iyi ilerlese de kararlı noktaya yaklaştıkça zikzak yapar. Bu yüzden yöntem yavaş ve sonuç üretmede güvenilir değildir.

Gradyan aramadaki zikzaklı ilerlemeyi iyileştirmek için, ikinci dereceden Taylor serisi açılımı kullanılmıştır. Bu yüzden Newton adımı kullanılmaktadır.

Newton adımı Δx , $x^{(t)}$ noktasından $f(x)$ noktası civarındaki ikinci dereceden Taylor serisi yaklaşması ile aşağıdaki doğrusal denklem sisteminin çözülmesiyle elde edilir:

$$H(x^{(t)}) \Delta x = -\nabla f(x^{(t)})$$

Eğer Newton Yöntemi bir yerel minimuma yakınsar ise gradyan araması gibi birinci derece yöntemlerden çok daha hızlıdır. Karar vektörü büyüdükçe parçalı türevlerin hesaplanması ve doğrusal denklem sisteminin çözülmesi zorlaşacağından Newton yönteminin etkinliği azalacaktır.

Newton Yöntemi aşağıdaki işlemlerin tekrarlanması ile uygulanır:

Mevcut bir nokta için birinci ve ikinci derece parçalı türevlerin alınması ile Newton adımı hesaplanır.

$$H(x^{(t)}) \Delta x = -\nabla f(x^{(t)})$$

Çözüm Newton adımına göre güncellenir:

$$x^{(k+1)} = x^{(k)} + \Delta x$$

Algoritma gradyan normal durma toleransının altına düşünce sonlandırılır:

$$\|\nabla f(x^{(t)})\| < \epsilon_t$$

Örnek vermek gerekirse: matematiksel doğrusal olmayan iki değişkenli bir fonksiyonu ele alalım.

$f(x, y) = x^2y + y^3 - x + 1$ kısmi türevlerini aldığımızda;

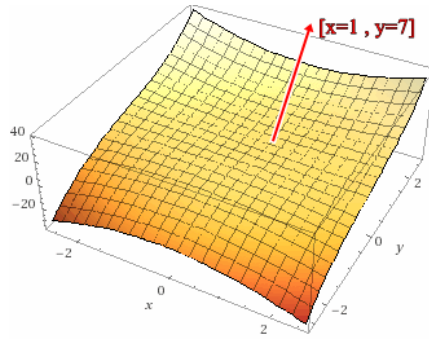
$$\nabla(f) = \left(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y} \right)$$

$\nabla(x^2y + y^3 - x + 1)(x, y) = (2xy - 1, x^2 + 3y^2)$ gradyan denklemi olarak bulunur.

$x=1, y=7$ noktasını referans alalım

$\nabla(x^2y - x + y^3 + 1) |_{(x, y) = (1, 7)} = (13, 148)$ olarak gradyan sonucu elde edilir.

Bu fonksiyonun grafiğini çizdiğimizde ise 3 boyutlu yüzey grafiği elde ederiz. Burada fonksiyonu minimum yapan değer iterasyonlar ile bulunur. Yapılan iteratif yöntemler sonucunda x ve y değeri bulunur ve fonksiyonu kesen x, y değeri fonksiyonu minimum yapan değerdir. Bu değerler vektörü fonksiyonu 90 derecelik açı ile keser ve Gradyan fonksiyonuna bu değerler koyularak minimum değer elde edilir.



Şekil 4. 3 boyutlu yüzey grafiği

4. DOĞRUSAL OLMAYAN PROGRAMLAMA İNDİRGENMİŞ GRADYAN YÖNTEMİ (GRG) İLE KAPASİTE REZERVASYON OPTİMİZASYONU YAPILMASI

4.1. İndeks

4.1.1 Açıklamalar

İQ=İlave kapasite rezervasyon miktarı	BM=Günlük baz kapasite rezervasyon maliyeti
İKB=İletim kapasite bedeli	İM= İlave kapasite rezervasyon maliyeti
BQ=Baz kapasite rezervasyon miktarı	RQ=Toplam kapasite rezervasyon miktarı
AŞM= Aşım maliyeti	TQ=Tüketim miktarı

