



ANKARA

HACI BAYRAM VELİ ÜNİVERSİTESİ

İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER FAKÜLTESİ

İİBF DERGİSİ

e-ISSN
2667
405X

20. Uluslararası Ekonometri,
Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu
EYİ 2020 Özel Sayısı

ANKARA HACI BAYRAM VELİ ÜNİVERSİTESİ

İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER FAKÜLTESİ DERGİSİ

SAHİBİ

Prof. Dr. Kemal GÖRMEZ
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dekanı

SORUMLU YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ

Prof. Dr. Murat ATAN
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dekan Yardımcısı

YAYIN KURULU

Prof. Dr. Ahmet AKSOY
Prof. Dr. Cemalettin TAŞKIRAN
Prof. Dr. Hamit Emrah BERİŞ
Prof. Dr. Selda AYDIN
Prof. Dr. Yücel UYANIK

EDİTÖR

Prof. Dr. Murat ATAN

BÖLÜM ALAN EDİTÖRLERİ

Doç. Dr. Atilla GÖKÇE
Dr. Öğr. Üyesi İrşat SARIALIOĞLU
Öğr. Gör. A. Aziz YILDIZ

YAYIN ALT KURULU

Arş. Gör. Savaş GAYAKER

İDARE MERKEZİ YAZIŞMA - HABERLEŞME

Münire DEMİRTAŞ
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Beşevler/Ankara
Tel: (0312)216 13 62
dergipark.gov.tr/ahbvuiibfd
iibfdergi@hbv.edu.tr

DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Abdülkadir ŞENKAL	Kocaeli Üniversitesi
Prof. Dr. Alaeddin TİLEYLİOĞLU	Çankaya Üniversitesi
Prof. Dr. Ali HALICI	Başkent Üniversitesi
Prof. Dr. Aşkın KESER	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Atılhan NAKTİYOK	Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr. Ayşegül MENGİ	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Hasan Bahadır TÜRK	Çankaya Üniversitesi
Prof. Dr. Burhan AYKAÇ	İstanbul Gelişim Üniversitesi
Prof. Dr. E. Tuncay SENYEN-KAPLAN	Başkent Üniversitesi
Prof. Dr. Ercan UYGUR	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Erineç YELDAN	Bilkent Üniversitesi
Prof. Dr. Eyüp Günay İSBİR	İstanbul Aydın Üniversitesi
Prof. Dr. Fuat SEKMEN	Sakarya Üniversitesi
Prof. Dr. Füsün ARSAVA	Atılım Üniversitesi
Prof. Dr. Hakkı Hakan YILMAZ	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Haluk ALKON	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Hasan Altan ÇABUK	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. İbrahim AOUDE	Hawaii University
Prof. Dr. İbrahim AYDINLI	Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Prof. Dr. İbrahim DOĞAN	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet Cahit GÜRAN	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Murat CANİTEZ	KTO Karatay Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa DELİCAN	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa Kemal BİÇERLİ	Anadolu Üniversitesi
Prof. Dr. Nuran BAYRAM	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Öznur YÜKSEL	Çankaya Üniversitesi
Prof. Dr. Ralph H. SALMI	California State University, San Bernardino
Prof. Dr. Sedat MURAT	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Selami SEZGİN	Osman Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Sertaç Hami BAŞEREN	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Sibel TURAN	Trakya Üniversitesi
Prof. Dr. Şenol DURGUN	Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi
Prof. Dr. Şükrü KARATEPE	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi
Prof. Dr. Tekin AKDEMİR	Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Prof. Dr. Uğur ÖMÜRGÖNÜLŞEN	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Ulvi KESER	Girne Amerikan Üniversitesi

TASARIM-DİZGİ: A. Aziz YILDIZ

YAYIN TÜRÜ: Yerel Süreli

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi
Hakemli bir dergidir. Dergimizde yayımlanan makaleler, yazarların kendilerini bağlamaktadır.
Dergimiz TÜBİTAK-ULAKBİM (SBVT), SOBİAD, EBSCO ve ASOS Index tarafından taranmaktadır.
Yeni ISSN: 2667-405X
Eski ISSN: 2148-1792 (Elektronik), 1302-2024 (Basılı)

**ANKARA HACI BAYRAM VELİ ÜNİVERSİTESİ
İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER FAKÜLTESİ DERGİSİ**

dergipark.gov.tr/ahbvuibfd

20. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu

EYİ 2020 Özel Sayısı

İÇİNDEKİLER

Avrupa Birliği ve Türkiye için Ekonomik Göstergeler ile Sağlık ve Araştırma Geliştirme Göstergeleri Arasındaki İlişkiler	
Ebru ÖZGÜR GÜLER, Dilek VEYSİKARANİ, Didem KESKİN.....	1-21
Türkiye Ekonomisinde Altın ve Petrol Fiyatlarının Makroekonomik Değişkenlerle İlişkisi	
Funda YURDAKUL, Selen Büke AKDAŞ.....	22-37
Büyük Veri Görselleştirme: Emlak Sektörüne İlişkin Bir Uygulama	
İ. Esen YILDIRIM, Elif ERKURT.....	38-57
Cholesky Ayrıştırması ile Varyans Analizine (ANOVA) Lineer Regresyon Yaklaşımı ve Excel Uygulaması	
Mustafa TEKİN, Haydar EKELİK.....	58-77
MLP/RBF Ağ Mimarileriyle Hibrit MGARCH-ANN Model Performans Karşılaştırması: Petrol Fiyat Oynaklığı	
Nurcan METİN, Kübra KARADAĞ, M. Kenan TERZİOĞLU.....	78-93
Sağ-Yönlü ADF Sınamaları ile Ankara İlinde Konut Balonu Araştırması	
Atilla GÖKÇE, İlkay GÜLER.....	94-116
Türkiye’de Kadın İşsizlik Oranlarının Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri İle İncelenmesi	
Fatih ÇEMREK, Tuğba ŞEKER.....	117-132
Aralık Tip-II Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Bir Konaklama İşletmesinde Tedarikçi Seçimi	
Kemal VATANSEVER, Salih TELLİOĞLU.....	133-155
BİST Lokanta ve Oteller Sektöründeki Turizm İşletmelerinin Finansal Performanslarının MACBETH ve EDAS Yöntemleri ile İncelenmesi	
Talip ARSU, Ejder AYÇİN.....	156-178
Türkiye’de Sigara Yasaklarının Sigara Kullanımı Üzerindeki Etkisi	
Özlem İPEK, Egemen İPEK.....	179-190
Veri Zarflama Analizi ile Düzey – 2 Bölgelerinin GSYİH Katkısının Analizi	
Ahmet AKTAŞ, Mehmet KABAK.....	191-206
Otonom Kara ve Hava Araçları ile Akıllı Tarım: Hasat Optimizasyonu Üzerine Bir Uygulama	
Alparslan GÜZEY, Mehmet Mutlu AKINCI, Şenol ALTAN.....	207-220
Pozitif Çarpık Dağılımın Yığın Ortalaması İçin Mutlak Sapmaya Dayalı Güven Aralıkları	
Zeliha TÜRKMEN, Hamza GAMGAM.....	221-236

ANKARA HACI BAYRAM VELİ UNIVERSITY
JOURNAL OF FACULTY OF ECONOMICS AND ADMINISTRATIVE SCIENCES

dergipark.gov.tr/ahbvuibfd

20th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics

EYI 2020 Special Issue

CONTENTS

The Relations Between Economic, Health And Research And Development Indicators For European Union And Turkey	
Ebru ÖZGÜR GÜLER, Dilek VEYSİKARANI, Didem KESKİN.....	1-21
Correlation of Gold and Oil Prices with Macroeconomic Variables in Turkey's Economy	
Funda YURDAKUL, Selen Büke AKDAŞ.....	22-37
Big Data Visualization Analysis on Real Estate Example Using R Program	
İ. Esen YILDIRIM, Elif ERKURT.....	38-57
Linear Regression Approach to Analysis of Variance (ANOVA) With the Cholesky Decomposition and Excel Application	
Mustafa TEKİN, Haydar EKELİK.....	58-77
Hybrid MGARCH-ANN Model Performance Comparison with MLP/RBF Network Architectures: Oil Price Volatility	
Nurcan METİN, Kübra KARADAĞ, M. Kenan TERZİOĞLU.....	78-93
Housing Bubble Research in Ankara Province with Right-Tailed ADF Tests	
Atila GÖKÇE, İlkay GÜLER.....	94-116
Investigation Of Women Unemployment Ratios in Turkey with Structural Breaks Unit Root Tests	
Fatih ÇEMREK, Tuğba ŞEKER.....	117-132
Supplier Selection Using Interval Type-II Fuzzy TOPSIS Method in an Accommodation Company	
Kemal VATANSEVER, Salih TELLİOĞLU.....	133-155
Investigation of Financial Performance of Tourism Enterprises in BIST Restaurants and Hotels Sector by MACBETH and EDAS Methods	
Talip ARSU, Ejder AYÇIN.....	156-178
The Impact of Smoking Bans on Smoking Behaviour in Turkey	
Özlem İPEK, Egemen İPEK.....	179-190
Analysis of GDP Contribution of NUTS – 2 Regions via Data Envelopment Analysis	
Ahmet AKTAŞ, Mehmet KABAK.....	191-206
Smart Agriculture with Autonomous Ground and Air Vehicles: An Application on to Harvest Optimization	
Alparslan GÜZEY, Mehmet Mutlu AKINCI, Şenol ALTAN.....	207-220
Confidence Intervals Based On Absolute Deviation For Population Mean Of A Positively Skewed Distribution	
Zeliha TÜRKMEN, Hamza GAMGAM.....	221-236

Avrupa Birliği ve Türkiye için Ekonomik Göstergeler ile Sağlık ve Araştırma Geliştirme Göstergeleri Arasındaki İlişkiler*

Ebru ÖZGÜR GÜLER**

Dilek VEYSİKARANI***

Didem KESKİN****

Geliş Tarihi (Received): 29.05.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 11.06.2020

Öz

Günümüzde dünya ekonomisinde meydana gelen gelişmeler ve oluşan rekabet ortamına bağlı olarak yenilik ve yeniliğe yönelik yaklaşımlara olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Araştırma ve geliştirme (AR-GE) harcamaları, yeni teknolojiler ve yeni ürünler üreterek sadece ülke ekonomisinin gelişmesinde önemli bir rol oynamayıp, aynı zamanda diğer ülkelerde üretim kapasiteleri üzerinde de anlamlı etkilere sebep olacaktır. Bununla birlikte ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynayan diğer bir faktörlerde sağlık göstergeleridir. Yapılan birçok çalışmada ülkelerin sağlık göstergeleri ile ekonomik gelişmişlik düzeyleri arasında yakın bir ilişki bulunduğu yönünde bulgular elde edilmiştir. Aynı zamanda sağlık göstergeleri beşerî sermayenin bir unsuru olarak ekonomik büyümenin belirleyicilerinden biri olmaktadır. Bu bağlamda, çalışmanın amacı, ekonomik büyümeye etki eden bazı ekonomik göstergeler ile temel sağlık göstergelerinin ve yine seçili ekonomik göstergeler ile AR-GE göstergeleri arasındaki ilişkilerin ayrı ayrı incelenmesi ve bu göstergelerden en etkili olanlarının belirlenmesi olarak özetlenebilir. Araştırmanın çalışma grubu olarak Avrupa Birliğine üye ülkeler ve aday ülke konumundaki Türkiye'nin dahil edildiği toplam 33 ülke seçilmiştir. Karşılaştırılmak istenen her bir değişken kümesinde en az iki değişken yer aldığından, bu değişken setleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için, literatürde en karmaşık ilişki analizi olarak kabul edilen kanonik korelasyon analizi kullanılmıştır. Kanonik korelasyon analizi bulguları ışığında, en etkili sağlık göstergesi olarak doğum oranı belirlenirken, AR-GE göstergeleri içerisinde ise en etkili değişkenlerin yüksek teknoloji ihracatı ve patent sayısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ar-Ge Göstergeleri, Sağlık Göstergeleri, Ekonomik Büyüme.

* Bu çalışma, 20. EYİ: Yirminci Uluslararası Ekonometri Yöneylem Araştırması ve İstatistik (EYİ) Sempozyumunda (2020) Sözlü Bildiri Olarak Sunulmuştur.

** Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Ekonometri Bölümü, Adana, Türkiye.

*** Araştırma Görevlisi, Çukurova Üniversitesi, Ekonometri Bölümü, Adana, Türkiye.

**** Yüksek Lisans Öğrencisi, Çukurova Üniversitesi, Ekonometri Bölümü, Adana, Türkiye.

The Relations Between Economic, Health And Research And Development Indicators For European Union And Turkey

Abstract

Today, because the developments occurring in world economy and competitive environment, the interest in the approaches to innovation and innovation is increasing gradually. Research and development (R&D) expenditures will not only play an important role in country's economy development by producing new technologies and new products, but will also have significant effects on their production capacities in other countries. However, other factors that play an important role in determining the development levels of countries are health indicators. Many studies have found there is a close relationship between countries' health indicators and economic development levels. Also, health indicators are one of the economic growth determinants as an element of human capital. In this context, the purpose of study can be summarized as examining some of the economic indicators and basic health indicators affecting economic growth, as well as the relationships between selected economic indicators and R&D indicators and determining the most effective ones. Research has selected a total of 33 working groups of the country where the European Union countries and Turkey to be included in the candidate country. Since there are at least two variables in each variable set to be compared, canonical correlation analysis, which is considered as the most complex relationship analysis in the literature, was used to determine the relationship between these variable sets. Considering canonical correlation analysis findings, while the birth rate is determined as the most effective health indicator, the most effective variables among the R&D indicators are high technology exports and number of patents.

Keywords: *Research-Development Indicators, Health Indicators, Economic Growth.*

Giriş

Uzun vadeli ekonomik büyümenin temelinde AR-GE'nin önemi göz ardı edilemez bir durumdadır ve çok sayıda endojen büyüme teorisi modeli büyümede AR-GE'nin anahtar rolünde olduğunu kabul etmektedir (Horvath, 2011, s. 2669).

Ülke ekonomileri için sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanması oldukça önemlidir. Sürdürülebilir büyümenin devamlılığının sağlanmasında ise yeniliğin ve yenilikçi yapının önemli bir itici güç olduğu söylenebilir. Bundan dolayı yenilik yolunda yapılan hizmetler, bilim ve teknoloji alanında yapılan politikalar için ne kadar önemli ise ülke ekonomileri üzerinde de o kadar önemlidir (Korkmaz, 2010, s. 3321).

Ülkeler arasında gözlenen gelir düzeyi ile ekonomik büyüme farklılıklarının ana etmenlerden biri olan teknoloji, nitelikli işgücü ve doğal kaynaklar ile ekonomik ve siyasi istikrarın sonucunda ortaya çıkmaktadır. Ülkeler ortaya çıkan bu farkları kapatabilmek için eğitime ve sağlık sektörüne ayırdıkları fon miktarını arttırmakta, diğer ülkelerle iş birliğine girmekte, teknoloji transferi içeren doğrudan yabancı yatırımları teşvik etmekte, kamu ve özel sektörün araştırma ve geliştirme (AR-GE) yatırımlarını özendirilmekte ve yeni doğal kaynak arayışlarını hızlandırmak gibi çeşitli yollara başvurabilmektedir (Göçer, 2013, s. 216).

AR-GE, bir iş yapmak ya da bir ürün üretmek veya yeni bir ürün ortaya koymak için bilinen ve sürekli uygulanan yolların dışında başka bir yol bulmak veya bilinmeyen yeni bir yol inşa etmek olarak ifade edilebilir. Bundan dolayıdır ki bir ülkenin sahip olduğu teknoloji seviyesi ile yeniliğe yaptığı yatırımları gelişmişliği hakkında bilgi içermektedir. Bu nedenle AR-GE faaliyetleri ülkenin teknoloji yeteneğini ve kapasitesini tanımlayan en temel değişkenlerin başında gelmektedir. AR-GE, bilgi sermayesinin hem üretime hem de gelire dönüştürüldüğü yatırımlar olarak kabul edilmektedir (Yaylalı, Akan & Işık, 2010, s. 14). Öyleyse ülkelerin hem ekonomik gücünü hem de sosyal refahını arttırılabilmesi için AR-GE faaliyetlerine önem vermeleri gerekmektedir (Bayaner, 2013, s. 9).

Bununla birlikte ülkeler, daha güçlü ve sürdürülebilir olabilmeleri için sağlıklı bireylerden meydana gelen bir toplum oluşturmayı hedeflemektedirler. Çünkü bir ülke ekonomisinin güçlü ve sürdürülebilir olabilmesi için sağlıklı bireylere ihtiyaç duyulmaktadır (İzgi, 2019, s. 12). Grossman (1972, s. 247), sağlıklı bireylerin bilgiyi daha etkin kavrayıp kullandığını ve sonuçta daha yüksek düzeyde verimlilik elde edildiğini belirtmiştir (Çetin ve Ecevit, 2010, s. 167). Bir ülkenin gelişmişlik düzeyinin belirlenmesindeki en önemli

etmenlerden biri de sağlık göstergeleridir. Ülkelerin sağlık göstergeleri ile ekonomik gelişmişlik düzeyleri arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır (İzgi, 2019, s. 13).

Ekonomik büyüme ve sağlık kavramları yaklaşık son 40 yıldır beraber kullanılarak, incelenmektedir. Hem devlet bütçesinde hem toplam harcamalardaki sağlık harcamalarının payının artması ve aynı zamanda sağlık harcamalarının Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) içerisinde önemli bir yer tutması bu konuya olan önemin artmasına sebebiyet vermiştir (Tekin, 2007, s. 36). Eğer ki bir ülke hem sürdürülebilir bir ekonomik büyümeye hem de güçlü bir ekonomiye sahip ise o ülke sağlıklı bir toplum yapısına sahiptir denebilir. Bununla beraber, sağlıklı bir toplum ve millet yapısından söz edebilmek için sağlık hizmetlerinin toplumun temel ihtiyaçlarını göz önünde bulundurması ve uygun olarak hizmet sunumunun yapılması gerekmektedir (İzgi, 2019, s. 12).

Çalışmanın temel amacı, sürdürülebilir bir ekonomide önemli rolü olduğu düşünülen sağlık ve AR-GE zerine araştırma yapılarak, bu göstergelerden ekonomi üzerinde en etkili olanlarının belirlenmesidir. Araştırmanın rnekleme grubunu Türkiye'nin aday ülke konumunda dahil edildiği Avrupa Birliği (AB) lkeleri oluşturmaktadır.

Günümüzde artan küreselleşmenin etkisi ile hükümetler sağlık harcamalarına verdikleri önemi arttırarak, daha fazla yatırım yapmaktadır. Bu bağlamda Türkiye açısından incelendiğinde son yayınlanan (TİİK, 2017) sağlık göstergelerine göre Türkiye'nin sağlık harcamaları bir önceki yıla kıyasla % 17,4 oranında artış göstererek 140 milyar 647 milyon TL'ye yükselmiştir. Türkiye'nin ekonomik büyümesinde etkili olan AR-GE harcama verileri incelendiğinde ise 2018 yılında yapılan harcama, bir önceki yıla göre %21,6 oranında artışla 13 milyar 24 milyon TL'ye yükselmiştir.