4.1.2 Tanımlamalar

4.1.2.1 Kapasite Dönem Katsayıları

Kapasite Dönem Katsayıları=KDK dönem

$KDK_{KİŞ}=1.5$ $KDK_{GEÇİŞ}=1.25$ ve $KD_{YAZ}=1.1$

4.1.2.2 Atıl Kapasite Dönem Katsayıları

Atıl Kapasite Dönem Katsayıları=AKDK dönem

AKDK_{KIŞ}=1.3 KDK_{GEÇİŞ}=1.2 ve AKDK_{KIŞ}=0.8

4.1.2.3 Formülasyon

RQ= TQ (İlk üç ay en yüksek 8.tüketim olmak üzere)

IQ=RQ-BQ

AŞM = (TQ-RQ) x(TQ/RQ) x KDK dönem x İKB

BM+İM= (IQ x AKDK dönem +BQ) x İKB

TOPLAM KAPASİTE REZERVASYON MALİYETİ =BM+İM+AŞM

4.2 Hazırlık

4.2.1.1 Örnek bir ana çıkış noktasının günlük doğal gaz tüketimleri, atıl kapasite dönem katsayıları ve kapasite dönem katsayıları zaman serisi şeklinde yazılır. Sonra tüketimler her ay için her ay için en yüksek 8.tüketimler alınır.

Tablo 2. Örnek bir ana çıkış noktası için hazırlanan tüketim ve katsayıları gösteren zaman serileri

Gün	Atıl	Kapasite	Tüketim
1	1.3	1.5	6,868,031
2	1.3	1.5	7,439,241
3	1.3	1.5	8,618,585
4	1.3	1.5	9,573,029
5	1.3	1.5	8,900,444
6	1.3	1.5	9,212,981
7	1.3	1.5	8,655,338
8	1.3	1.5	7,468,502
9	1.3	1.5	7,293,012
10	1.3	1.5	7,209,386

4.2.1.2 Toplam Kapasite Rezervasyon Miktarı, baz kapasite rezervasyon miktarı, ilave kapasite rezervasyon miktarı, tüketim/ toplam kapasite rezervasyon miktarı, toplam kapasite rezervasyon maliyeti ve aşım maliyeti için zaman serileri oluşturulur. Sonrasında İletim Kapasite Bedeli maliyetlere formüllenenek hazırlık aşaması bitirilir.

Tablo 3. Kapasite ve maliyetlerini gösteren zaman serileri

	Toplam Rezervasyon	Baz Kapasite	Tüketim	İlave	Günlük Rezervasyon Maliyeti	Aşım bedeli	T/R Oran	Aşım Miktarı
1	8.618.585	2.067.224	8.868.031	8.551.361	53.513	0	0,80	0
2	8.618.585	2.067.224	7.439.241	8.551.361	53.513	0	0,86	0
3	8.618.585	2.067.224	8.618.585	8.551.361	53.513	0	1,00	0
4	8.618.585	2.067.224	9.573.029	8.551.361	53.513	8.040	1,11	954.444
5	8.618.585	2.067.224	8.900.444	8.551.361	53.513	2.208	1,03	281.859
6	8.618.585	2.067.224	9.212.981	8.551.361	53.513	4.819	1,07	594.396
7	8.618.585	2.067.224	8.655.338	8.551.361	53.513	280	1,00	36.753
8	8.618.585	2.067.224	7.468.502	8.551.361	53.513	0	0,87	0
9	8.618.585	2.067.224	7.293.012	8.551.361	53.513	0	0,85	0
10	8.618.585	2.067.224	7.209.386	8.551.361	53.513	0	0,84	0
11	8.618.585	2.067.224	7.051.831	8.551.361	53.513	0	0,82	0
12	8.618.585	2.067.224	6.655.321	8.551.361	53.513	0	0,77	0
13	8.618.585	2.067.224	7.161.400	8.551.361	53.513	0	0,83	0
14	8.618.585	2.067.224	6.568.375	8.551.361	53.513	0	0,76	0
15	8.618.585	2.067.224	5.679.724	8.551.361	53.513	0	0,66	0
16	8.618.585	2.067.224	6.520.235	8.551.361	53.513	0	0,76	0
17	8.618.585	2.067.224	7.488.421	8.551.361	53.513	0	0,87	0
18	8.618.585	2.067.224	7.177.947	8.551.361	53.513	0	0,83	0
19	8.618.585	2.067.224	7.284.897	8.551.361	53.513	0	0,85	0
20	8.618.585	2.067.224	7.339.110	8.551.361	53.513	0	0,85	0