AB lkelerinin sağlık ve AR-GE harcamaları ile kıyaslandığında 2017 yılı sağlık harcamalarında Türkiye AB ortalamasının oldukça altında yer almaktadır. AR-GE harcamalarına bakıldığında ise 2017 yılı için Türkiye birçok AB yesi ülkeden (Malta, Güney Kıbrıs Rum Yönetimi ve Letonya gibi) daha fazla miktarda AR-GE harcaması yaparak yenilikçi ülke olma yolunda önemli adımlar atmaktadır (Eurostat, 2019).

Çalışmanın giriş bölümünü takip eden ikinci bölümünde literatür araştırmasına yer verilecek, ilgili alanyazın AR-GE ve sağlık göstergelerinin ekonomi üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalara yer verecek şekilde indirgenecektir. Bu bölümü takip eden nc kısımda çalışmada kullanılacak olan yöntem ve veri seti detaylı olarak açıklanacak dördüncü blmde ise çalışmanın ampirik bulgularına ilişkin yorumlara yer verilecektir. Çalışmanın sonuç

bölümünde ise elde edilen bulgular doğrultusunda ilgili literatür ile benzer ve farklı yönler tartışılarak önerilere yer verilecektir.

1. Literatür araştırması

Heshmati (2001), OECD ülkelerinin 1970-1992 dönemi için sağlık harcamalarının ekonomik büyümeleri ile ilişkisini araştırdığı çalışmada iki değişken arasında pozitif yönde etki olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bhargava ve arkadaşları (2001), sağlık göstergelerinden biri olan yetişkinlerin hayatta kalma oranları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 5 yıllık aralıklarla panel veri analizi ile çeşitli ülkeler için araştırmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre özellikle düşük gelirli ülkelerde sağlık sektöründeki olumlu adımların ekonomik büyüme üzerinde zayıf ama pozitif yönlü bir etki gösterdiği bulgusuna ulaşılmıştır.

Yanyun ve ve Mingqian (2004), Kore, Filipinler, Malezya, Japonya, Tayland, Singapur, Endonezya ve Çin ülkelerinin AR-GE harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkilerini 1994-2003 dönemi için Kısmi En Küçük Kareler (PLS) regresyon modeli kullanılmış, AR-GE harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bilbao-Osorio ve Rodriguez-Pose (2004) Avrupa Birliğinin yenilik ve ekonomik büyümeyi teşvik etmek amacıyla izledikleri AR-GE politikasının inovasyon ve ekonomik büyüme politikaları üzerindeki etkisini araştırmak için doğrusal regresyon modelini kullandıkları çalışmada, AR-GE harcamalarının, ekonomik büyüme sürecini hızlandırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle yükseköğrenimde ayrılan AR-GE yatırımın ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etken olduğu bulgusu ortaya konmuştur.

Chang ve Ying (2006), seçilen 15 OECD ülkesi için ekonomik büyüme ve sağlık harcamaları arasında uzun dönemde pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki elde etmiştir.

Taban (2006), Türkiye'nin sağlık göstergeleri ve ekonomik büyümesi üzerine yaptığı çalışmada 1968-2003 dönemine ait yıllık verilerle nedensellik analizi yapmıştır. Doğuşta yaşam beklentisi, sağlık kurumlarının sayısı, yatak sayısı ve sağlık personeli başına düşen kişi sayısı değişkenlerinin kullanıldığı çalışmada, sağlık kurumlarının sayısı hariç diğer tüm sağlık göstergelerinin ekonomik büyüme ile çift yönlü nedensellik gösterdiği saptanmıştır.

Falk (2007), OECD ülkelerinin AR-GE yoğunluğu ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerini panel veri analizi ile incelemiştir. 1970-2004 dönemine ait veriler ile yapılan analiz

sonucunda ileri teknoloji için yapılacak olan AR-GE harcamalarındaki artışların istihdam gelirleri üzerinde pozitif yönlü anlamlı bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir.

Samimi ve Alerasoul (2009), inovasyon performansının ve ekonomik büyümenin artırılması konusunda, AR-GE'nin önemli bir rol oynadığını belirtmiş, gelişmekte olan 30 ülke ekonomisi için 2000-2006 dönemini kapsayan araştırmalarında panel veri analizi yöntemini kullanmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, söz konusu ülkelerde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Bununla birlikte, ülkelerin etkin bir ekonomik büyüme gösterebilmesi için AR-GE faaliyetlerini geliştirmeleri gerektiği vurgulanmıştır.

Wu (2010), dünya pazarında önemli bir yeri olan Çin ekonomisinin AR-GE faaliyetleri ile olan ilişkisini incelediği çalışmada, AR-GE'ye yapılan yatırım yoğunluğunun yüksek olması neticesinde bölgesel inovasyonun pozitif yönde dolayısıyla ekonomik büyümeyle de yine aynı yönde etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Cooray (2012), 1990-2008 yıllarını kapsayan çalışmada örneklemini oluşturan 210 ülkenin sağlık göstergeleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Elde edilen bulgular, sağlık göstergelerinin yüksek gelir düzeyine sahip ülkelerin ekonomik büyümeleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü kuvvetli bir etkisi olduğu yönündedir. Düşük ve orta gelir düzeyine sahip ülkelerin ise eğitim harcamaları ile sağlık harcamaları arasında anlamlı bir ilişki olduğu, ekonomik büyüme üzerinde ise herhangi bir anlamlı etkiye neden olmadığı belirtilmiştir.

Mehmood ve arkadaşları (2014), sağlık harcamaları ile eğitim seviyesinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini araştırmıştır. 1990-2012 yıllarına ait 26 Asya ülkesinin verisi kullanılarak havuzlanmış regresyon tekniği kullanılmıştır. Analiz sonucunda kişi başına gelir ile sağlık harcamaları arasında tek yönlü bir ilişki elde edilmiştir.

Silaghi ve arkadaşları (2014), 1998-2008 dönemi için Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinin ekonomik büyümesi ile AR-GE arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmada dinamik panel veri analizi yöntemini kullanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda AR-GE yoğunluğundaki artışın kısa ve uzun dönemde bu ülkelerdeki ekonomik büyümeyi arttırdığı gözlenmiştir.

Işık ve Kılınç (2016), ülkelerin daha yüksek bir refah seviyesine ulaşmalarının yanında ekonomik ve sosyal dönüşüm gerçekleştirmelerini sağlayan bir olgu olarak yeniliği görmektedir. Bu bağlamda 1990-2011 dönemi için seçilen ülkeler için yapılan analizde uzun dönemde ve kısa dönemde AR-GE harcamalarında ve elektronik sektöründeki ihracatta meydana gelen artışların geliri artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

2. Metodoloji

2.1. Kanonik Korelasyon Analizi

Hotelling tarafından 1936 yılında öne sürülen kanonik korelasyon analizi her birinde en az iki değişken bulunan, $p \geq 2$ ve $q \geq 2$ şeklindeki (X_1, X_2, \dots, X_p) ve (Y_1, Y_2, \dots, Y_q) iki değişken seti arasındaki ilişkiyi inceler (Huo ve Budescu, 2009, s. 692; Özçomak ve Demirci, 2010, s. 264). Kanonik korelasyon analizi, iki kümede yer alan değişkenler arasındaki doğrusal kombinasyonların oluşturduğu korelasyonlara odaklanır (Johnson ve Wichern, 2014, s. 539).

İki değişken seti arasındaki ilişkileri inceleyen kanonik korelasyon analizinde bu değişken setlerinden biri bağımlı diğeri bağımsız değişkenler olarak öngörülebilir (Tabachnick ve Fidell, 2007, s. 567). Kanonik korelasyon analizinde değişkenlerin yer aldığı kümelerde değişken sayısının birbirine eşit olma mecburiyeti bulunmamakla birlikte kanonik korelasyon analizi çoklu bağımlı ölçümler ile metrik ölçümler arasındaki ilişkileri de inceler (Anderson, 2003, s. 487; Hacıahmetoğlu, 2019, s. 4).

Kanonik korelasyon analizinin; iki değişken setinin birbirlerinden bağımsız olup olmadığını belirlemek, iki değişken seti arasındaki ilişkinin boyutunu saptamak, her iki değişken setinin kendi içindeki değişkenlerden korelasyona en fazla katkıda bulunanları belirlemek ve bağımlı ve bağımsız değişken kümesinin her biri için ağırlıklarını oluşturmak gibi amaçları bulunmaktadır (Özçomak ve Demirci, 2010, s. 264; Raykov ve Marcoulides, 2008, s. 368).

Elde edilen kanonik korelasyon katsayılarının tanımlayıcı amaçlarla kullanılması durumunda, kümelerde yer alan değişkenlerin normal dağılması konusunda katı bir koşul bulunmamakla birlikte katsayılara ilişkin hipotez testleri yapılması durumunda, örneklemin çekildiği evrenin çok değişkenli normal dağılım göstermesi gerekmektedir (Raykov ve Marcoulides, 2008, s. 370). Bununla birlikte doğrusal kanonik korelasyon analizi için öngörülen varsayımlar; kanonik değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantının olmaması, kanonik değişken çiftleri arasında sabit varyans olması, veri setlerinin çoklu normal dağılım göstermesi, veri setinin büyüklüğünün yeterli olması koşulları bulunmaktadır (Stevens, 2009).

Kanonik korelasyon analizi uygulanırken ilk aşamada, birim varyanslı, birbirinden bağımsız ve doğrusal bileşenler arasındaki ilişkiyi (korelasyonu) en yüksek yapan kanonik değişkenler olarak da adlandırılan kanonik fonksiyonlar elde edilir (Everitt ve Hothorn, 2011, s. 96). Her bir kanonik fonksiyon iki kanonik değişkene sahiptir. Bu kanonik değişken çiftlerinden birincisi ilk değişken setini, ikincisi ise diğeri değişken setini belirtir. Elde

edilebilecek mümkün kanonik fonksiyon sayısı, $\min(p, q)$ sayısı kadardır (Ünlükaplan, 2009, s.239).

Kanonik fonksiyonların hesaplanmasındaki amaç iki değişken seti arasındaki maksimum ilişkiyi ortaya koyabilmektir. Elde edilen ilk kanonik değişken çifti, bahsedilen değişken setleri arasındaki ilişkiyi maksimum yapan değer olarak hesaplanır (Rencher, 2002, s. 366). Kanonik çiftler arasındaki maksimum korelasyona kanonik korelasyon adı verilir (Sherry ve Henson, 2005, s. 40). Kanonik korelasyon ile basit korelasyon benzer özellikler göstermekle birlikte hesaplanan kanonik korelasyon 0 ile 1 arasında değerler alabilmektedir (Özçomak ve Demirci, 2010, s. 263). Hesaplanan kanonik korelasyonun karesi, öz değer ya da kanonik kök olarak adlandırılır. Kanonik korelasyon analizi uygulanırken, elde edilen kanonik katsayılarından yalnızca istatistiksel olarak anlamlı olanları yorumlanmalıdır (Tabachnick ve Fidell, 2007, s. 569).

X_1, X_2, \dots, X_p olarak ifade edilen p tane X değişkeni ve Y_1, Y_2, \dots, Y_q olarak belirtilen q tane Y değişkeninin söz konusu olduğu durumda kanonik değişkenler aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\begin{aligned}w_1 &= v_{11}X_1 + v_{12}X_2 + \dots + v_{1p}X_p \\w_2 &= v_{21}X_1 + v_{22}X_2 + \dots + v_{2p}X_p \\&\vdots \\w_r &= v_{r1}X_1 + v_{r2}X_2 + \dots + v_{rp}X_p\end{aligned}\tag{1}$$

$$\begin{aligned}z_1 &= u_{11}Y_1 + u_{12}Y_2 + \dots + u_{1q}Y_q \\z_2 &= u_{21}Y_1 + u_{22}Y_2 + \dots + u_{2q}Y_q \\&\vdots \\z_r &= u_{r1}Y_1 + u_{r2}Y_2 + \dots + u_{rq}Y_q\end{aligned}\tag{2}$$

Hesaplanabilecek kanonik fonksiyon sayısı r olmak üzere, r sayısı X ve Y değişken setlerinden değişken sayısı daha az olan settaki değişken sayısına eşittir. Yani $\min(p, q) = r$ ile ifade edilebilir (Cohen, Cohen, West ve Aiken, 2003; Stevens, 2009). İki değişken kümesi arasındaki ilişkiler w_1 ve z_1 arasındaki ilişkiyi en büyük yapacak şekilde belirlenir. Kanonik değişken çiftleri yani $(w_1, z_1), (w_2, z_2), \dots, (w_r, z_r)$ iki değişken seti arasındaki bağımsız bir boyuttur (Hamarat ve Özen, 2015, s. 59; Ünlükaplan, 2009, s. 239).

Kanonik korelasyon analizi sonuçları yorumlanırken elde edilen kanonik değişkenlerden sadece anlamlı olanlarının dikkate alınması gerekmektedir. Ayrıca kanonik fonksiyonların katsayılarına ilişkin büyüklüklerin yanı sıra işaretleri de ilişkinin yönünü belirteceğinden ayrıca incelenmelidir. Kanonik yükler, değişken setlerinde yer alan değişkenlerden hangilerinin daha fazla ağırlığa sahip oldukları bilgisini de içinde barındırdığından, kanonik değişken üzerinde en çok etkiye sahip olan değerler de yorumlanmalıdır. Değişkenler içerisinde büyük ağırlığa sahip olanlar daha fazla katkı sağlarken, düşük değerler kanonik değişkenlere daha az katkıda bulunur (Albayrak, 2006, s. 470 Ünlükaplan, 2009, s. 240). Kanonik yük değerinin yüksek olması ayrıca ilgili değişkenin kanonik varyansının hesaplanmasındaki önem derecesini de göstermektedir (Rencher, 2002, s. 373).

Kanonik korelasyon analizi sonuçlarında rapor edilen kanonik çapraz yükler (yapı katsayıları) incelendiğinde, set içerisinde yer alan her bir değişkenin diğer değişken setinde yer alan kanonik değişkenler ile arasında var olan korelasyon katsayıları bilgilerine ulaşılır.

Kanonik korelasyon analizi sonucunda değişken setlerinin kendi içindeki ve karşı kümedeki varyansı ne ölçüde açıkladığının ölçüsü olarak, gereksizlik (redundancy) ölçüsü kullanılır (Rencher, 2002, s. 374; Hamarat ve Özen, 2015, s. 59). Veri setlerinin birbirlerinin sebep sonuç ilişkisini belirleme büyüklüğü olarak ele alınan gereksizlik indeksinin kullanılması durumunda, yüksek değerli değişken setlerinin birbirleri ile yüksek düzeyde ilişkili olduğu söylenebilir (Özdamar, 2010, s. 420).

2.2. Veri Seti

Çalışmada, bazı ekonomik göstergeler ile “Sağlık” ve “AR-GE” göstergelerinin karşılıklı ilişkilerinin ortaya konulması amacıyla iki ayrı kanonik korelasyon analizi uygulanmıştır. Çalışmanın örneklem grubunu Türkiye’nin de aday ülke olarak dahil edildiği, Avrupa Birliği (AB)’ye üye 33 ülke oluşturmaktadır.

Çalışmada kullanılan Sağlık, AR-GE ve Ekonomi göstergeleri, Dünya Bankası (WORLDBANK) veri tabanından elde edilmiş ve Tablo 1’de özetlenmiştir. Bu bağlamda, 4’ü Sağlık göstergesi, 4’ü AR-GE göstergesi ve 5’i Ekonomi göstergesi olmak üzere çalışmada toplam 13 değişken kullanılarak iki farklı kanonik korelasyon analizi uygulanmıştır.

Tablo 1.

Araştırmada Kullanılan Değişkenler

	Değişken No	Değişken Adı
Sağlık Göstergeleri	X ₁	Sağlık Harcamaları
	X ₂	Bebek Ölüm Oranı
	X ₃	Doğum Oranı
	X ₄	Doğumda beklenen yaşam süresi
AR-GE Göstergeleri	Y ₁	Araştırmacı Sayısı
	Y ₂	AR-GE Harcaması
	Y ₃	Patent Sayısı
	Y ₄	Yüksek Teknoloji İhracatı
Ekonomi Göstergeleri	Z ₁	Elektrik Üretimi
	Z ₂	GSYİH
	Z ₃	Enflasyon Oranı
	Z ₄	Büyüme Oranı
	Z ₅	Mal ve Hizmet İhracatı

3. Ampirik Bulgular

3.1. “SAĞLIK” ve “EKONOMİ” Kümeleri için Kanonik Korelasyon Analizi

Çalışmada ilk olarak uygulanan kanonik korelasyon analizinde, sözü edilen 33 ülke için “Sağlık Göstergeleri (SAĞLIK)” birinci değişken kümesini, “Ekonomi Göstergeleri (EKONOMİ)” ise ikinci değişken kümesini oluşturmaktadır. Analize ilişkin bulgular SPSS paket programı yardımıyla elde edilmiştir. İlk küme olarak tanımlanan SAĞLIK kümesinde “Sağlık Harcamaları (X₁)”, “Bebek Ölüm Oranı (X₂)”, “Doğum Oranı (X₃)” ve “Doğumda Beklenen Yaşam Süresi (X₄)” olmak üzere 4 değişken ($p = 4$) ele alınırken, ikinci küme olan EKONOMİ kümesinde ise “Elektrik Üretim (Z₁)”, “GSYİH (Z₂)”, “Enflasyon Oranı(Z₃)”, “Büyüme Oranı (Z₄)” ve “Mal ve Hizmet İhracatı (Z₅)” olmak üzere 5 değişken ($q = 5$) analize dahil edilmiştir.

SAĞLIK ve EKONOMİ kümelerinin içermiş oldukları değişken sayıları göz önünde bulundurulduğunda hesaplanabilecek kanonik korelasyon sayısı, $\min(p, q) = 4$ kriterinden dört tane olarak belirlenmiştir. İki değişken kümesine ilişkin korelasyon matrisi incelendiğinde, SAĞLIK kümesi içerisinde, sağlık harcamaları (X₁) ile doğumda beklenen yaşam süresi (X₄) değişkenlerinin en yüksek ilişki düzeyine sahip olduğu gözlenirken, EKONOMİ değişken kümesinde en yüksek ilişki elektrik üretimi (Z₁) ve ekonomik büyüme (Z₄) değişkenleri arasında gözlenmiştir.

SAĞLIK ve EKONOMİ değişken kümelerine ilişkin korelasyon katsayıları Tablo2’de özetlenmiş olup, iki değişken kümesi arasındaki en yüksek ilişki, doğum oranı (X_3) değişkeni ile enflasyon oranı (Z_3) arasında gözlenmiştir. %69,8’lik ve pozitif yönlü olarak gözlenen bu ilişkiyi %43,69 ile sağlık harcamaları (X_1) ve GSYİH (Z_2) değişkenleri takip etmektedir.

Tablo 2.

SAĞLIK ve EKONOMİ Kümeleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları

	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
X_1	-0,0945	0,4369	-0,3072	-0,2858	0,3616
X_2	0,0743	-0,0350	0,0747	-0,1987	-0,1430
X_3	-0,1876	-0,0345	0,6982	0,2210	0,0189
X_4	0,1754	0,2264	-0,3759	-0,2871	0,3693

SAĞLIK ve EKONOMİ değişken kümeleri arasındaki karşılıklı ilişkileri belirlemek amacıyla uygulanan kanonik korelasyon analizi sonucunda dört adet kanonik değişken çiftine ilişkin dört ayrı kanonik fonksiyon elde edilmiş, bunlardan anlamlı olanların belirlenmesi için anlamlılık testi yapılmıştır. Elde edilen kanonik korelasyon katsayıları, varyans açıklama oranları ve Wilks’Lambda istatistiğine ilişkin Ki-Kare değerleri Tablo 3’te özetlenmiştir.