4.3 Model

4.3.1 Kanonik Form

Amaç fonksiyonu: $\min Z = BM + \dot{I}M + A\dot{S}M$

Kısıtlar;

$$RQ_1 \geq TQ_1 \text{ (Ocak ayı)}$$

$$RQ_2 \geq TQ_2 \text{ (Şubat ayı)}$$

$$RQ_3 \geq TQ_3 \text{ (Mart ayı)}$$

$$RQ_1, RQ_2, RQ_3 \geq 0$$

4.3.2 Standart Form

Amaç fonksiyonu: $\min Z = BM + \dot{I}M + A\dot{S}M$

Kısıtlar;

$$RQ_1 = TQ_1 \text{ (Ocak ayı)}$$

$$RQ_2 = TQ_2 \text{ (Şubat ayı)}$$

$$RQ_3 = TQ_3 \text{ (Mart ayı)}$$

$$RQ_1, RQ_2, RQ_3 = 0$$

4.3.3 Modelin açık halde yazımı ve GRG uygulaması

Optimizasyon modelinin matematiksel formunu yazarsak;

$$\min Z = \sum ((RQ - BQ) \times AKDK \text{ dönem} + BQ) \times \dot{I}KB) + \sum (TQ - RQ) \times (TQ/RQ) \times KDK \text{ dönem} \times \dot{I}KB)$$

Dönem maliyet katsayıları $\dot{S}ID$ 'e göre değişken olduğu için örnek göstermek için Kış ayı dönem maliyet katsayısı örnek için kullanılır ve iki maliyet de aynı ayrı iki fonksiyon olarak alınır;

$$f(r) = \sum ((RQ - BQ) \times AKDK_{Kış} + BQ) \times \dot{I}KB)$$

$$f(a) = \sum ((TQ - RQ) \times (TQ/RQ) \times KDK_{Kış} \times \dot{I}KB)$$

$$\text{Nihai Amaç Fonksiyonu : } \min Z = \sum (f(r)) + (f(a))$$

Kısıtlar;

$$RQ_1 \geq TQ_1 \text{ (Ocak ayı)}$$

$$RQ_2 \geq TQ_2 \text{ (Şubat ayı)}$$

$$RQ_3 \geq TQ_3 \text{ (Mart ayı) için GRG Modeli için Microsoft Office Excel çözücü kullanılır.}$$

4.3.3 Modelin açık halde yazımı ve GRG uygulaması

Optimizasyon modelinin matematiksel formunu yazarsak;

$$\text{Min}Z = \sum ((RQ - BQ) \times AKDK \text{ dönem} + BQ) \times İKB) + \sum (TQ - RQ) \times (TQ/RQ) \times KDK \text{ dönem} \times İKB))$$

Dönem maliyet katsayıları ŞİD'e göre değişken olduğu için örnek göstermek için Kış ayı dönem maliyet katsayısı örnek için kullanılır ve iki maliyet de aynı ayrı iki fonksiyon olarak alınır;

$$f(r) = \sum ((RQ - BQ) \times AKDK_{Kış} + BQ) \times İKB)$$

$$f(a) = \sum ((TQ - RQ) \times (TQ/RQ) \times KDK_{Kış} \times İKB))$$

$$\text{Nihai Amaç Fonksiyonu : Min}Z = \sum(f(r)) + (f(a))$$

Kısıtlar;

$$RQ_1 \geq TQ_1 \text{ (Ocak ayı)}$$

$$RQ_2 \geq TQ_2 \text{ (Şubat ayı)}$$

$$RQ_3 \geq TQ_3 \text{ (Mart ayı) için GRG Modeli için Microsoft Office Excel çözücü kullanılır.}$$

4.4 Modelin Microsoft Office Excel Çözücü Eklentisiyle Modelin Çözümü

4.4.1. Optimizasyon Uygulanması

Gradyan vektörü aramasında Newton benzeri yaklaşım olan Hesiyan matrisinin yaklaşık değerlerini tutmayı gerektiren bir yöntem ile Excel Çözücüde çözülür. Excel Çözücünün mevcut saklama alanına bağlı olarak otomatik eşlenik gradyan yöntemine geçen özelliği vardır. Arama yönü belirlendikten sonra değişken adım miktarı yaklaşımı kullanarak belirlenen doğrultuda tek boyuta indirgenerek gerçekleşir.