Tablo 3.

Kanonik Korelasyon Katsayıları ve Anlamlılık Testleri

Değişken Çifti (U_1 ve V_1)	Katsayı	R^2	Wilks’ Lambda	Ki-Kare	Serb. Der.	p
1	0,920	0,846	0,088	58,284	20	0,000
2	0,495	0,245	0,572	13,404	12	0,340
3	0,407	0,166	0,757	6,672	6	0,352
4	0,304	0,092	0,908	2,320	2	0,314

Tablo 3 incelendiğinde, %5 anlamlılık düzeyinde sadece birinci kanonik değişken çifti istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bağlamda bundan sonraki aşamalarda sadece anlamlı bulunan birinci kanonik korelasyon katsayısına ilişkin bulgular yorumlanacaktır. Hesaplanan kanonik korelasyon değeri %92 olup iki değişken kümesi arasında oldukça yüksek bir ilişkiye işaret etmektedir. Ayrıca hesaplanan kanonik korelasyon katsayısının karesi alınarak, iki kanonik değişken arasında paylaşılan toplam varyansın %84,6 olduğu gözlenmiştir. Diğer bir ifade ile birinci kanonik değişken çifti ele alındığında analize dahil edilen ülkeler için kullanılan sağlık ve ekonomi göstergelerin %84,6 düzeyinde açıklama gücüne sahip olduğu kalan %15,4’lük kısmın ise diğer etmenlerin etkisinde olduğu belirtilebilir.

Anlamli olan kanonik değişken çiftine karar verildikten sonra, kanonik değişkenlerin oluşumunda orijinal değişkenlerin ne oranda etkili olduklarını ortaya koyabilmek amacıyla, regresyon modelindeki beta katsayılarına benzer olarak standartlaştırılmış kanonik katsayıların hesaplanmasına geçilmiştir. Anlamli olan SAĞLIK ve EKONOMİ değişken kümeleri için standartlaştırılmış katsayılar ile elde edilen kanonik fonksiyonlar aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$U_1 = -0,495(\text{SağlıkH.}) - 0,078(\text{BebekÖ.}) + 0,854(\text{DoğumO.}) - 0,109(\text{Doç. Bek. Yaş. Sür.})$$

$$V_1 = -0,25(\text{ElektrikÜ.}) - 0,19(\text{GSYİH}) + 0,82(\text{Enf. O.}) + 0,53(\text{BüyümeO.}) + 0,061(\text{MalHiz. İh.})$$

SAĞLIK göstergeleri (U_1) içerisinde mutlak değerce en yüksek katsayıya sahip orijinal değişkenler sırasıyla doğum oranı, sağlık harcamaları, doğumda beklenen yaşam süresi ve bebek ölüm oranıdır. Benzer şekilde EKONOMİ göstergeleri (V_1) içerisinde mutlak değerce en yüksek katsayıya sahip orijinal değişkenler ise enflasyon oranı, büyüme oranı, elektrik üretimi, GSYİH ve mal ve hizmet ihracatı olarak sıralanabilir.

Tablo 4'te kanonik korelasyon analizi sonucunda anlamli bulunan birinci değişken çifti için hesaplanan kanonik yükler özetlenmiştir. Bilindiği gibi kanonik yükler, ilgili değişkenin kendi kanonik değişkenine ve kanonik korelasyon katsayısına yaptığı katkının ne oranda olduğunun belirlenmesine imkân sağlamaktadır (Özçomak ve Gündüz, 2012, s. 455). Bu durumda Tablo 4 incelendiğinde, SAĞLIK kümesine ait birinci kanonik değişken için en yüksek basit doğrusal korelasyon katsayısına sahip değişken doğum oranı iken benzer şekilde, EKONOMİ kümesi için bu değişken enflasyon oranı olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.

Sağlık ve Ekonomik Değişken Kümeleri için Kanonik Yükler

	X_1	X_2	X_3	X_4	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	
U_1	-0,481	-0,070	0,813	-0,573	V_1	-0,138	-0,291	0,852	0,410	-0,209

Kanonik yüklerin hesaplanmasından sonra kanonik değişkenler ile diğer değişken kümesindeki orijinal değişkenler arasındaki ilişkileri veren çapraz yükler yani yapı katsayıları hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 5'te özetlenmektedir.

Tablo 5.

Kanonik Çapraz Yükler (rs: Yapı Katsayıları)

	X_1	X_2	X_3	X_4	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	
V_1	-0,442	-0,064	0,748	-0,527	U_1	-0,138	-0,268	0,783	0,377	-0,192

Tablo 5’te yer alan kanonik çapraz yükler incelendiğinde U_1 kanonik değişkenine en büyük katkıyı yapan EKONOMİ kümesine ait değişken enflasyon oranı (0,78)’dir. V_1 kanonik değişkenine en büyük katkıyı sağlayan SAĞLIK kümesi değişkeni ise doğum oranı (0,748) olarak belirlenmiştir.

Son olarak gereksizlik (redundancy) indekslerinde yer alan paylaşılan varyans oranları ve gereksizlik indeksi değerleri hesaplanarak elde edilen bulgular Tablo 6’da özetlenmiştir.

Tablo 6.

Açıklanan Varyans Oranları ve Gereksizlik İndeksleri

Kanonik Değişken	SAĞLIK için	SAĞLIK için	EKONOMİ için	EKONOMİ için
	Paylaşılan Varyans Oranı	Belirleme İndeksi	Paylaşılan Varyans Oranı	Belirleme İndeksi
1	0,306	0,177	0,209	0,259

Bu bağlamda anlamlı bulunan birinci kanonik fonksiyondaki U_1 kanonik değişkeni kendi kümesinde yer alan SAĞLIK değişkenlerindeki bilginin %30,6’sını açıklamaktadır. Ayrıca aynı değişken EKONOMİ kümesinin %25,9’unu açıklayabilmektedir. Benzer olarak V_1 kanonik değişkeni kendi kümesinde yer alan EKONOMİ değişkenlerindeki bilginin %20,9’unu açıklama gücüne sahipken diğer kümede yer alan SAĞLIK değişkenlerindeki bilginin %17,7’sini açıklayabilmektedir.

3.2. “AR-GE” ve “EKONOMİ” Kümeleri için Kanonik Korelasyon Analizi

Çalışmada ikinci olarak uygulanan kanonik korelasyon analizinde, sözü edilen 33 ülke için “Araştırma Geliştirme Göstergeleri (AR-GE)” birinci değişken kümesini, “Ekonomi Göstergeleri (EKONOMİ)” ise ikinci değişken kümesini oluşturmaktadır. İlk küme olarak tanımlanan AR-GE kümesinde “Araştırmacı Sayısı (Y_1)”, “AR-GE Harcamaları (Y_2)”, “Patent Sayısı (Y_3)” ve “Yüksek Teknoloji İhracatı (Y_4)” ($p = 4$) ele alınırken, ikinci küme olan EKONOMİ kümesinde ise “Elektrik Üretimi (Z_1)”, “GSYİH (Z_2)”, “Enflasyon Oranı(Z_3)”, “Büyüme Oranı (Z_4)” ve “Mal ve Hizmet İhracatı (Z_5)” olmak üzere 5 değişken ($q = 5$) analize dahil edilmiştir.

İki değişken kümesine ilişkin korelasyon matrisi incelendiğinde, AR-GE kümesi içerisinde, araştırmacı sayısı (Y_1) ile AR-GE Harcamaları (Y_2) değişkenlerinin %86,12 ile en yüksek ilişkiye sahip olduğu gözlenirken, “Patent Sayısı (Y_3)” ve “Yüksek Teknoloji İhracatı

(Y₄)” değişkenleri arasında da %80,57’lik oldukça yüksek ilişkiye rastlanmıştır. Benzer karşılaştırmalar EKONOMİ değişken kümesi için yapıldığında ise en yüksek ilişki “Büyüme Oranı (Z₄)” ve “Mal ve Hizmet İhracatı (Z₅)” değişkenleri arasında görölmüştür.

AR-GE ve EKONOMİ değişken kümelerine ilişkin korelasyon katsayıları Tablo 7’de özetlenmiş olup, iki değişken kümesi arasındaki en yüksek ilişki, Patent Sayısı Oranı (Y₃) ile Mal ve Hizmet İhracatı (Z₅) %89,52 ile sağlamaktadır. İkinci sırada ise %83,08 ile Yüksek Teknoloji İhracatı (Y₄) ve Mal ve Hizmet İhracatı (Z₅) yer almaktadır.

Tablo 7.

AR-GE ve Ekonomi Göstergelerinin Korelasyon Matrisi

	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅
Y ₁	-0,2732	0,0990	-0,3603	-0,2937	0,1738
Y ₂	-0,2119	0,0849	-0,2333	-0,4603	0,3758
Y ₃	-0,0560	-0,0312	0,0621	-0,3078	0,8952
Y ₄	-0,1019	0,2865	-0,1198	-0,1456	0,8308

AR-GE ve EKONOMİ değişken kümeleri arasındaki karşılıklı ilişkileri belirlemek amacıyla uygulanan kanonik korelasyon analizi sonucunda dört adet kanonik değişken çiftine ilişkin kanonik fonksiyonlar elde edilmiştir. Elde edilen kanonik korelasyon katsayıları, varyans açıklama oranları ve Wilks’Lambda istatistiğine ilişkin ki-kare değerleri Tablo 8’te yer almaktadır.

Tablo 8.

Kanonik Korelasyon Katsayıları ve Anlamlılık Testleri

Değişken Çifti	Katsayı	R ²	Wilks’ Lambda	Ki-Kare	Serb. Der.	p
1	0,948	0,898	0,033*	71,572	20	0,000
2	0,706	0,498	0,324	26,644	12	0,023
3	0,551	0,304	0,648	9,125	6	0,167
4	0,265	0,070	0,930	1,527	2	0,466

Tablo 8 incelendiğinde %5 anlamlılık düzeyinde sadece ilk iki kanonik korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir (p<0.05). Böylece analizin bundan sonraki kısmında yalnızca anlamlı olan kanonik katsayılar değerlendirilmeye alınmıştır. Anlamlı olarak elde edilen kanonik korelasyon katsayıları sırasıyla 0,948 ve 0,706 olup oldukça yüksek ilişkilere işaret etmektedir. Varyans açıklama oranları bakımından değerlendirildiğinde birinci fonksiyon %89,8 açıklama gücüne sahipken ikinci fonksiyon %49,8 oranında açıklama gücüne sahiptir.

Anlamalı olan kanonik değişken çiftlerine karar verildikten sonra, kanonik değişkenlerin oluşumunda orijinal değişkenlerin etki miktarlarını ortaya koyabilmek amacıyla, standartlaştırılmış kanonik katsayılar hesaplanmıştır. Anlamalı olan AR-GE ve EKONOMİ değişken kümeleri için standartlaştırılmış katsayılar ile elde edilen kanonik fonksiyonlar aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$U_1 = 0,12(\text{Arş.Say.}) - 0,206(\text{AR-GEH.}) - \mathbf{0,981}(\text{PatentS.}) - 0,05(\text{Yük.Tek.İhr.})$$

$$U_2 = -0,926(\text{Arş.Say.}) + 0,443(\text{AR-GEH.}) + 1,024(\text{PatentS.}) - 1,342(\text{Yük.Tek.İhr.})$$

$$V_1 = 0,038(\text{Elekt.Ür.}) + 0,288(\text{GSYİH}) - 0,129(\text{Enf}) + 0,113(\text{Büy.O.}) - \mathbf{0,992}(\text{MalHiz.İhr.})$$

$$V_2 = 0,242(\text{Elekt.Ür.}) - 0,598(\text{GSYİH}) + 0,677(\text{Enf}) - 0,656(\text{Büy.O.}) - 0,067(\text{MalHiz.İhr.})$$

Bu doğrultuda kanonik katsayılar incelendiğinde anlamlı olan birinci kanonik değişken çifti U_1 için en büyük katkıyı 0,981 ile patent sayısı yaparken bunu AR-GE harcamaları, araştırmacı sayısı ve yüksek teknoloji ihracatı izlemektedir. Benzer şekilde V_1 için en büyük katkıyı 0,992 ile mal ve hizmet ihracatı değişkeni yaparken, enflasyon oranı, büyüme oranı, GSYİH ve elektrik üretimi değişkenleri takip etmektedir. Anlamalı bulunan ikinci kanonik değişken çiftleri içinde benzer yorumlar yapılabilir. U_2 incelendiğinde en büyük katkıyı sırasıyla yüksek teknoloji ihracatı, patent sayısı, araştırmacı sayısı ve AR-GE harcamaları değişkenleri sağlamaktadır. EKONOMİ kümesi için ise bu sıralama enflasyon oranı, büyüme oranı, GSYİH, elektrik üretimi ve mal ve hizmet ihracatı olarak elde edilmiştir.

Standartlaştırılmış kanonik katsayılarından sonra kanonik yükler, birinci ve ikinci kanonik değişken çiftleri için hesaplanarak Tablo 9'da özetlenmiştir. Tablo 9 incelendiğinde anlamlı bulunan birinci kanonik değişken çiftlerinden AR-GE verilerine ait U_1 kanonik değişkeni için en büyük katkıyı 0,994 ile patent sayısı yapmaktadır. Aynı şekilde EKONOMİ verilerine ait V_1 kanonik değişkeni için en büyük katkıyı mal ve hizmet ihracatı 0,942 ile sağlamaktadır. Anlamalı bulunan ikinci kanonik değişken çiftlerinden U_2 için en büyük katkıyı 0,586 ile araştırmacı sayısı yapmaktadır. İkinci kanonik değişken çifti V_2 için ise en büyük katkıyı 0,666 ile GSYİH sağlamaktadır.

Tablo 9.

AR-GE ve Ekonomi Değişken Kümeleri için Kanonik Yükler

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
U_1	-0,149	-0,399	-0,994	-0,778	V_1	-0,064	0,042	-0,066	0,374	-0,942
U_2	-0,586	-0,422	-0,008	-0,486	V_2	0,337	-0,666	0,644	-0,073	-0,273

Anlamli bulunan kanonik değişkenlerin diğer değişken setindeki orijinal değişkenler ile arasında oluşan ilişkileri gosteren çapraz yuğer Tablo 10’da yer almaktadır. Bu bağlamda Tablo 10 incelendiğinde V_1 kanonik değişkenine AR-GE gostergerlerinden en buyuk katkıyı patent sayısı yapmaktadır. U_1 kanonik değişkenine de EKONOMİ gostergerlerinden en buyuk katkıyı mal ve hizmet ihracatı sağlamaktadır.

Tablo 10.

Kanonik apraz Yuğer (rs: Yapı Katsayıları)

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
V_1	-0,141	-0,399	-0,994*	-0,778	U_1	-0,064	0,042	-0,066	0,374	-0,942*
V_2	-0,586	-0,422	-0,008	-0,486	U_2	0,337	-0,666	0,644	-0,073	-0,273

Son olarak Tablo 11’de paylaşılan varyans oranları ile belirleme indeksleri hesaplanmıştır. Bu doğrultuda, anlamlı bulunan birinci kanonik değişken çiftlerinden U_1 kanonik değişkeni kümesinde yer alan AR-GE değişkenlerindeki bilginin %44,7’sini açıklarken diğer değişkenlerin oluşturduğu karşı set olan EKONOMİ setini ise %40,2’sini açıklamaktadır. Benzer olarak V_1 kanonik değişkeni kendi kümesinde EKONOMİ değişkenlerindeki bilginin %21’ini açıklarken diğer kümede yer alan AR-GE değişkenlerindeki bilginin %18,9’unu açıklamaktadır.

Tablo 11.

Açıklanan Varyans Oranları ve Gereksizlik İndeksleri

Kanonik Değişken	AR-GE için	AR-GE için	EKONOMİ	EKONOMİ
	Paylaşılan Varyans Oranı	Belirleme İndeksi	için Paylaşılan Varyans Oranı	için Belirleme İndeksi
1	0,447	0,186	0,208	0,402
2	0,189	0,105	0,210	0,095

4. Sonuç

Araştırmada ilk olarak, literatürde yer alan bilgiler ışığında seçilen sağlık gostergerlerinin oluşturduğu küme ile ekonomik gostergerlerin oluşturduğu küme kanonik korelasyon analizi ile karşılaştırılmıştır. Ardından benzer karşılaştırma AR-GE gostergerlerine ilişkin küme ile ekonomik gostergerler kümesi içinde yapılmıştır. Yuğersek ve sürdürülebilir bir ekonomik istikrar sağlama gayesinde olan uğkelerin beşeri sermayenin verimlilik ve kalitesine olan yatırımlarının güçlü olması için katma değeri yuğersek, ileri teknoloji ürünlerini üreterek

ihraç etmesi gerekmektedir (Altıntaş ve Mercan, 2015, s. 346; Göçer, 2013, s. 216; Özcan ve Arı, 2014, s. 40; Yardımcıoğlu, 2012, s. 28). Bunun yapılabilmesi için, ülkelerin AR-GE harcamalarına ve sağlığa yönelik faaliyetlerin iyileştirilmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Çalışmanın örneklem grubunu Türkiye'nin de aday ülke konumunda dahil edildiği Avrupa Birliği üyesi 33 ülke oluşturmaktadır. Söz konusu ülkelerin ekonomik göstergeleri hem sağlık hem de AR-GE göstergeleri bakımından ayrı ayrı incelenmiştir. Bu amaçla en karmaşık ilişki analizi olarak ele alınan çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinden kanonik korelasyon analizi kullanılmıştır.

İlk olarak uygulanan kanonik korelasyon analizi sonucunda SAĞLIK ve EKONOMİ göstergeleri arasında anlamlı olan bir tane kanonik fonksiyon elde edilmiştir. Sağlık ve Ekonomik Değişkenler seti için anlamlı bulunan kanonik değişken çifti toplam varyansın %84,6'sını açıklamaktadır. İkinci kanonik korelasyon analizi uygulaması sonucunda ise AR-GE ve EKONOMİ göstergeleri arasında iki kanonik fonksiyon istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş, birinci kanonik değişken çifti için %89,9'luk, ikinci kanonik değişken çifti için ise % 49,8'lik varyans açıklanabilmektedir. Bu doğrultuda elde edilen anlamlı ilk kanonik değişken çifti (AR-GE ve EKONOMİ seti için) modeli açıklamada daha etkilidir sonucuna ulaşılmıştır.

SAĞLIK ve EKONOMİ değişken setleri için yapılan birinci kanonik korelasyon analizi için elde edilen anlamlı kanonik değişken seti içerisinde en etkili değişkenler “Doğum Oranı (X_3)” ve “Enflasyon Oranı (Z_3)” olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular literatürü destekler niteliktedir (Antonio ve Zamora, 2000; Göçer Taban, 2006; Şen ve Bingöl, 2018).

AR-GE ve EKONOMİ değişken setleri için yapılan ikinci kanonik korelasyon analizinde ise en etkili değişkenler “Patent Sayısı (Y_3)” ve “Mal ve Hizmet İhracatı (Z_5)” değişkenleri tarafından sağlanmaktadır. Bu doğrultuda literatür ile benzer sonuçlara ulaşıldığı ifade edilebilir (Ülkü, 2004; Zhang, Song ve He, 2012).

Çalışmada elde edilen bulgular ve incelenen ilgili literatür doğrultusunda, sürdürülebilir bir ekonomik büyüme için gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin AR-GE'ye milli gelirden daha fazla pay ayırmaları gerektiği söylenebilir (Göçer, 2013, s. 236; Özcan ve Arı, 2014, s. 52). Bununla birlikte ülkelerin beşerî sermayelerini arttıracak olan adımlardan biri olan sağlık alanındaki etkin yatırımlar, verimliliği ve teknolojik kalkınmayı arttırarak ekonomik gelişmeyi beraberinde getirecektir. Böylelikle toplumsal refahın bir adım daha yükselmesi mümkün olabilecektir.

Kaynakça

- Albayrak, A.S., (2006). *Uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti. ISBN 975-9091-98-4. Ankara
- Altıntaş, H. ve Mercan, M. (2015). Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: OECD ülkeleri üzerine yatay kesit bağımlılığı altında panel eşbütünleşme analizi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 70(2), 345-376.
- Anderson, T.W. (2003). *An introduction to multivariate statistical analysis*. Third Edition, A John Wiley & Sons, Inc., Publication, Canada.
- Antonio, J.ve Zamora. C. (2000). Investment in health and economic growth: a perspective from Latin America and the Caribbean. *XXXV Meeting of the Advisory Committee on Health Research*, Havana, Cuba.
- Bayaner, A. (2013). Tarımsal Ar-Ge ve ekonomik büyüme. <https://www.turktob.org.tr/dergi/makaleler/dergi19/9-13.pdf> , 9-13.
- Bhargava A., Jamison D. T., Lau L. J. ve Christopher J. M. (2001). Modeling the effects of health on economic growth. *GPE Discussion Paper Series*, No. 33.
- Bilbao-Osorio, B. ve Rodriguez-Pose, A. (2004). From R&D to innovation and economic growth in The EU. *Growth and Change*, 35 (4), pp.434-455.
- Chang, K. ve Ying, Y.H. (2006). Economic growth, human capital investment, and health expenditure: a study of OECD countries. *Hitotsubashi Journal of Economics*, 47(1),1-16.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G. ve Aiken, L. S. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Cooray, A. (2013). Does health capital have differential effects on economic growth?. *Applied Economics Letters*, 20, 244–249.
- Çetin, M. ve Ecevit, E. (2010). Sağlık harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: OECD ülkeleri üzerine bir panel regresyon analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11 (2), 166-182.
- Everitt, B. ve Hothorn, T. (2011). *An introduction to applied multivariate analysis with R*. New York: Springer.

- Falk, M. (2007). R&D Spending in the high-tech sector and economic growth. *Research in Economics*, 61, 140-147.
- Göçer, İ. (2013). Ar-Ge harcamalarının yüksek teknolojili ürün ihracatı, dış ticaret dengesi ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. *Maliye Dergisi, Temmuz-Aralık*, 165, 215-240.
- Grossman, M. (1972). On the concept of health capital and the demand for health. *Journal of Political Economy*, 80, 223-255. ss.
- Hacıahmetoğlu, M.M. (2019). *Kanonik korelasyon analizi ile işletmelerin finansal ve borsa performans oranları arasındaki ilişkinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi)*. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Hamarat, B. ve Özen, E. (2015). Türkiye’de tasarruf tercihlerini etkileyen değişkenlerin kanonik korelasyon analizi ile belirlenmesi. *Journal of Life Economics*, 1, 47-74.
- Heshmati A. (2001). On the causality between gdp and health care expenditure in augmented solow growth model. *SSE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance*, 423, 1-19.
- Horvath, R. (2011). Research & development and growth: a bayesian model averaging analysis. *Economic Modelling* 28, 2669–2673.
- Huo, Y. ve Budescu, D. V. (2009). An extension of dominance analysis to canonical correlation analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 44, 688-709.
- Işık, N. ve Kılınç, E. C. (2016). İnovasyon-temelli ekonomi: seçilmiş ülkeler üzerine bir uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 13-28
- İzgi, Ç. (2019). *Türkiye’de Sağlık Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi)*. İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya.
- Johnson, R. ve Wichern, D. (2014). Applied multivariate statistical analysis. *Pearson Education Limited*, USA.
- Korkmaz, S. (2010). Türkiye’de AR-GE Yatırımları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin var modeli ile analizi. *Journal of Yasar University*, 20(5), 3320-3330.
- Mehmood, B., Raza, s. H.; Mureed, s., (2014). Health Expenditure, Literacy and Economic Growth: PMG Evidence from Asian Countries. *Euro-Asian Journal of Economics and Finance*, 2 (4), 408-417

- Özcan, B. ve Arı, A. (2014). Araştırma-geliştirme harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: panel veri analizi. *Maliye Dergisi, Ocak-Haziran, 166*, 39-55.
- Özçomak, M. S. ve Demirci, A. (2010). Afrika Birliği ülkelerinin sosyal ve ekonomik göstergeleri arasındaki ilişkinin kanonik korelasyon analizi ile incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14 (1)*, 261-274.
- Özçomak, M. S. ve Gündüz, M. (2012). Borsa performans oranları ve diğer finansal oranlar arasındaki ilişkinin kanonik korelasyon analizi ile incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16 (1)*, 453-466.
- Özdamar, K., (2010), *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi 2*. Kaan Kitabevi. Eskişehir.
- Raykov, T. ve Marcoulides, G. A. (2008). *An introduction to applied multivariate analysis*. Routledge Pub., USA.
- Rencher, C. A. (2002). *Methods of multivariate analysis*. New York: A John Wiley & Sons, INC. Publication
- Samimi, A. J. ve Alerasoul, S. M. (2009). R&D and economic growth: new evidence from some developing countries. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(4)*, ISSN: 1991-8178, pp.3464-3469.
- Sherry, A. ve Henson, R.K. (2005): Conducting and interpreting canonical correlation analysis in personality research: A user-friendly primer. *Journal of Personality Assessment, 84 (1)*, 37-48.
- Silaghi, M.I.P., Alexa, D., Jude, C. ve Litan, C., (2014). Do business and public sector research and development expenditures contribute to economic growth in Central and Eastern European Countries? A dynamic panel estimation. *Economic Modelling, 36*, 108-119.
- Stevens J., 2009, *Applied multivariate statistics for the social sciences*. 5th. Edition. Lawrence Earlbaum Ass. Pub., London.
- Şen, A. ve Bingöl, N. (2018). Sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi, 9 (1)*, 89-106.
- Tabachnick, B.G. ve Fidell, L.S. (2007). *Using multivariate statistics*. Fifth Edition, Pearson Education Inc., USA, 1008 p.
- Taban, S. (2006). Türkiye’de sağlık ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi. *Sosyoekonomi, Temmuz- Aralık, 2*, 31-46.

- Tekin, M., (2007) *Sağlık ve iktisadi göstergeler arasındaki ilişkinin ülkelerarası incelenmesi ve Türkiye örneği (Yüksek Lisans Tezi)*. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Ülkü, H. (2004). R&D, Innovation, and economic growth: an empirical analysis. *IMF Working Paper*, No:04/185.
- Ünlükaplan, İ. (2009). Avrupa Birliği üyesi ülkelerde iktisadi kalkınma, rekabetçilik ve inovasyon ilişkilerinin kanonik korelasyon analizi ile belirlenmesi. *Maliye Dergisi*, Temmuz-Aralık, 157, 235-580.
- Wu, Y. (2010). Innovation and economic growth in China. Business School the University of Western Australia. DISCUSSION PAPER 10.10.
- Yanyun, Z. ve Mingqian, Z. (2004), R& D and economic growth: Panel Data Analysis in ASEAN+3 Countries. *A Joint Conference of AKES, RCIE, and KDI: Korea and the World Economy*, III, July 3-4, Sungkyunkwan University, Seoul, Korea.
- Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD ülkelerinde sağlık ve ekonomik büyüme ilişkisinin ekonometrik bir incelemesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Aralık, 13(2), 27-47.
- Yaylalı, M., Akan, Y., Işık, C. (2010). Türkiye’de AR&GE yatırım harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki eş-bütünleşme ve nedensellik ilişkisi: 1990–2009. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 5(2), 13-26.
- Zhang, L., Song, W. ve He, J. (2012). Empirical research on the relationship between scientific innovation and economic growth in Beijing. *Technology and Investment*, 3, 168-173.

<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>

<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

<http://www.tuik.gov.tr/Start.do>

Türkiye Ekonomisinde Altın ve Petrol Fiyatlarının Makroekonomik Değişkenlerle İlişkisi

Funda YURDAKUL*

Selen Büke AKDAŞ**

Geliş Tarihi (Received): 24.03.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 30.04.2020

Öz

Bu çalışmanın amacı, Türkiye Ekonomisi'nin 2003 Ocak - 2018 Ekim dönemleri arasında, altın ve petrol fiyatlarını etkileyen makroekonomik faktörleri tespit ederek, bu faktörlerle altın ve petrol fiyatları arasındaki uzun dönem ilişkileri ortaya koymaktır. Dolayısıyla bu çalışmada altın ve petrol fiyatları ile makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiler ele alınmıştır. Kurulan ekonometrik modellerin katsayılarını tahmin etmek amacıyla Engle-Granger ve Dinamik En Küçük Kareler (DEKK) yöntemleri uygulanmıştır. Tahmin sonuçlarına göre hem altın fiyatları ile makroekonomik değişkenler arasında hem de petrol fiyatları ile makroekonomik değişkenler arasında uzun dönem denge ilişkisi bulunmuştur. "Altın fiyatları" ile "döviz kuru, mevduat faiz oranı, hisse senedi fiyatları, FED faiz oranı" arasında negatif birer ilişki bulunmuştur. "Altın fiyatları" ile "petrol fiyatları, fiyat düzeyi, Dow-Jones Sanayi Endeksi" arasında pozitif birer ilişki bulunmuştur. Diğer taraftan "petrol fiyatları" ile "döviz kuru ve hisse senedi fiyatları" arasında negatif birer ilişki bulunurken; "petrol fiyatları" ile "altın fiyatları, Dow-Jones Sanayi Endeksi ve FED faiz oranı" arasında pozitif birer ilişki bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi, Engle-Granger Yöntemi, Yapısal Kırılma Testi.*

JEL Kodu: *G01, C01, A10.*

* Prof. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, funda.yurdakul@hbv.edu.tr

** Yüksek Lisans Öğrencisi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ekonometri Bölümü, selenbukea@gmail.com

Correlation of Gold and Oil Prices with Macroeconomic Variables in Turkey's Economy

Abstract

This study aims to identify the macroeconomic factors that influenced gold and oil prices in Turkey's Economy in the period from January 2003 to October 2018 and to reveal the long-term relations between these factors and gold and oil prices. Therefore, this study examines the relations between gold and oil prices and macroeconomic variables. The Engle-Granger and Dynamic Least Squares (DOLS) methods were applied to estimate the coefficients for the econometric models formed. According to the estimation results, a long-term equilibrium relationship was found both between gold prices and the macroeconomic variables and between oil prices and the macroeconomic variables. "Gold prices" were found to be negatively correlated with "foreign exchange rate, deposit interest rate, stock prices, and FED interest rate" and to be positively correlated with "oil prices, price level, and the Dow-Jones Industrial Index". On the other hand, "oil prices" were found to be negatively correlated with "foreign exchange rate and stock prices" and positively correlated with "gold prices, the Dow-Jones Industrial Index, and FED interest rate".

Keywords: *Dynamic Ordinary Least Squares, Engle-Granger Method, Structural Break Test.*
JEL Code: *G01, C01, A10.*

Giriş

Türev araçlarının gelişmesi ve emtia piyasalarında yaşanan gelişmeler ile birlikte, finansal sistem içinde yatırım aracı olarak emtiaların önemi giderek artmaktadır. Emtia bilindiği gibi ticarete konu olan altın, gümüş, petrol, doğal gaz, bakır, pamuk, mısır, buğday, şeker, kahve gibi malların tümüne verilen addır. Emtiaların en temel özelliklerinden birisi tarımsal ve endüstriyel ürünlerin işlenmiş değil ham fiyatlarının işlem görmesidir. Dolayısıyla emtia fiyatının ürün için bir pazar oluşturabiliyor olması gerekir. Emtia piyasasındaki ürünün alış satışındaki değişimler bir pazar oluşturmaya değebilecek nitelikte olmalıdır.

Dünya ekonomisinde farklı pazarların birbirleri arasındaki ilişkide özellikle emtia alanında en önemli temsilcilerinin altın ve petrol olduğu görülmektedir. En çok işlem gören kıymetli maden altın ve en çok işlem gören hammadde petrol, ekonominin şekillenmesinde önemli birer rol oynamaktadırlar. Orta Doğu'daki ham petrol üreticilerinin petrol karşılığında altın talep etmesiyle altın ve petrol arasındaki tarihsel ilişki başlamıştır. Bu noktada 1933 yılında Suudi Arabistan'daki petrol işleme hakkının sadece altın ile alınıp satılabiliyor olması önemli bir mihenk taşıdır. Pek çok tarihsel olayın sonucunda altın ve petrol piyasaları büyük bir gelişim göstermiş ve bu iki ürün arasındaki ilişki artık ödeme düzeyinin çok üzerine çıkmıştır (Simakova, 2011).

Günümüzde petrol ve altın ağırlıklı olarak ABD Doları cinsindedir. Petrolü ele aldığımızda, petrol ürünlerini ABD Doları cinsinden satma konusunda karar vermiş olan OPEC (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü) ana etken olmuştur. Altına baktığımızda ise ülkeler arasındaki ticaret dengesizliklerinden etkilenmemek amacıyla, ABD Dolarının altına çevirilebilirliği 1944 ile 1971 yılları arası önem taşımaktadır. Bu süreçte petrol fiyatı varil başına 3 dolar olarak sabit kalırken, altın fiyatı ons başına 35 dolar olarak belirlenmiştir. 1971 sonrasında doların altına çevirilebilirliği iptal edilmiş ve her iki emtianın fiyat istikrarı ortadan kalkmıştır. Fakat fiyat seviyelerindeki önemli dalgalanmalara rağmen hala iki emtianın fiyat gelişimlerinde ortak bir eğilim gösterdikleri görülmektedir (Thai-Ha & Youngho, 2011).

Altın özellikle kriz, kaos ve jeopolitik risklerin arttığı dönemlerde güvenli yatırım aracı olarak ön plana çıkmaktadır. Ekonomik kriz sırasında, çoğu yatırımcı güvenlik piyasasına olan güvenini kaybetmiştir. Bu nedenle yatırım fonlarını, istikrarsız finansal piyasalardan daha sigortalı ve daha az riskli olduğuna inanılan altın piyasasına yönelmişlerdir. Özellikle çokuluslu şirketlere gelince, genellikle bağlı ortaklıklar ile ana şirket arasında kur riskine maruz kaldıkları işlemlere maruz kalmışlardır. Bu nedenle, büyük şirketler genellikle ABD dolarının diğer para birimleri karşısında dalgalanmasına karşı koruma sağlamak için altın

kullanmışlardır. Petrol ise küresel ekonomi için hayati öneme sahiptir. Petrol, günümüzde küresel birincil enerji tüketimi içindeki payı ile en fazla kullanılan enerji kaynağıdır. Petrolün yakın ikâmesinin olmaması ve küresel ekonominin petrole olan bağımlılığının olması, petrolü önemli hale getirmektedir. Dolayısıyla petrol ve altın, stratejik önemi olan emtialar olduğundan, fiyatlarının nasıl belirlenebileceği konusu önem kazanmaktadır.

Uzun vadede, altın fiyatının artmasına neden olan iki faktör vardır. İlk olarak, madencilik maliyetlerinde artıştır. Altın sağlama maliyetleri arttıkça, altın fiyatı da artacaktır. İkincisi, piyasadaki belirsizlik nedeniyle altın fiyatı artma eğilimi gösterecektir. Ekonominin durumuna bakılmaksızın güvenliğin geri dönüşünü sağlamak için yatırımcılar yatırımın bir parçası olarak altın tahsis etme eğilimindedir (Hashim, H., Razali, & Nordin, 2017).

Altın fiyatını etkileyen diğer faktörler ise, dünyadaki ekonomik büyüme, petrol fiyatları, ABD Doları'nın diğer para birimleri karşısındaki değeri, diğer kıymetli madenlerin ve emtiaların fiyatları, madenlerde gerçekleştirilen altın üretimi, altın üreticilerinin hedging ve ters hedging işlemleri, merkez bankalarının altın alış ve satışları, jeopolitik ortam, uluslararası gerginlikler ve bunların ekonomi üzerindeki etkileri, mücevher ve süs eşyası talebi başta olmak üzere altına olan talep, altının işlem gördüğü vadeli piyasalardaki kısa ve uzun pozisyon miktarları, spekülasyon amaçlı altın alım-satım işlemleri ve enflasyon olarak sayılabilir (Duyar, 2010).

Petrol dünyada en çok işlem gören emtia olduğu için, petrol fiyatlarının da nasıl belirlendiği konusu önem kazanmaktadır. Petrol fiyatları jeopolitik, ekonomik ve doğal faktörler nedeniyle artabilir. ABD'nin ana petrol ve doğalgaz üretim sahalarının bulunduğu Meksika körfezi ve güney kıyılarını vuran Katrina ve Rita kasırgaları örneğinde olduğu gibi, doğal felaketler kısa vadede petrol arzını, dolayısıyla fiyatları etkilemektedir. Petrol üreten ülkelerdeki siyasi belirsizlikler, savaşlar ve terörist faaliyetler gibi jeopolitik sebepler, arz kesintisi beklentisine yol açarak spekülasyon hareketlere zemin hazırlamakta ve petrol fiyatları üzerinde kısa ve orta vadede etkili olmaktadır. Uluslararası finans çevreleri istikrarsız ve iç çatışmaların yoğun olduğu bölgelerdeki yeni petrol yatırımlarını riskten dolayı finanse etmek istememekte, bu durum dolaylı olarak fiyatlara yansımaktadır. Petrol arama, geliştirme ve üretim sektörüne yapılan yatırımlar ve bu yatırımların sürekliliği, petrol fiyatlarını orta ve uzun vadede doğrudan etkilemektedir (Solak, 2012). Bununla birlikte petrole dayanan finansal enstrümanların gelişmesi nedeniyle günümüzde fiyatlar artık reel ekonomilerde değil, borsalarda belirlenmeye başlamıştır (Yeğin, 2010).

Bu çalışmada, altın ve petrol fiyatlarını etkileyen makroekonomik değişkenler tespit edilerek, altın ve petrol fiyatları ile makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiler

araştırılacaktır. Bu amaçla çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü takiben, birinci bölümde analizde kullanılacak yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde model katsayıları tahmin edilmiştir. Son bölümde analiz sonuçları yorumlanmıştır.

1. Yöntem

Bu çalışmada model katsayıları Engle-Granger ve Dinamik EKK yöntemleri ile tahmin edilmiştir.