Nisan	7,823,142
Mayıs	3,865,416
Haziran	1,898,724
Temmuz	1,794,421
Ağustos	1,794,421
Eylül	1,754,387
Ekim	5,267,108
Kasım	6,441,596
Aralık	7,466,416
AYLAR	BAZ
	2,067,224

Şekil 5. Baz ve aylık kapasiteleri oluşması

4.4.2. Optimizasyon Sonuçları

=TOPLA(Q385:R385)		
P	Q	R
GÜN	BM+İM	AŞM
361	45.940	0
362	45.940	0
363	45.940	0
364	45.940	0
365	45.940	0
TOPLAM	11.713.121	1.016.761
BM+İM+AŞM =		12.729.882

Şekil 6. Toplam Kapasite Rezervasyon Maliyeti

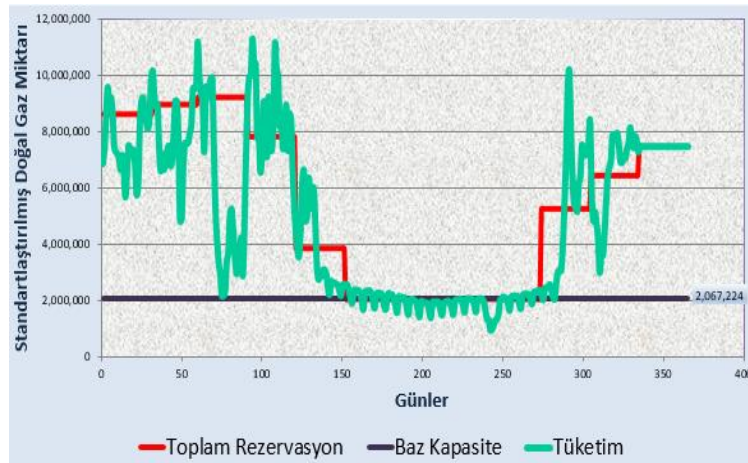
Yapılan iterasyonlar sonucunda Şekil 5'te görüldüğü üzere baz kapasite: 2,067,224 ve aylık olarak alınacak kapasite değerleri bulunur ve fonksiyonu kesen bu değerler fonksiyonu minimum yapan değerdir. Bu değerler vektörü fonksiyonu 90^0 açı ile keser ve Gradyan fonksiyonuna bu değerler koyularak minimum değer elde edilir. Yapılan çözüm sonucu Şekil 6'da görüldüğü üzere $BM+İM+AŞM=Yıllık\ Toplam\ Rezervasyon\ maliyeti\ 12,729,882$ olduğu görülmektedir.

Geleneksel yöntemlerle bir çalışma yapıldığında örneğin ortalamaları baz kapasite olarak tanımladığımızda baz kapasite ve ilave kapasiteden ortaya çıkacak maliyet 13,787,510 olduğu görülmektedir. Geleneksel birkaç yöntem de denendiğinde maliyetlerinin yüksek çıktığı görülmektedir.

İndirgenmiş Gradyan Yöntemi ile yapılan çalışmada %7 ile %10 arasında maliyet kazancı sağladığı görülmektedir.