1.1. Engle- Granger Yöntemi

Bu yaklaşım basit olarak $X_t, Y_t \sim I(1)$ ise $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + u_t$ modelindeki hata terimi için $u_t \sim I(0)$ yazılabiliyorsa Y_t ve X_t serileri eşbütünleşik olacaktır. Engle-Granger yöntemi, uzun dönem denge modelindeki u_t 'nin $I(0)$ olup olmadığını test etmeye dayanır (Engle ve Granger, 1987). Yöntem aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Adım 1. Y_t ve X_t değişkenleri $I(1)$ bulunmuşsa $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + u_t$ modeli tahmin edilir.

Adım 2. Hata teriminin (u_t) durağan olup olmadığı test edilir. Bunun için DF ya da ADF testi uygulanır. Eğer test sonucunda $u_t \sim I(0)$ ise tahmin edilen model uzun dönem denge modelidir.

1.2 Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi

Dinamik En Küçük Kareler (DEKK) Saikkonen (1991) ve Stock-Watson (1993) tarafından geliştirilmiştir. DEKK, eşbütünleşme sistemindeki geri-besleme durumunu eleyen asimtotik olarak etkin tahminci elde edilmesini sağlayan basit bir yöntemdir. DEKK hata terimi ile $I(1)$ değişkenleri arasındaki korelasyondan kaynaklanan küçük örneklem yanlılığının giderilmesi için birinci farkı alınan değişkenleri içerir (Caporale ve Chui, 1999). Eşbütünleşme denklemindeki hata teriminin stokastik regresör güncellemelerine ortogonal olması için ΔX_t 'nin gecikmelerini ve öncüllerini içeren genişletilmiş eşbütünleşme denklemi aşağıdadır:

$$Y_t = X_t' \beta + D_{1t}' \gamma_1 + \sum_{j=-q}^r \Delta X_{t+j}' \delta + v_{1t}$$

Diğer yandan, DEKK prosedüründe, ΔX_t nin gecikmelerinin ve öncüllerinin u_{1t} ve u_{2t} arasındaki uzun dönem korelasyonu tamamen yok ettiği varsayımı vardır. Dolayısıyla, elde edilen tahminci $\hat{\theta}_{DEKK} = (\hat{\beta}', \hat{\gamma}_1')$ şeklindedir.

2. Uygulama

Bu çalışmada Türkiye Ekonomisi'nin çeyrek dönemlik verileri (2003.01- 2018.10) kullanılmıştır. Veriler TCMB elektronik veri dağıtım sisteminden alınmıştır. Modellerin tahmini için E-views paket programı kullanılmıştır. Analizler değişkenlerin gerçek değerleri üzerinden değil, değişen varyans gibi sorunlardan kaçınmak, tanımlama hatalarını engellemek ve serilerin daha kolay durağan hale gelmeleri için logaritmik değerler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Kurulan modeller aşağıdadır:

$$(1) \ln AF = \alpha_0 + \alpha_1 \ln T\ddot{U}FE + \alpha_2 \ln DK + \alpha_3 \ln BIST100 + \alpha_4 MF + \alpha_5 \ln PEF + u$$

$$(2) \ln AF = \alpha_0 + \alpha_1 \ln PEF + \alpha_2 \ln FEDF + \alpha_3 \ln DOWJON + v$$

$$(3) \ln PEF = \alpha_0 + \alpha_1 \ln AF + \alpha_2 \ln DK + \alpha_3 \ln FEDF + \alpha_4 \ln DOWJONS + \alpha_5 \ln BIST100 + e$$

Burada,

AF: Altın Fiyatı(1 ONS Altın Londra Satış Fiyatı (ABD doları ons)

DK: Döviz Kuru (ABD doları)

MF: Mevduat Faizi (1 yıla kadar vadeli (TL üzerinden açılan mevduatlar) (%)

PEF: Petrol Fiyatı (Avrupa brent petrol spot FOB fiyatı, varil başına dolar)

BIST100: BIST100 Endeksi (Kapanış fiyatlarına göre) 2003=100

TÜFE: Tüketici Fiyat Endeksi, 2003=100

FEDF: Fed faiz oranı (Federal fon oranının ay sonu seviyesini göstermektedir. Beslenen fon oranı, mevduat kurumlarının (bankalar ve kredi birlikleri) diğer mevduat kurumlarına, teminatsız bir şekilde, bir gecede diğer mevduat kurumlarına karşılık bakiyeleri veren faiz oranıdır.

DOWJONS: Dow-Jones Endeksi, 2003=100 (DOW 30)

Değişkenlerin birbirleri ile ilişkileri aşağıdaki gibidir:

Altın, enflasyon riskinden korunma işlevi gören bir özelliğe sahiptir ve enflasyon oranı ile pozitif bir ilişki içerisindedir. Bununla birlikte enflasyonist bir ortamda, altın değerini korumaktadır. Ayrıca, altın, ABD doları döviz kuru karşısında etkin bir korunma işlevi de görmektedir. Düşen bir ABD doları karşısında, altın fiyatları daha yüksek seviyelere çıkma eğilimindedir, çünkü emtialar dolar düştüğünde değer kazanmaktadır. Altın tarihsel olarak, ekonomik veya politik belirsizlik zamanlarında, değerinin sabit bir konumunu göstermesi açısından güvenilir olma potansiyeline sahiptir. Daha önce hisse senedi piyasaları yönelen yatırımcılar, böyle ortamlarda güvenilir bir sığınak olarak gördükleri altına yönelmektedirler

(Hamidah, Sahaida, Nurul, & Nordin, 2017). Altın fiyatları ile hisse piyasalarının trendinin ters yönlü olduğu görülmektedir.

Altın fiyatı-faiz oranı ilişkisine bakıldığında, faiz oranından altın fiyatına kadar uzanan tek yönlü bir nedensellik olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle, nominal faiz oranları düşük veya hatta negatif olduğunda, altın fiyatı yükselme eğilimindedir ve altın madenciliği, hisse senetleri değer kazanmaktadır. Kısa vadeli ve güvenli finansal varlıklar üzerindeki nominal faiz oranlarının düşük olduğu dönemlerde, insanlar altın gibi emtialar satın alarak cevap verme eğilimindedirler. Altının bir miktar depolama maliyeti olsa bile her zaman altın tutabilirler. Dolayısıyla, düşük nominal faiz oranlarının altın talebinde ve dolayısıyla altın fiyatında bir artışa neden olması muhtemeldir (Hamidah, Sahaida, Nurul, & Nordin, 2017).

Altın ve petrol arasındaki fiyat ilişkisine bakıldığında, petrolün maliyet enflasyonunu tetiklemesi ile birlikte altına olan talep artmaktadır. Dolayısıyla bu iki emtia arasında pozitif bir ilişki olduğu söylenebilir. Uluslararası piyasada ABD doları cinsinden ifade edilen ve işlem gören petrol fiyatlarının altın fiyatları üzerinde pozitif yönde etki yaratmasının iki nedeni olabilir. Birincisi, dünya çapında belli başlı petrol üretici ülkelerden oluşan OPEC kartelinin petrol kazancının ABD doları cinsinden olmasıdır. OPEC üyesi ülkelerin dünya altın talebinde önemli rol oynayan ülkeler olduğu dikkate alındığında, ABD doları cinsinden petrol fiyatlarının artması ile birlikte OPEC ülkelerinin gelirlerinin de artması, altın fiyatının artmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan girdi maliyetleri açısından bakıldığında, petrol fiyatlarının yükselmesi dünya çapında enflasyonist bir baskı anlamına gelmektedir. Altının da enflasyonist ortamlarda da değerini koruyabilme özelliği, yükselen petrol fiyatları paralelinde enflasyonist beklentisinin artmasıyla altına olan talebin yoğunlaşmasına ve altının değer kazanmasına yol açmaktadır (Vural, 2003).

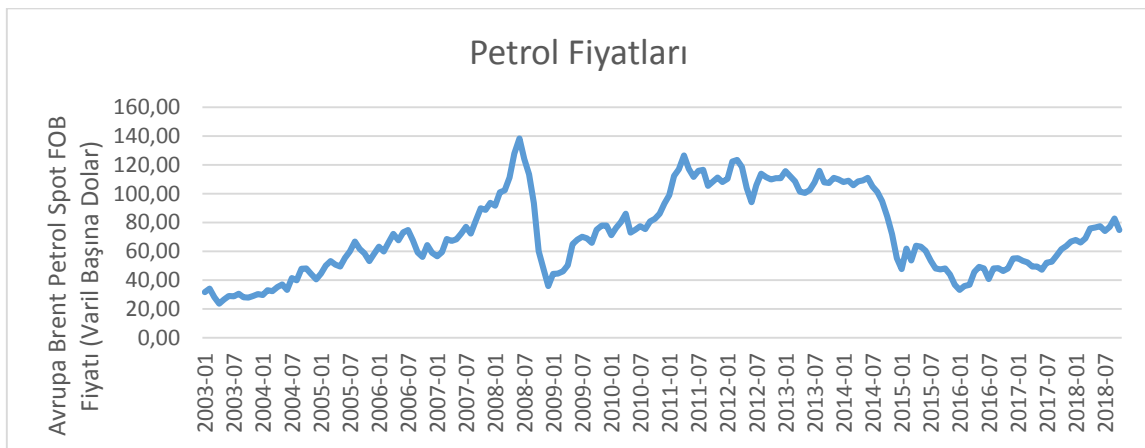
FED'in faize yönelik verdiği kararlar da, emtiaların fiyatlarını doğrudan etkilemektedir. Örneğin; FED, faizlerin çok düşük seviyelerde tutulması yönünde bir karar almışsa; bu, doları ve emtiaların fiyatlarını zayıflatacaktır. FED, yakın gelecekte faizlerin yükselebileceğine işaret eden bir tavır alırsa, altın (devam eden faizli varlıkların fırsat maliyeti arttığından) satış yönlü tepki verme eğiliminde olacaktır. Benzer şekilde ABD'nin uluslararası alanda sahip olduğu liderlik özelliğiyle birlikte uluslararası para politikasını yönetmek, faiz oranlarına ilişkin kararının tüm dünyada yankı uyandırması ve finans piyasalarını etkilemesi sebebiyle bu faiz oranı, petrol fiyatı modeline de katılmıştır. FED faiz oranı ile petrol fiyatı arasında negatif ilişki beklenmektedir.

Her ayın ilk işlem günü ABD New York menkul kıymetler borsasında işlem gören Dow Jones Sanayi Endeksi, gösterge niteliği taşımakta olup dünya çapında en çok bilinen ve tanınan

borsa olması sebebiyle hem altın hem de petrol fiyatları modelinde değişken olarak katılmıştır. Altın ve petrol fiyatları ile Dow Jones Sanayi Endeksi arasında negatif birer ilişki beklenmektedir.

Petrol fiyatları diğer ekonomik faktörler ile ilişkilendirildiğinde, petrolün ABD doları üzerinden fiyatlandırılması nedeniyle, doların değerinin değişmesi, petrol fiyatlarını etkileyecektir. Hisse senedi fiyatları ile petrol fiyatları arasında da negatif bir ilişki beklenmektedir.

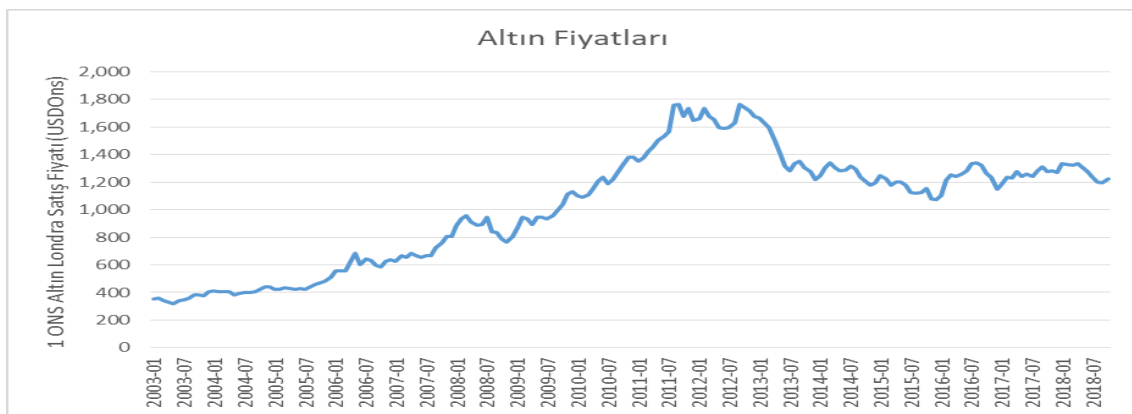
Çalışmada kullanılan ‘‘Petrol Fiyatları’’ serisi 2003:Ocak-2018:Ekim tarihleri arası grafik olarak aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 1: Petrol Fiyatı Serisi

Şekil 1’e göre petrol fiyatı 2008 yılının sonlarına doğru etkili düşüş yaşamış, bu düşüşün ardından 2011 yılının ortalarına kadar artan bir trend göstermiş, 2014 yılı ortalarına kadar dalgalı şekilde seyrini sürdürmüş ve 2016 yılında en düşük fiyatlarından birini görerek bu tarihten sonra yükselişini sürdürmüştür.

Çalışmada kullanılan ‘‘Altın Fiyatları’’ serisi grafik olarak aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 2. Altın Fiyatları Serisi

Şekil 2'ye göre altın fiyatları 2003-2011 yılları arası artan bir trende sahip iken, özellikle 2012'den 2015 yılının sonlarına kadar düşüş yaşamış ve 2018 yılının ikinci yarısına kadar hafif dalgalanmalar ile seyrini göstermiştir.

(1), (2) ve (3) nolu modellerde yer alan değişkenlerin durağan olup olmadığını ortaya koymak amacıyla ADF (Augmented Dickey-Fuller) testi ve Perron (1997) yapısal kırılma testi yapılmıştır. Tablo 1. Birim-kök testi sonucunu vermektedir.

Tablo 1. Birim Kök Test Sonucu

Değişkenler	Düzy		Birinci Sıra Fark		Perron(1997) Kırılma Yılı C modeli
lnAF	-2.17	k:0	-11.49*	k:1	-4.99** 2013.02
lnPEF	-2.27	k:1	-11.26*	k:1	-3.89** 2014.09
lnDK	-2.80	k:3	-4.25*	k:2	
MF	-5.22	k:1			
lnBIST100	-2.38	k:0	-14.066 *	k:1	
lnTÜFE	2.12	k:4	-9.86*	k:1	
FEDF	-1.36	k:3	-4.84 *	k:2	
lnDOWJONS	-0.33	k:1	-12.16*	k:1	

* $\alpha_{0.05}$ de durağandır. ** $\alpha_{0.05}$ de kırılmaya rağmen durağan değildir.

Tablo 1'e göre, mevduat faizi dışındaki tüm değişkenler I(1) birinci sıra fark durağandır. Perron (1997) yapısal kırılma testi sonucunda ise altın fiyatına ait kırılma yılı 2013.02 iken; petrol fiyatına ait kırılma yılı 2014.09 bulunmuştur. Bu kırılmaya rağmen her iki seride durağan değildir.

(1), (2) ve (3) nolu modellerdeki katsayılar Engle-Granger İki aşamalı tahmin yöntemi ile Dinamik EKK yöntemi uygulanarak tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları Tablo 2 ve 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Altın Fiyatları Modeline İlişkin Tahmin Sonuçları

Engle-Granger Yöntemi			Dinamik EKK Yöntemi		
Değişkenler	Katsayılar	Prob.	Değişkenler	Katsayılar	Prob.
lnTÜFE	1.83	0.0000	lnTÜFE	1.85	0.000
lnDK	-0.279	0.0000	lnDK	-0.295	0.000
lnBIST100	-0.233	0.0001	lnBIST100	-0.226	0.006
MF	-0.0041	0.0099	MF	-0.0062	0.101
lnPEF	0.340	0.0000	lnPEF	0.36	0.000
Sabit	-0.981	0.0494	Sabit	-1.26	0.034
F=525.70	ADF _u =-4.12	R ² =0.934	R ² =0.94		

(p:0000)	(p:0000)	$\sum_{u1}^2=2.92$	$\sum_{u1}^2=2.467$		
Engle-Granger Yöntemi			Dinamik EKK Yöntemi		
Değişkenler	Katsayılar	Prob.	Değişkenler	Katsayılar	Prob.
LnPEF	0.636	0.0000	lnPEF	0.649	0.0000
FEDF	-0.128	0.0000	FEDF	-0.126	0.0000
lnDOWJONS	0.626	0.0000	lnDOWJONS	0.646	0.0000
Sabit	-1.615	0.0006	Sabit	-1.862	0.0636
F= 318.24 (p:0000)	ADF _u =-3.84 (p:0.05)	R ² =0.836 $\sum_{v1}^2=7.279$	R ² =0.849 $\sum_{v2}^2=6.419$		

Tablo 2'deki DEKK yöntemi kullanılarak tahmin edilen modelin katsayılarına bakıldığında; diğer değişkenler sabitken, fiyatlar genel düzeyindeki % 1 lik artış, altın fiyatını % 1.85 artırırken; petrol fiyatındaki %1 lik artış, altın fiyatını % 0.36 artırmaktadır. Döviz kurunda % 1 lik artış, altın fiyatını % 0.295 azaltırken; hisse senedi fiyatlarındaki %1 lik artış, altın fiyatını % 0.226 azaltmaktadır. Mevduat faizindeki % 1 lik artış, altın fiyatını % 0.0062 azaltmaktadır. Modelin açıklama gücü yüksektir. Katsayılar istatistiksel bakımdan anlamlıdır ve model tümüyle anlamlıdır. Benzer sonuçlar Engle-Granger yöntemi ile elde edilmiştir. DEKK yöntemi ile tahmin edilen modelin hata kareler toplamı daha küçüktür.

Diğer değişkenler sabitken, FED faiz oranındaki % 1 lik artış, altın fiyatını % 0.126 azaltırken; Dow-Jones sanayi endeksindeki % 1 lik artış, altın fiyatını % 0.646 artırmaktadır. Modelin açıklama gücü yüksektir. Katsayılar istatistiksel bakımdan anlamlıdır ve model tümüyle anlamlıdır. Benzer sonuçlar Engle-Granger yöntemi ile elde edilmiştir.

Tablo 3. Petrol Fiyatları Modeline İlişkin Tahmin Sonuçları

Engle-Granger Yöntemi			Dinamik EKK Yöntemi		
Değişkenler	Katsayılar	Prob.	Değişkenler	Katsayılar	Prob.
LnAF	1.070	0.0000	lnAF	1.088	0.0000
LnDK	-0.227	0.0000	lnDK	-0.503	0.0000
FEDF	0.105	0.0000	FEDF	0.084	0.0015
lnDOWJONS	0.304	0.0749	lnDOWJONS	0.769	0.0226
lnBIST100	-0.194	0.0834	lnBIST100	-0.243	0.0564
Sabit	-3.584	0.0013	Sabit	-7.055	0.0017
F= 93.528 (p:0000)	ADF _u =-3.77 (p:0.05)	R ² =0.77 $\sum_{u3}^2=9.383$	R ² =0.812	$\sum_{v3}^2=6.039$	

Tablo 3'deki DEKK yöntemi kullanılarak tahmin edilen modelin katsayılarına bakıldığında; diğer değişkenler sabitken, altın fiyatında % 1 lik artış, petrol fiyatını % 1.088 artırırken; döviz kurundaki %1 lik artış, petrol fiyatını % 0.503 azaltmaktadır. FED faiz

oranında % 1 lik artış, petrol fiyatını % 0.084 artırırken; hisse senedi fiyatlarında %1 lik artış, petrol fiyatını % 0.243 azaltmaktadır. Dow-Jones sanayi endeksindeki % 1 lik artış, petrol fiyatını % 0.769 artırmaktadır. Modelin açıklama gücü yüksektir. Katsayılar istatistiksel bakımdan anlamlıdır ve model tümüyle anlamlıdır. Benzer sonuçlar Engle-Granger yöntemi ile elde edilmiştir. DEKK yöntemi ile tahmin edilen modelin hata kareler toplamı daha küçüktür.

Petrol fiyatı ile çeşitli makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkileri inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur (Krugman (1983); Golub (1983); Akgün (2006); Quere, Mignon ve Penot (2007); Şentürk ve diğerleri (2013); Zhang ve Wei (2010); Fratzscher ve diğ. (2014); Yalçın (2015); Küçükaksoy ve Yalçın (2016); Yeğin (2010), Solak (2012); Öğet ve Şahin (2017)). Söz konusu değişkenlerle, altın fiyatları arasındaki ilişkiler de incelenmiştir (Koutsoyiannis (1983); Cai ve diğerleri (2001); Topçu (2010); Pukthuanthong ve Roll (2011); Aydın ve İnan (2013); Jain ve Ghost (2013); Çoşkun ve Ümit (2016); Gültekin ve Hayat (2016); Cicioğlu ve diğerleri (2017)). Bu çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuştur.

Sonuç

Bu çalışmanın amacı, altın ve petrol fiyatlarını etkileyen faktörleri tespit etmektir. Bu amaçla üç farklı ekonometrik model kurulmuştur. Kurulan modeller Engle-Granger ve Dinamik EKK yöntemleri ile tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçlarına göre, fiyatlar genel düzeyi ve petrol fiyatındaki artışlar, altın fiyatlarını artırırken; döviz kurundaki, mevduat faizinde ve hisse senedi fiyatlarındaki artışlar beklenildiği gibi altın fiyatlarını azaltmaktadır. FED faiz oranlarındaki artış, altın fiyatını azaltırken; Dow-Jones sanayi endeksindeki artışın da, altın fiyatını artırdığı görülmektedir. Döviz kurunda ve hisse senedi fiyatlarındaki artışlar, petrol fiyatını azaltırken; FED faiz oranındaki ve Dow-Jones sanayi endeksindeki artışlar, petrol fiyatlarını artırmaktadır. Bu sonuçlara göre;

- Faiz oranları, altın fiyatları üzerinde “fırsat maliyeti” olarak bilinen bir faktör nedeniyle büyük bir etkiye sahiptir. Fırsat maliyeti, bir yatırımda daha fazla kazanç elde etme amacıyla, yakın garantili bir kazançtan vazgeçme fikridir. Faiz oranları ile tahviller, bazı durumlarda, düşük nominal getiri getirmesi durumunda altın cazip bir yatırım fırsatı haline gelir. Diğer bir deyişle, yatırımcılar daha yüksek garantili bir getiri elde etmek için daha fazla altın almak isteyecektir.
- FED’in konuşmaları da altın fiyatlarını hareket ettirebilir. Federal Açık Piyasa Komitesi (FOMC) ABD ekonomisinin durumunu ve para politikasının geleceğini belirler. FOMC, yakın gelecekte faizlerin yükselebileceğine işaret eden bir tavır alırsa, altın devam eden faizli varlıkların fırsat maliyeti arttığından, satış yönlü tepki verme eğilimindedir. Ancak, FOMC faiz oranlarının sabit tutmayı planladığını öngörüyorsa, altın yerine faiz bazlı varlıkların fırsat maliyeti düşük olduğundan, altın fiyatları yükselme eğiliminde olacaktır.
- FED faiz artırımı, petrol fiyatlarının üstünde baskı oluşturmaktadır, çünkü petrol şirketlerinin borçlanma maliyetleri yükselecektir. Bu durum haliyle üretimi azaltacak ve petrolün üstünde hissedilir bir baskıya neden olacaktır. Üretimin azalması durumunda petrol fiyatları yükselme eğilimine geçecektir. Dolayısıyla FED faiz oranlarındaki artışlar, petrol fiyatlarını artırmaktadır. Diğer taraftan FED’in faiz artırımı, ABD dışındaki petrol ithalatçısı ülkelerin dolara endeksli ham petrol taleplerinde düşüşe yol açarak, küresel petrol talebini ve ham petrol fiyatlarını aşağı çekebilmektedir. Bu durumda FED faiz oranındaki artışlar, petrol fiyatlarını azaltabilmektedir. Ancak analiz sonuçları, iki değişken arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir.

- Altın fiyatlarını etkileyebilecek diğer bir faktörde enflasyon ya da mal ve hizmetlerin yükselen fiyatıdır. Yüksek enflasyon seviyesi, altın fiyatlarının daha yüksek seviyelere çıkmasına neden olmaktadır.
- Paranın hareketi – özellikle ABD doları, altın fiyatı dolar cinsinden olduğundan – başka bir güçlü etkileyicidir. Döviz kurunda (ABD doları) ve hisse senedi fiyatlarındaki artışlar, hem petrol fiyatlarını hem de altın fiyatlarını azaltmaktadır.
- Yapısal kırılma testi sonucunda petrol fiyatı için kırılma yılı 2014 olarak bulunmuştur. 2014 yılının kırılma yılı olması şu şekilde açıklanabilir. FED'in 2008'de başlattığı parasal genişleme programına başlaması sonucu ABD Dolarının değer kaybetmesiyle petrol fiyatlarında artış görülmüştür. Küresel boyutta uzun vadede petrol fiyatlarını etkileyecek en önemli etken arz – talep durumudur. Tüketim karşısında yeni arama faaliyetleri ve rezervlerin keşfedilmemesinin üretime dönüşümünün ortalama 5-10 yıl alması ve artan tüketim değerleri, uzun vadede petrol fiyatlarında yükselmesine neden olmuştur. Bu durumdan ithalatçı olarak olumsuz etkilenen ABD'nin yenilikçi teknolojiler üzerine odaklanması ve buna dayalı üretimin ve rezerv artışı petrol fiyatları ile OPEC politikaları üzerinde ciddi bir değişime neden olmuştur. ABD'nin 2008 yılı içerisinde günlük üretimi 5 milyon varil seviyelerine düşmüş iken, üretim bölgelerindeki yeni saha keşifleri sayesinde ciddi bir artış ile 2015 Mayıs ayında günlük üretim 9,3 milyon varil üzerinde seyretmiştir. Bu da yüzde 80'den fazla günlük üretim artış değerine denk gelmektedir. Bu arz artışı ile 2014 yılında ABD petrol üretiminde dünyanın ilk sırasına yükselmiştir. ABD'nin iç üretim artışı (iç piyasa arzı artışı) sayesinde ithal ettiği ham petrol miktarında da ciddi bir düşüş söz konusudur. 2005 yılında günlük 10 milyon varil üzerindeki ithalat miktarı, 2015 yılında günlük 7 milyon varile kadar düşmüştür. Bu da küresel talep açısından değerlendirildiğinde günlük 3 milyon varil ABD'nin talep azalmasına tekabül etmektedir. Bu da küresel talepte önemli bir azalış demektir ve petrol fiyatlarındaki düşüşte ciddi bir önem arz etmektedir. 2014 yılındaki fiyat düşüşlerini ABD'nin Rusya'ya Kırım İşgali için uyguladığı yaptırım olarak görenler olabileceği gibi, Suudi Arabistan (OPEC üretim düşürmemesi) ve ABD'nin, İran ve Rusya'ya uyguladığı Ortadoğu politikaları ve tarihsel OPEC – ABD petrol rekabeti olduğunu iddia edenler de mevcuttur. Söz konusu fiyat düşüşlerinin Rusya ve İran gibi gelirlerinin %50'sinden fazlasını oluşturan ülkeler için bir yaptırım niteliği taşıdığı da bir gerçek olarak ortaya çıkmaktadır (Gürüzümcü ve Aydın, 2015)

- Yapısal kırılma testi sonucunda altın fiyatı için kırılma yılı 2013 olarak bulunmuştur. Yatırım danışmanlarının çoğu yatırımcıların emtialarda stratejik bir portföy tahsisi yaptıklarını önermektedir. 2005 yılından bu yana altın fiyatlarındaki keskin artış eğilimi araştırmacı ve yatırımcıların dikkatini çekmiştir. 2005 yılında, altın fiyatı ons başına ortalama 444,84 ABD doları olarak belirlenmiş ve daha sonra 2011'in ilk çeyreğinde ons başına 1384 ABD dolarına yükselmiştir. 2013'ün ilk çeyreğinde ons başına 1800 ABD dolarına yaklaşmış ve bu dönemden sonra altın fiyatları düşüşe geçmiştir. Yapısal kırılma testi de 2013 yılını göstermektedir.

Kaynakça

- Akgün, A. (2006). Petrol Fiyatlarındaki Değişimlerin İMKB-100 Endeksine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, SBE, Konya, Türkiye.
- Cicioğlu, Ş., Eraslan, B., Torun, P. (2017). Türkiye’de Altın Fiyatlarını Belirleyen Faktörler. *Journal of Human Sciences*, 14(2).
- Coşkun, Y., Ümit, A. (2016). Türkiye’de Hisse Senedi ile Döviz, Mevduat, Altın, Konut Piyasaları Arasındaki Eşbütünleşme İlişkilerinin Analizi. *Business and Economics Research Journal*, 7(1), 47-69.
- Dickey, D. A., Fuller W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of American Statistical Association*, 74(366).
- Engle, R. F., Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55, 251–276.
- Gültekin, Ö., Hayat, E. (2016). Altın Fiyatını Etkileyen Faktörlerin VAR Modeli ile Analizi: 2005-2015 Dönemi. *Ege Akademik Bakış*, 16(4), 611-625.
- Gürüzümcü, S. Ve M. Aydın, (2015). (Erişim Tarihi: 17.1.2020 <https://www.tespam.org/upload/PETROL%20FIYATLARI%20POSTER.pdf>.)
- Golup, S. (1983). Oil Prices and Exchange Rates. *Economic Journal*, 93(371). 576-93.
- Hammoudeh, S., Sarı, R., Ewing, B. (2009). Relationships among Strategic Commodities and with Financial Variables: A New Look. *Contemporary Economic Policy*, 27(2), 251-264.

- Hashim, S., H. R., Razali, N., Ramlan, H., Nordin, N. (2017). Macroeconomic Variables Affecting the Volatility of Gold Price. *Journal of Global Business and Social Entrepreneurship (GBSE)*, 3(5), 97–106 | gbse.com.my | eISSN 24621714|
- Jain, A., Ghosh, S. (2013). Dynamics of Global Oil Prices, Exchange Rate and Precious Metal Prices in India. *Resources Policy*, 38 (1), 88–93.
- Krugman, P. (1983). Oil Shocks and Exchange Rate Dynamics, Chapter in NBER book Exchange Rates and International Macroeconomics. Jacob A. Frenkel, editor (259-284), Published in 1983 by University of Chicago Press.
- Koutsoyiannis, A. (1983). A Short-run Pricing Model For a Speculative Asset, Tested With Data From The Gold Bullion Market. *Applied Economics* 563-581.
- Küçükaksoy, İ., Yalçın, D. (2016). İkame Yatırım Enstrümanlarının Petrol Emtiasi Fiyatları Üzerindeki Etkisi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi (IJEAS)*, 18(1), 91-112.
- Montalvo J. (1995). Comparing Cointegrating Regression Estimators: Some Additional Monte Carlo Results. *Economic Letters*, 229-234.
- Öget, E., Şahin, S. (2017). Hisse Senetleri ile Altın Ons Fiyatları ve Ham Petrol Fiyatları Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi: BİST 100. *Ulakbilge*, 5(11), 637-653.
- Pukthuanthong K., Roll, R. (2011). Gold and the Dollar (and the Euro, Pound, and Yen). *Journal of Banking & Finance*, 35(8), 2070-2083
- Quere, A.B, Mignon, V., Penot, A. (2007). China and the Relationship between the Oil Price and the Dollar. *Energy Policy*, 35(11), 5795-5805.
- Saikkonen, P. (1992). Estimation and Testing of Cointegrated Systems by an Autoregressive Approximation. *Econometric Theory*. 8, 1–27.
- Şentürk, M., Akbaş, Y., Adıgüzel, U., (2013). Uluslararası Ham Petrol ve Altın Fiyatlarının Amerikan Doları ile İlişkisi: Ampirik bir Uygulama. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 4(2), 139-149.
- Shakil, M., Mustapha, M., Tasnia, M., Saiti, B., (2018). Is Gold a Hedge or a Safe Haven? An Application of ARDL Approach. *Journal of Economics Finance and Administrative Science*, 23(44), 60-76.
- Simakova, J. (2011). Analysis of the Relationship between Oil and Gold Prices. *The Journal of Finance*. 51(1).
- Solak, A. O. (2012). Petrol Fiyatlarını Belirleyici Faktörler. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 4(2), 117-124.

- Stock, J. H., Watson, M. (1993). A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems. *Econometrica*, 61, 783–820.
- Thai-Ha, L., Youngho, C. (2011). Dynamic Relationships Between The Price of Oil Gold And Financial Variables in Japan: A Bounds Testing Approach. *MPRA*.
- Thai-Ha Le, Chang, Y. (2011). Oil and Gold Prices: Correlation or Causation?. *Economic Growth Centre Working Paper Series 1102*, Nanyang Technological University, School of Social Sciences, Economic Growth Centre.
- Vural, M. G. (2003). Altın Piyasası ve Altın Fiyatlarını Etkileyen Faktörler. Uzmanlık Yeterlilik Tezi, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Piyasalar Genel Müdürlüğü.
- Yeğın, F. (2010). Petrol Fiyatlarını Etkileyen Faktörler.Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi Araştırma Raporu.
- Yaylalı, M., Lebe, F., (2012). İthal Ham Petrol Fiyatlarının Türkiye'deki Makroekonomik Aktiviteler Üzerindeki Etkisi. *Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi*, 32(1),. 43-68.
- Zhang, Y. J., & Wei, Y. M. (2010). The Crude Oil Market and the Gold Market: Evidence for Cointegration, Causality and Price Discovery. *Resources Policy*, (35), 168-177.
- Zivot, E. and Andrews, D. W. K.(1992). Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 251-270.

Büyük Veri Görselleştirme: Emlak Sektörüne İlişkin Bir Uygulama

İ. Esen YILDIRIM*

Elif ERKURT**

Geliş Tarihi (Received): 25.02.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 11.05.2020

Öz

Gelişen teknoloji ile birlikte ölçme ve veri depolama olanaklarının artışı, internetin fonksiyonelliği ve sosyal medyanın yaygın kullanımı gibi çeşitli sebeplerle veri setlerinin hacminde üstel bir artış ortaya çıkmış ve büyük veri kavramı önemli bir gündem konusu haline gelmiştir. Günümüzde tüm sektörlerde karar vericiler ve planlamacılar için büyük verilerin içerdiği enformasyonun doğru biçimde analiz edilmesi ve anlaşılır biçimde özetlenmesi önemli bir amaç haline gelmiştir. Büyük veri bulgularının özetlenmesi ve sunulması amacıyla kullanılabilir en etkin yöntem görselleştirmedir. Bu durum, son yıllarda çeşitli görselleştirme araçlarının ve yazılım programlarının geliştirilmesinin motivasyonu olmuştur. Bu çalışmada, İstanbul ili için konut sektörüne ilişkin büyük veri yapısındaki ilan bilgilerinden, konut tercihinde yararlanılabilecek kullanıcı dostu infografikler üretilmiştir. Tableau Reader programı ile oluşturulan harita grafik biçimindeki infografikler ile kullanıcılara, konut ilan istatistiklerini karşılaştırma ve seçim yapma kolaylığı sağlanmıştır. Ayrıca R programı aracılığıyla, binaların yapım yılına baz alan ve oda-salon sayısı, fiyatı, net alanı gibi konut satın alırken dikkate alınan çeşitli kriterlere göre oluşturulan animasyon grafik şeklindeki infografikler ile ilçelerin birbir karşılaştırılabilmesi mümkün olmuştur. Bahsi geçen infografiklerden elde edilecek fayda, veri miktarındaki büyümeye bağlı olarak artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Büyük Veri, Görselleştirme, İnfografik, Konut, Emlak, İstanbul*

JEL Kodları: C19, C49, C89

* Prof. Dr., Marmara Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü İstatistik Anabilim Dalı,
eyildirim@marmara.edu.tr

** Doktora Öğrencisi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İstatistik Bilim Dalı,
elifsntrk@hotmail.com

Big Data Visualization Analysis on Real Estate Example Using R Program

Abstract

The magnitude of data has increased exponentially with better data measurement and warehousing capabilities, higher functionality of internet usage and widespread use of social media platforms by the technological advancements. This lead big data to become a hot topic. Analyzing the knowledge insights extracted from big data accurately and delivering the summary solutions effectively have recently become one of the main goals for decision makers and planners in all job sectors. The most effective method to summarize and present big data insights is visualization. Numerous software programs have been developed and visualization tools have been created to put into practice to that end. This study present user friendly infographics which were created by using big data sourced from Istanbul districts real estate classifieds in order to help users make practical decisions on their housing needs. Infographics are designed as map graphics by Tableau Reader application in order to provide many advantages to the users such as comparing housing ad statistics and make informed decisions easily. Users can base their decisions on utilizing and comparing many search criterias like age of property, desired number of rooms, prices and square meters of the houses from any district in Istanbul. Animation graphic style infographics are created by analyzing Istanbul districts data with R statistical program. The benefit from infographics will increase depending on the increase in magnitude of data.

Keywords: *Big Data, Visualization, Infographic, Housing, Real Estate, Istanbul*
JEL Codes: *C19, C49, C89*

Giriş

Sürekli değişen ve gelişen dünyanın gereksinimlerini karşılayabilme ve bu sürece ayak uydurabilme çabası, günümüzün kaçınılmaz bir gereğidir. Belirsizliğin artışı ile birlikte tüm sektörlerde veriden elde edilen enformasyonlara duyulan ihtiyaç da artmıştır. Bir yandan veri derleme ve depolama teknolojilerinin gelişmesi ve bununla birlikte üretilen veri miktarının sürekli artması, bir yandan da hem bireyler hem de kurumlar nezdinde büyük veriden elde edilecek enformasyonlara duyulan ihtiyacın artışı sebebiyle, büyük veri kavramı en önemli gündem konularından biri haline gelmiştir.

Özellikle iş hayatında dikkat çekici başarılar elde eden büyük şirketlerin yapısı incelendiğinde, büyük veriyle olan yakın ilişkileri ve bu alana yaptıkları yatırımlar göze çarpmaktadır. Örneğin, bu şirketlerin başında gelen Google, bireylerin ihtiyaçlarını büyük veri aracılığıyla tespit edip inovatif ürünler geliştiren yenilikçi bir yapıya sahiptir. Google vb. öncü şirketlerin büyük veriye yaptığı yatırımların çığır açan geri dönüşleri, rekabetçi bir büyük veri piyasası oluşmasına yol açmıştır. Sosyal medya kullanımının da yaygınlaşması ile birlikte son yıllarda büyük veri üzerine yapılan araştırmalarda nicel ve nitel olarak artış meydana gelmiştir.