5. BULGULARIN YORUMLANMASI

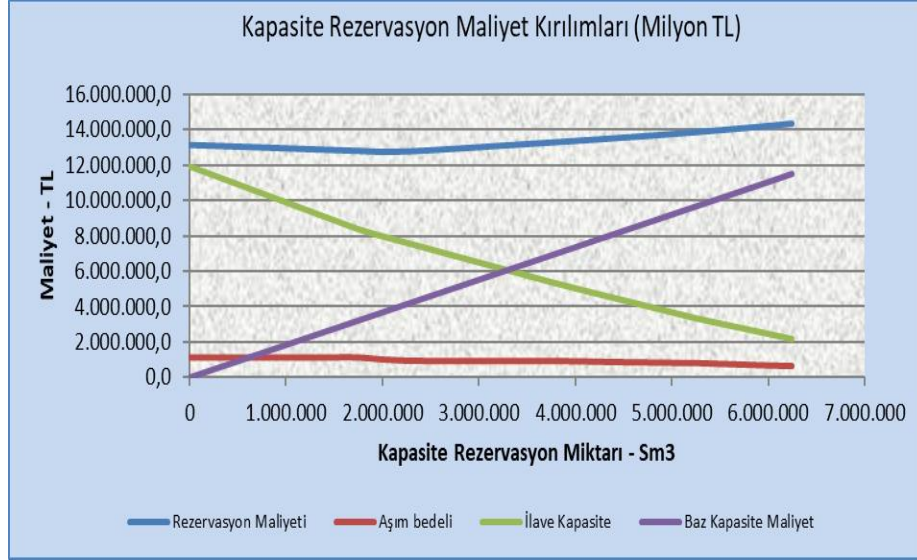
Baz kapasite – atıl kapasite miktarı dengelenmesi, her ay için atıl kapasite ve kapasite aşım miktarı belirlendikten sonra, atıl kapasite'nin katsayılı maliyetlerini indirgeyen ve yıl boyu belirlenen baz kapasite oranı belirlenir. Bu belirlemede dikkat edilen temel husus yaz aylarındaki çekiş miktarıdır; yazın yatay ve hemen hemen sabit bir profil izleyen çekişin üstünde bir baz kapasite seçilmesi, o aylar için kullanılmayan kapasitenin ekstra maliyet olması demektir. Aynı zamanda diğer aylarda baz kapasitenin üstünde kalan kapasite için atıl kapasite isteneceği için, bu da katsayılı bir kapasite maliyet ödenmesi demektir. Bu sebeple kullanılmayan kapasite maliyeti ile katsayılı atıl kapasite kullanımı maliyetini dengeleyecek bir baz kapasite seçilmesi gerekmektedir (Bakınız: Şekil 7).



Şekil 7. Tüketim ve kapasite rezervasyonları

Şekil 7’de görüldüğü gibi yeşiller gerçekleşen tüketim olup, mor çizgi yıl boyu sabit baz kapasiteyi gösterir, kırmızı çizgi de toplam kapasiteyi gösterir, mor ile kırmızı arasında kalan kısım da atıl kapasite rezervasyonunu gösterir.

Uygulamada ulaşılan baz ve atıl kapasite bedelleri ile kapasite aşım bedelleri analiz edildiğinde, aşağıdaki gibi bir tablo ortaya çıkmaktadır.(Bakınız: Şekil 8)



Şekil 8. Kapasite rezervasyon maliyet kırılımları

Burada temel değişken baz kapasite’nin (Mor) rezervasyonudur. Yani, baz kapasite rezervasyonunun farklı değerlerine dayalı olarak belirlenecek atıl kapasite ve kapasite aşım değerlerinin ayrı ayrı ve toplam maliyetleri grafikte görülmektedir. Buna göre, toplam maliyet çizgisi (Mavi) 2,067,224’lük bir baz kapasite rezervasyonunda minimuma inmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Örnek bir ana çıkış noktası için veriler standartlaştırılarak minimizasyon çalışması yapılmış, ilgili nokta için baz kapasite ve aylık ilave kapasiteler toplam rezervasyon maliyetini minimize edecek şekilde ve iteratif yöntemle hesaplanmaya çalışılmıştır.

Optimizasyon çalışmasında iterasyonlar sonucunda ana çıkış noktası için optimum kapasite rezervasyon miktarları belirlenerek Toplam Rezervasyon Maliyetinin minimum değere ulaşması sağlanmıştır.

Öncelikli olarak baz kapasitenin belirlenmesinde yaz aylarındaki sabit çekişin esas olduğudur. Yani kapasite rezervasyonunda geçmiş senelere bakarak yaz ayları çekişleri dikkate alınarak baz kapasite rezervasyonu belirlenmeli, daha sonra her ay için ihtiyaca binaen atıl kapasite isteği gönderilmelidir (Bakınız: Şekil 7) Toplam maliyet çizgisinin minimum çizgisi öncesi daha yatay olduğu, sonrasında ise daha eğimli arttığı görülmektedir. Baz kapasitenin az olduğu yerlerin işletmecilik açısından daha riskli bölge olması ve toplam maliyet çizgisinin de riskli bölgede yatay seyir izlemesi, baz kapasitenin ‘minimum maliyet çizgisinin sol kısmında seçilmemesi gerektiğini ortaya koyar ki bu da rahatlatıcı bir etkidir. Bu sebeple, ileriki aşamalarda risk analizi de yapılarak, nerede optimizasyon yapılacağı, veya nerede maliyete katlanarak risk düşürülmesi gerçekleştirileceği incelenebilir (Bakınız: Şekil 8)