Büyük veri, ABD ve Çin başta olmak üzere birçok ülkede resmi ya da özel fon kuruluşlarının desteği ile istatistikçilerin, yazılımcıların yoğun biçimde çalıştığı ve akademik ya da ticari içerikte önemli sayıda üretimin olduğu bir alandır. Türkiye’de bu alandaki devlet politikaları ve teşviklerle “e-devlet”, “e-nabız” gibi başarılı uygulamalarla önemli bir kamu hizmeti sağlanmış olmakla birlikte, büyük veri uygulamaları yaygın olduğu söylenemez. Türkiye’de bu alanda yapılan yatırım ve destek düzeyinin düşük olması, gerekli teknolojik dönüşümün kurumlar tarafından yeterli düzeyde gerçekleştirilememesi gibi faktörler, büyük veri uygulamalarını kısıtlamaktadır.

Bu çalışmada, ekonominin önemli sektörlerinden biri olan emlak sektörüne ilişkin bir büyük veri görselleştirme uygulaması yapılmıştır. Bu bağlamda, tüketicilerin İstanbul ili için mevcut çok sayıda satılık konut ilanı arasından kendilerine en uygun alternatifi kolayca tespit edebilmelerine imkan sağlayan infografikler üretilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde büyük veri, ikinci bölümünde büyük veri görselleştirme hakkında bilgiler verilecek; ardından Türkiye’de Emlak Sektörüne İlişkin Infografikler başlığı altında yapılan ampirik çalışmanın veri seti, gerçekleştirilen analizler, bulgular ve yorumlar sunulacaktır.

1. Büyük Veri Kavramı

Büyük veri, nicel veya nitel özellik barındıran, miktar olarak büyük bir yapıyı ifade eden, teknolojik açıdan veri depolama, kaydetme gibi avantajlar sağlayan sistemi temsil eden bir olgu olarak tanımlanabilir (Diebold, 2000: 1). Veriler çeşitlilik ve hız gibi özellikler kazanmaya devam ettikçe, işletmelerin bilgi haznesini geliştirmesi ve rekabet imkanı sağlayacak bir yapıya dönüşmesi beklenir (Mohanty ve Diğerleri, 2013: 1,197). Ancak karmaşık ve devingen yapısı sebebiyle büyük veri analiz ve teknolojisinde yeterince hızlı gelişim sağlanamamıştır.

Büyük veri kavramı ilk olarak 1998 yılında “Büyük Veri ve Altyapı Gerilimi Dalgası” (Big Data and the Next Wave of InfraStress) adlı çalışma ile SGI şirketi çalışanı tarafından dile getirilmiştir (Diebold, 2012: 3, <http://static.usenix.org>). Akademik açıdan büyük veri kavramının geçtiği ilk çalışma ise 2000 yılında Seattle’da düzenlenen 8. Dünya Ekonometri Kongresi’nde Franchis X. Diebold tarafından sunulan “Makroekonomik Ölçümler ve Kestirim için Büyük Veri Dinamik Faktör Modelleri” (Big Data Dynamic Factor Models sor Macroeconomic Measurement and Forecasting) makalesi olarak kaydedilmiştir (Gürsakar, 2014: 19,20; bits.blogs.nytimes.com, 2013). Ancak 2012 yılında İsviçre’de gerçekleştirilen Dünya Ekonomik Forum’da “Büyük Veri, Büyük Etki” ismiyle yayınlanan raporla büyük veri dünya genelinde öncelik ve önem kazanmıştır (nytimes.com, 2012).

100 terabayttan 2 petabayta kadar olan büyüklüklerde, genellikle heterojen ve sürekli artan hacimde bir yapıyı ifade eden yarı yapılandırılmış veya yapılandırılmamış (e-posta, fotoğraf, video vb.) formda veri, büyük veri olarak nitelendirilir (Davenport, 2014: 7,8). 1 terabaytın 1.099.511.627.776 bayta eşit olduğu ve insan beyninin yaklaşık olarak 2,5 petabaytlık bir veriyi depolanabildiği göz önüne alındığında veri miktarının büyüklüğü daha net anlaşılabilir (chip.com, 2012).

Büyük veri, sahip olduğu heterojen yapı, büyüklük gibi nitelikleri gereği 5V olarak ifade edilen boyutlarla tanımlanır: Hacim (volume) ile verinin miktarı, hız (velocity) ile dinamikliği, çeşitlilik (variety) ile farklı yapılardaki içeriği, doğruluk (veracity) ile güvenilirliği ve değer (value) ile verinin işlendikçe artan katma değeri nitelendirilir.

Büyük verinin boyutları aynı zamanda sahip olduğu karmaşık yapıyı yansıtması sebebiyle büyük verinin zorluklarının da önemli bir kısmını oluşturur. Boyutların yanı sıra gizlilik ve güvenlik, veri kalitesi gibi büyük verinin sahip olduğu pek çok zorluk bulunmaktadır. Özellikle verilerin gizliliği ve güvenliği halen en büyük problem olmakta, şirketlerin gizlilik politikasını sürecin en başında planlaması, verilerin korunmasını sağlamaları gerekmektedir (Hurwitz ve Diğerleri, 2013: 19). Ancak bireylerin kendi rızalarıyla çeşitli alışveriş veya sosyal

medya sitelerinde kredi kartı bilgilerini, şahsi fotoğraflarını, fikirleri paylaşmak suretiyle sayısız iz bıraktığı göz önüne alındığında, gizlilik konusunun çözülemediği anlaşılmaktadır (Erturan ve Ergin, 2018: 212).

Sürecin zorluklarının yanı sıra maliyeti düşürmedeki ve karar alma konusundaki etkisi, ürün geliştirme alanındaki başarısı, verim artışına katkısı, rekabet ortamı sağlaması, LinkedIn gibi profilleri tarayarak işverene doğru işgücüyle buluşma imkanı sunması gibi pek çok getirisi de büyük verinin avantajları olarak nitelendirilebilmekte ve önemini arttırmaktadır (Davenport : book.itep.ru/, 2012; industriuscfo.com).

LinkedIn, Facebook, Twitter, Instagram gibi sosyal medya uygulamaları, büyük veri miktarındaki artışta önemli bir rol oynamıştır. IBM'e göre internet kullanıcıları, her gün 2,5 kentilyon bayt veri üretmekte olup bu verilerin %90'ından fazlası yalnızca son yıllarda üretilmiştir (Feinleib, 2013: 36). Örneğin 35 farklı dili destekleyen ve 250 milyondan fazla aktif üyesi bulunan Twitter'da günde yaklaşık 500 milyondan fazla tweet atılmaktadır. Twitter hem trendleri ve yaşanan önemli olayları analiz etmede kullanılan hem de politikacıların veya ünlülerin her konuda fikirlerini paylaştıkları bir platformdur (Taneja ve Taneja, 2014: 145). Bu tarz sosyal medya mecralarının analiz edilebilmesi ve gerekli bilginin elde edilebilmesi için teknolojik altyapının gelişmiş olması gerekmektedir.

Büyük miktardaki veriyi depolamak, analiz etmek ve yönetmek amacına hizmet eden teknolojiler arasında en çok tercih edilen sistemler; NoSQL, MapReduce, Hadoop'tur. NoSQL, belge ve grafik gibi veriler için tasarlanmıştır. Kendi veri depolama ve alma yöntemlerini kullanır ve tüm yapıların XML, metin, ses, video gibi her türlü verisini depolayabilir (Watson, 2014: 1258). MapReduce (Eşleİndirge), büyük miktarlardaki verileri farklı bilgisayarlara dağıtarak işler ve elde edilen sonuçları birleştirir. "Böl ve yönet" mantığıyla çalışan bu teknikte, donanımsal herhangi bir sıkıntı oluşması durumuna karşı tedbir alınır. Bu sayede yapılan bir hata veya aksaklığın diğer verileri etkilemesinin önüne geçilir (Gürsakal, 2014: 211-213). Hadoop birden fazla veri kaynağından veri alabilen ve birden fazla sistemi bir araya getirerek büyük ölçekli işlemler yapabilen bir açık kaynak yazılımıdır. HDFS (Hadoop Dağıtılmış Dosya Sistemi) kullanarak verileri daha küçük bloklara böler ve kümelere dağıtır. Facebook, Google gibi büyük şirketler genellikle Hadoop ile işlemlerini gerçekleştirir (Tole, 2013: 37).

2. Büyük Veri Görselleştirme

Görselleştirme, büyük verinin içerdiği karmaşık yapıları ya da kavramları sade ve özet bir şekilde ileten, kolay anlaşılabilir ve hızlı yorum çıkarılabilir grafiksel bir sunumdur (Khan ve Khan, 2011: 1; Card, Mackinlay ve Scheiderman, 1999: 2). Büyük hacimli verilerden elde edilen bulguların anlamlandırılabilmesinde en etkin yöntemlerden biri görselleştirme.

Büyük veride görselleştirme için ileri teknolojiye dayalı görselleştirme teknik ve araçlarının kullanılması gerekir. Günümüzde bilim insanları sürekli artan çözünürlükte veri toplayabilen dijital enstrümanlar, sensörler gibi araçlarla gözlem yapmaktadır. Görselleştirme, bu tarz modern dijital verilerin görsel sunumlara dönüştürülmesini sağlar (Reda ve Diğerleri, 2013: 38). Ayrıca interaktif web tabanlı görselleştirme araçlarının yaygınlaşmasıyla verilere doğrudan bağlanılabilir. Bu sayede veri değiştiğinde görseller de değişmekte ve otomatik olarak güncellenmektedir.

Görselleştirmenin grafik türü, renk ve estetik gibi yönleri kavramsal yönünü belirlemektedir. Grafiklerin görselliği ve değişkenliği arttıkça hatırlanabilirliği de artmaktadır. En akılda kalıcı grafik türü ise doğal görüntülere sahip infografiklerdir (Borkin ve diğerleri, 2013: 8,9). Bu sebeple görselleştirme teknolojileri, veri analistleri için özellikle infografik oluşturmada başvurulan araçlardır (Fox ve Hendler, 2011: 706). İnfografikler, günümüzde iletilmek istenen bilgilerin verilmesinde sıklıkla tercih edilen konuşan istatistiklerdir. Statik olabilecekleri gibi dinamik yapıda da olabilirler.

3. Türkiye’de Emlak Sektörüne İlişkin İnfografikler

Bu çalışmada, Türkiye’de emlak sektörüne ilişkin büyük veri görselleştirme uygulamaları yapılmıştır. Çalışmada, tüketicilerin mevcut çok sayıda konut ilanı arasından kendilerine en uygun alternatifini kolayca tespit edebilmelerine imkan sağlayan kullanıcı dostu infografikler üretilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, İstanbul ili için satılık konut alternatiflerinin, çeşitli kriterler bazında değerlendirilmesi ve ilçeler arası karşılaştırma yapılması planlanmıştır.

Öncelikle, konut sektörü üzerine yapılan büyük veri literatürü incelendiğinde, bireylerin konut arama davranışları, konut ilan kriterleri, konut fiyatı tahmini gibi başlıklarda ele alındığı görülmektedir.

Du, Li ve Zhang (2014), “Survey on the Applications of Big Data in Chinese RealEstate Enterprise” adlı çalışmalarında Çin’de konut sektöründe yaşanan problemler ve çözümleri ele alınmış; gizlilik, veri işleme ve konutların kendine özgü özelliklerinden kaynaklanan zorluklar gibi pek çok sorun tanımlanmıştır.

Sun ve diğerlerinin (2014) “Combining Online News Articles and Web Search to Predict the Fluctuation of Real Estate Market in Big Data Context” başlıklı makalelerinde Çin’de konut arama motoru sorgu verileri ve çevrimiçi kullanıcılar tarafından aranan kelimelerin sıklıkları analiz edilerek konut fiyatlarının öngörülmesi hedeflenmiştir. Önerilen entegre model, temsili olarak seçilen dört şehir için uygulanmıştır.

Loberro ve diğerleri tarafından (2018), “The Potential Of Big Housing Data: An Application To The Italian Real-Estate Market” adıyla yayınlanan bu çalışmada veri seti olarak İtalya’da konut satış ve kiralama hizmeti veren evrimii bir portal olan “Immobiliare.it” aracılığıyla elde edilen konut satış ilanları kullanılmıştır. Bu sitedeki veri setinin temel sorunu ilanlar ile gerçek konut bilgilerinin uyumsuzluğu olup, makine öğrenmesi araçları kullanılarak bu uyumsuzluğu önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

Yapılan literatür taramasında büyük veriyle ilgili Türkiye adresli bazı akademik çalışmalara (Ertuğrul Aktan, 2018, Büyük Veri: Uygulama Alanları, Analitiği ve Güvenlik Boyutu; Burak Demirtaş ve Metin Argan, 2015, Büyük Veri ve Pazarlamadaki Dönüşüm: Kuramsal Bir Yaklaşım; Sadullah elik ve Emrah Akdamar, 2018, Büyük Veri ve Veri Görselleştirme vb.) rastlanmakla birlikte emlak sektörüne ilişkin bir büyük veri analizine rastlanmamıştır. Türkiye adresli bir çalışma olarak emlak sektörünü ele alan tarafımızdan gerçekleştirilen bu çalışma ile büyük veri literatürüne katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Bu hedefle, literatür taraması ve uzman görüşleri uyarınca, konut seçiminde dikkate alındığı bilinen “yüzölçümü, fiyat, oda-salon sayısı” gibi önemli kriterleri dikkate alan, farklı il/ilçelerdeki ilanları kıyaslayabilme olanağı sunan infografikler üretilmiştir. Bu görsel haritalar üzerinde gezinilerek iller/ilçeler arasındaki benzer nitelikteki konutların fiyat farklılıkları veya aynı fiyatlı konutların sahip olduğu özelliklerin benzerlikleri/farklılıkları kolayca incelenebilmektedir. Böylece yüksek hacimli verilerin kolaylıkla değerlendirilebilmesi mümkün olmaktadır.

3.1. Çalışmada Kullanılan Veri Seti

Çalışmada kullanılan veriler, Zingat Gayrimenkul Bilgi Sistemleri A.ř.’den elde edilmiştir. Toplam veri sayısı 220072 olan bu veri seti, 2018 yılı satılık ve kiralık ilan verilerini içermekte olup 61 ili kapsamaktadır. Bu alışmada İstanbul’un ilçeleri bazında satılık konut ilanları için görsel haritalar ve animasyon grafikleri hazırlanmıştır.

Yapılan analizler için R programlama dilinin 3.5.2 versiyonu kullanılmış, “dplyr”, “MCA” ve “plotly” paketlerinden yararlanılmıştır. Harita grafik ise Tableau Reader programı aracılığıyla oluşturulmuştur.

Konut tercihinde dikkate alınan kriterler olarak çalışma kapsamında esas alınan beş değerken ve bu değerkenlerin kategorilerine ilişkin bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Araştırmada Kullanılan Değişkenler ve Kategorileri

Fiyat	Net Alan	Oda-Salon	Bina Yaşı	Para Birimi
200bin altı	75 metrekare altı	1+0 ve 1+1	0	Euro
200-300bin	75-100	2+1	1-5	Dolar
300-500 bin	100-120	3+1	6-10	Türk Lirası
500bin-1milyon	120-150	4+1	11-20	Sterlin
1 milyon-5milyon	150-250	5+1 ve üstü	21-30	
5milyon +	250+		30+	

Çalışmada veri kaybı yaşanmaması adına uç değerler çıkarılmamış, ilçeler için harita grafiğinde merkezi eğilim ölçüsü olarak medyan değeri kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki ilişki yapısı Ki-kare testi ile incelenmiş; 0,01 anlamlılık seviyesinde tüm değişken çiftleri (binanın yaşı ile fiyatı, binanın yaşı ile net alanı, binanın yaşı ile oda salon sayısı, fiyatı ile net alanı, fiyatı ile oda salon sayısı, net alanı ile oda salon sayısı) arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir.

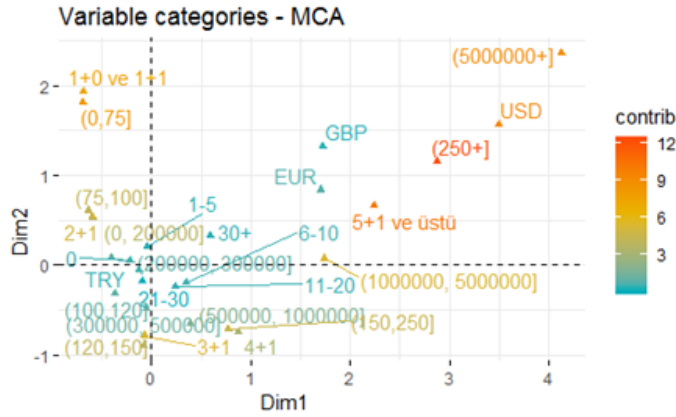
Ayrıca, söz konusu değişkenlerin kategorileri arasındaki ilişki yapısını incelemek amacıyla da Çoklu Uygunluk Analizi (Multiple Correspondence Analysis) uygulanmıştır. Uyum Analizi, Homojenlik Analizi vb. biçimlerde de Türkçeye çevrilebilen bu analiz, Correspondence Analysis, Homogeneity Analysis ve HOMALS (Homogeneity ve alternating least square (als) birleşimi ile) olarak da bilinmektedir.

Çoklu Uygunluk Analizi, ilk uygulamalarında yalnızca iki boyutlu kontenjans tablolarını analiz etmek amacıyla ortaya konulmuş olsa da, zaman içinde çok değişkenli kategorik verilerde kullanılmak üzere geliştirilmiştir (Abdi, H. ve Williams, L.J., 2010: 1). Kontenjans tabloları, 2x2 gibi iki boyutlu veya nxp boyutlu olabilir. Tablolarda her satır ve sütun, karşılık gelen değişkenin belirli bir kategorisini temsil eder. nxp boyutlu bir tabloda x_{ij} , $i=1, \dots, n$ ve $j=1, \dots, p$ için i. satır ve j. sütun kategorisinde yer alan bir gözlemi ifade etmektedir (Hardle ve Simar, 2003: 341).

Çoklu Uygunluk Analizi, kategorik (nitel) yapıdaki değişkenler için uyarlanmış genelleştirilmiş bir Temel Bileşenler Analizi olarak özetlenebilir. Temel Bileşenler Analizi'nde toplam varyans bileşenlerine ayrılırken, Çoklu Uygunluk Analizinde varyans yerine tablonun ki kare değerleri veya değişken kategorilerinin birbirine uzaklıklarını veren Öklid uzaklıkları aracılığıyla elde edilen toplam inertia değerleri bileşenlerine ayrılır.

Çoklu Uygunluk Analizi, kategorik değişkenlerin birbiriyle uyumlu olan kategorilerinin belirlenebilmesine ve değişkenler arasındaki tüm ilişki yapısının grafiksel gösterimine imkan sağlamaktadır. Bir başka ifade ile, değişkenlerin birbiri ile uyumlu niteliklerini ortaya koyacak şekilde kavramsal haritalama yapmaktadır (Hair ve diğerleri, 2014: 19). Bu sayede kategorik değişkenler arası ilişkilerin kolayca yorumlanması mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada ele alınan değişkenler için gerçekleştirilen Çoklu Uygunluk Analizi sonucunda elde edilen görsel, Grafik 1’de verilmiştir. Genel olarak, değişkenlerin kategorileri arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur.



Grafik 1. Konut Tercih Kriterlerinin Kategorileri Arasındaki İlişki Durumu

Grafik 1’de yer alan oklar ve üçgenler kategorilerin konumlarını ifade etmektedir. Birbirine yakın konumlanan kategorilerin ilişkili olduğu; birbirine uzak konumlanan kategorilerin kümelenme biçimlerinin ise anlamlı olduğu söylenebilir. İlgili grafik detaylı olarak incelendiğinde, “0-75” metrekare aralığını ifade eden kategorinin “1+0 ve “1+1” oda sayısı kategorisi ile ilişkisi olduğu görülür. “75-100” metrekare kategorisi ise “2+1” oda sayısı ve “0-200.000 TL” fiyat aralığı kategorisi ile ilişkilidir. Aynı şekilde “3+1” oda-sayısı ile “120-150” metrekare ve “4+1” oda sayısı ile “150-250” metrekare kategorileri birbiriyle ilişkilidir.

“100-120” metrekare büyüklüğündeki konutlar, “200.000-300.000” ve “300.000-500.000” fiyat aralıklarıyla genellikle Türk Lirası ile satışa sunulmaktadır. Grafik 1’in sağ üst köşesindeki “5.000.000+”, “USD”, “250+”, “GBP” ve “EUR” kategorileri birbirinden uzakta konumlandıkları için net bir ilişki içinde olduklarından söz edilemez. Fakat diğer kategorilerle de belirgin bir şekilde ayrışmaları göz önünde bulundurularak büyük yüzölçümüne sahip yüksek fiyatla satılan konutların genellikle yabancı para birimiyle satışa sunulduğu söylenebilir.

3.2. İstanbul’un İlçelerine İlişkin Satılık Konut İstatistikleri

İstanbul’un 39 ilçesine ilişkin satılık konut ilan verileri ve ilçe koordinatları kullanılarak Grafik 2 düzenlenmiştir. Elde edilen görsel dinamik yapıda olduğundan, grafikte belirli bir ilçe (Silivri) için örnek ekran görüntüsü alınarak sunulmuştur. Tüm ilçelerin isimleri ekran boyutlandırması sebebiyle görüntülenememiştir.

Konut tercihi yapacak olan bireyler, verilen görsel yardımıyla ilçe bazında satılık konut istatistiklerini inceleyebilmektedir. Grafik üzerinde ilgilenilen ilçenin üzerine gelinip veri yaklaşılabilmekte ve yeşil nokta üzerinde çıkan kutucukta ilgili ilçeye ilişkin tüm ilanların

medyan değerleri görülebilmektedir. Bu grafikte örnek olarak verilen Silivri ilçesinde, binaların ortalama olarak 2010 yılında yapıldığı, kişilerin ortalama 140 metrekare olan 3+1 bir ev için yaklaşık 315.000 TL demesi gerektiği şeklinde yorum yapılabilir.



Grafik 2. İstanbul'un İlçelerine İlişkin Satılık Konut İstatistikleri Harita Grafiği

Satılık konut istatistiklerinin ilçeler arasında genel bazda değerlendirilebilmesi için araştırmada ele alınan değişkenlerin İstanbul'un 39 ilçesine ilişkin medyan değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: İstanbul'un İlçelerine İlişkin Satılık Konut İstatistikleri (Medyan)

İl	Bina Yapılış Tarihi	Fiyat (TL)	Net Alan (m ²)	Toplam Oda Sayısı
Adalar	1995	1.000.000	132	4
Arnavutköy	2018	266.040	105	3
Ataşehir	2014	455.000	110	3
Avılar	2013	258.000	110	3
Bağılar	2016	305.000	105	3
Bahçelievler	2010	319.000	105	3
Bakırköy	2013	1.175.000	130	4
Başakşehir	2015	370.000	125	4
Bayrampaşa	2014	350.000	100	3
Beşiktaş	1995	1.933.375	150	4
Beykoz	2005	2.820.650	322.5	6
Beylikdüzü	2018	280.000	117	3
Beyoğlu	1995	600.000	95	3
Büyükçekmece	2010	525.000	170	4
atalca	2010	299.000	140	4
ekmeky	2017	300.000	105	3
Esenler	2015	215.000	90	3
Esenyurt	2018	188.000	100	3
Eyüp	2015	450.000	115	3
Fatih	1990	372.500	100	3
Gaziosmanpaşa	2013	285.000	95	3
Güngören	1995	310.000	100	3
Kadıköy	2018	940.000	131	4
Kağıthane	2017	350.000	90	3
Kartal	2016.5	369.000	110	4
Küçükçekmece	2014	335.000	100	3

Maltepe	2016	450.000	120	4
Pendik	2014	295.000	110	3
Sancaktepe	2018	252.000	115	3
Sarıyer	2013	1.650.000	178	4
Silivri	2010	315.000	140	4
Sultanbeyli	2018	260.000	110	3
Sultangazi	2017	270.000	105	3
Şile	2010	425.000	130	4
Şişli	2005	825.000	120	4
Tuzla	2016	368.000	120	4
Ümraniye	2014	390.000	110	3
Üsküdar	2000	470.000	110	3
Zeytinburnu	2000	380.000	100	3

Tablo 2’de verilen bilgiler ışığında, ilçeler arasında en yeni (medyan yıl 2018) binaların satışta olduğu ilçelerin Arnavutköy, Esenyurt, Beylikdüzü, Kadıköy, Sancaktepe ve Sultanbeyli olduğu görülmektedir. Satıştaki en eski (medyan yıl 1995) konutlar ise Adalar, Beşiktaş, Beyoğlu ve Güngören’dir.

İlçeler fiyat yönünden karşılaştırıldığında, Adalar, Bakırköy, Beşiktaş, Beykoz ve Sarıyer ilçelerinde oturmayı planlayanların ortalama 1.000.000 TL’lik bir bütçeyi göze almaları gerektiği görülmektedir. Bu ilçelerin merkezi konumda veya yeşil alan avantajına sahip oldukları dikkati çekmektedir. En ucuz konutlara ise Esenyurt ve Esenler’de ulaşılabilir. Ayrıca Avcılar, Çatalca, Gaziosmanpaşa, Çekmeköy, Pendik, Sancaktepe ve Sultangazi de daha ucuz konut almak isteyenlere alternatif olabilecek diğer ilçelerdir.

Konutun net kullanım alanı dikkate alındığında; ortalama olarak en küçük evlerin (100 metrekare altı) Beyoğlu, Esenler, Gaziosmanpaşa ve Kağıthane’de bulunduğu görülmektedir. En büyük metrekareye sahip konutlar ise açık farkla Beykoz’da bulunmaktadır. Beykoz’da oldukça fazla sayıda villa tipi konutun bulunması bu bulgunun sebebi olarak ifade edilebilir. Ayrıca büyük konut tercih edeceklerin alternatifler olarak Adalar, Beşiktaş, Büyükçekmece, Bakırköy, Çatalca, Sarıyer, Silivri, Şile, Kadıköy ilçelerini değerlendirmesi önerilebilir.

Tablo 2, toplam oda sayısı açısından incelendiğinde, ilçeler arasında önemli bir farklılığın göze çarpmadığı, satıştaki konutların genellikle 2+1 ve 3+1 olduğu anlaşılmaktadır. Ek olarak Beykoz’da 5+1 konutların yoğunluğu vurgulanmalıdır. Metrekare olarak büyük olup oda-salon sayısı 2+1 olan Beylikdüzü, Eyüp, Sancaktepe, Ümraniye, Üsküdar gibi ilçeler bulunmakla birlikte, daha küçük yüzölçümüne sahip olan fakat 3+1 konutların bulunduğu Kartal gibi ilçeler de mevcuttur.

İstanbul’un eski yerleşim yerlerinden Fatih ve Beyoğlu ilçelerinden birinde yaşamaya karar veren bir kullanıcı için önemli olan kriterin merkezi konumda bir ilçede yaşamak olduğu düşünülebilir. Her iki ilçede de binalar oldukça eski olup yaklaşık 30 yıllıktır. Ev büyüklükleri

ve oda-salon sayıları da yakın kabul edilebilir. Fiyat açısından Fatih ilçesinin daha cazip olduğu (372.500 TL) söylenebilir.

Beylikdüzü ve Esenyurt ilçelerinden birinde yaşamak isteyen bir kullanıcı ise büyük bir ihtimalle yeni bir binada 2+1 oda-salon sayısına sahip yaklaşık 100 metrekare büyüklüğünde bir ev satın alabilecektir. Beylikdüzü'ndeki satılık konutlar Esenyurt'taki konutlara göre ortalama 17 metrekare daha geniş, fakat yaklaşık olarak 100.000 TL daha pahalıdır.

3.3. İstanbul'un İlçelerine İlişkin Satılık Konut İnfografikleri

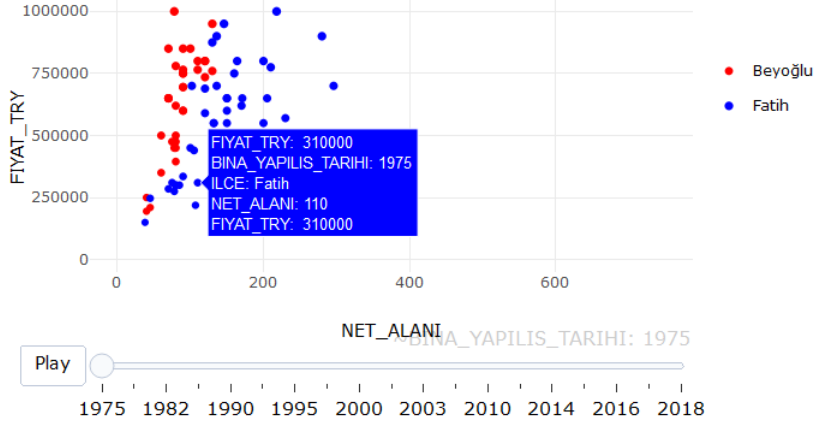
İlçeler arası genel değerlendirmenin ardından, birden fazla ilçe için karşılaştırmalı olarak bina yapılış tarihi, net alan, fiyat, toplam oda sayısı gibi çeşitli kriterlere göre ilan bazında karşılaştırma yapılması da mümkündür. Bu çalışmada, satılık konut ilanları yönünden İstanbul'un ilçelerinin ikişerli olarak karşılaştırılabilmesi amacıyla, binanın yapılış tarihi, net alan, fiyat kriterleri bazında animasyon grafikleri oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında oluşturulan animasyon grafikleri, video biçiminde oynatılarak elde edilmektedir. R'ın "plotly" kütüphanesi kullanılarak oluşturulan bu görsellerde, karşılaştırılan ilçelere ait ilanlar, farklı renklerle temsil edilmektedir. Bina yapılış tarihine göre oynatılan animasyon belirli bir yıl için durdurularak gözlem değerlerinin üzerine gelindiğinde çıkan renkli kutucukta ilgili ilanın tüm bilgileri görülebilmektedir. Bu sayede, hacimli veri dosyasına başvurma ihtiyacı olmaksızın infografikler üzerinden ilçeler ve ilanlar karşılaştırılarak değerlendirilebilmektedir.

İzleyen kısımda Beyoğlu ve Fatih ilçeleri ile Beşiktaş ve Sarıyer ilçeleri için düzenlenen infografiklerden örnek ekran görüntüleri verilmiştir.

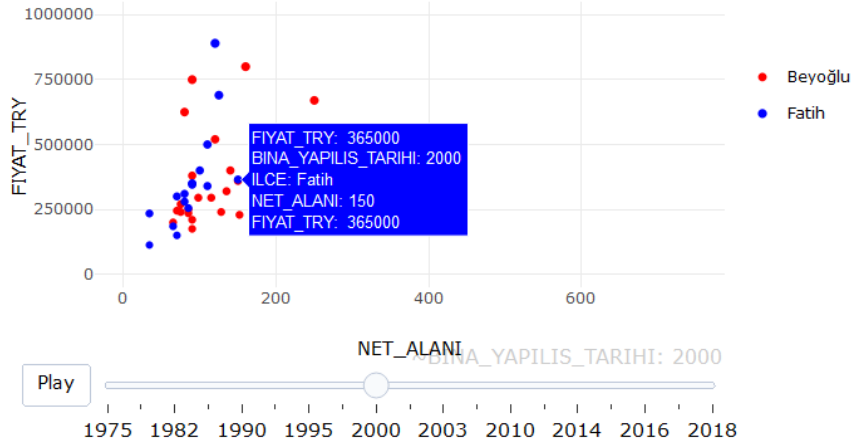
3.3.1. Beyoğlu ve Fatih İçin Satılık Konut İnfografikleri

Beyoğlu ve Fatih ilçeleri için satılık konut ilanlarının görüntüsü, net alan ve fiyat kriterleri baz alınarak bina yapılış tarihine göre oynatılan infografikte, bina yapılış tarihi 1975 olan konutlar için Grafik 3'te verilmiştir.



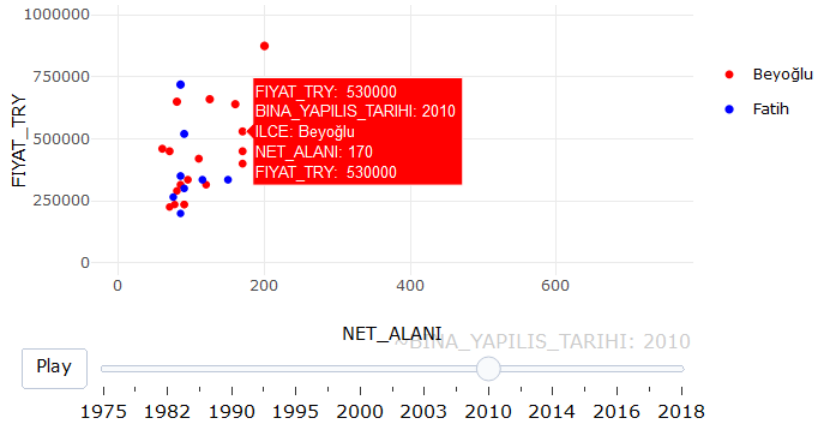
Grafik 3. Beyoğlu ve Fatih İlçeleri İçin Satılık Konutlar -Yapım Yılı 1975

Grafik 3 incelendiğinde Fatih'teki yapım yılı 1975 olan konutların Beyoğlu'ndakilere göre daha fazla sayıda olduğu görülmektedir. Fiyat açısından karşılaştırıldığında her iki ilçede de her fiyattan konut bulunduğu, ancak aynı fiyatlı konutlara bakıldığında Fatih'teki konutların daha büyük yüzölçümüne sahip olduğu göze çarpmaktadır. Örneğin Fatih'te 90 metrekare büyüklüğünde bir konut 335.000 TL'den satışa sunulmuşken, Beyoğlu'nda 60 metrekarelik bir konut için ilan fiyatı 350.000 TL'dir. Grafik üzerinden ilgilenilen herhangi bir ilan için inceleme yapılabilir.



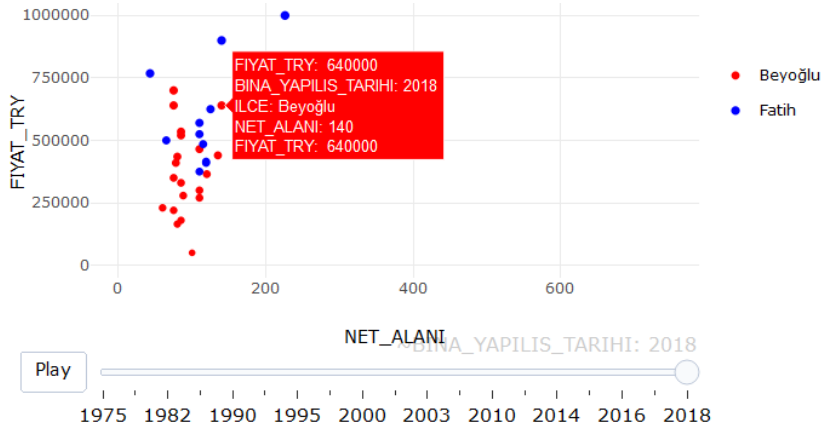
Grafik 4. Beyoğlu ve Fatih İlçeleri İçin Satılık Konutlar -Yapım Yılı 2000

Bina yapılış yılına göre oynatılan animasyon 2000 yılı için durdurulduğunda elde edilen görüntü Grafik 4'te verilmiştir. Beyoğlu'ndaki 2000 yapım yılına sahip konutların daha büyük olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca iki ilçe arasında fiyat açısından büyük farklar olmadığı söylenebilir. Örneğin Fatih'te 80 metrekare bir konut 280.000 TL'den alıcı beklerken Beyoğlu'nda 75 metrekare bir konut 275.000 TL'den satılmak istenmektedir. Genel olarak yoğunlaşma her iki ilçe için de 70-115 metrekare net alanı ve 200.000 TL - 400.000 TL fiyat aralığındadır. Grafik üzerinden ilgilenilen herhangi bir ilan için inceleme yapılabilir.



Grafik 5. Beyoğlu ve Fatih İlçeleri İçin Satılık Konutlar -Yapım Yılı 2010

Grafik 5'te yapım yılı 2010 olan konutlar için ilan bilgileri görülmektedir. Beyoğlu'ndaki konut sayısının Fatih'tekinden daha fazla olduğu ve metrekaresi daha yüksek konutların genellikle Beyoğlu'nda bulunduğu görülmektedir. Fiyat açısından karşılaştırıldığında ise 75-95 metrekare büyüklüğündeki konutların her iki ilçede de benzer fiyatlarla alıcı beklediği, diğer büyüklükteki konutların ise genel olarak Beyoğlu'nda daha pahalı olduğu söylenebilir. Örneğin Fatih'te 90 metrekarelik bir konut 300.000 TL iken Beyoğlu'nda 85 metrekarelik bir konut 315.000 TL'dir. Grafik üzerinden ilgilenilen herhangi bir ilan için inceleme yapılabilir.



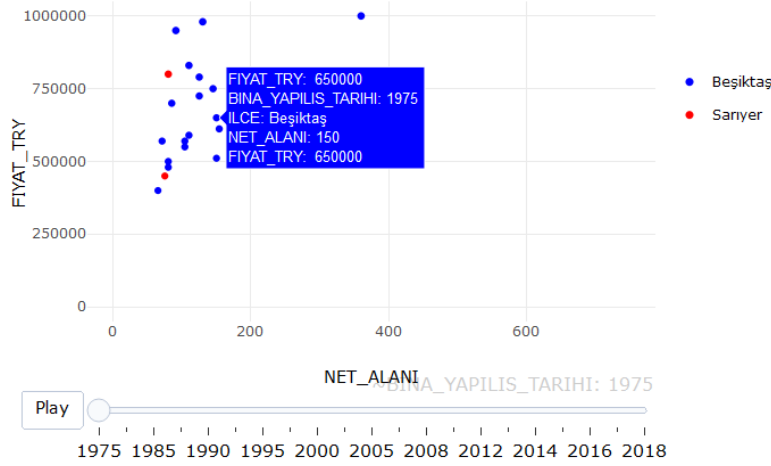
Grafik 6. Beyoğlu ve Fatih İlçeleri İçin Satılık Konutlar -Yapım Yılı 2018

Grafik 6'da verilen 2018 yapım yılına sahip konutlara ilişkin grafiğe bakıldığında, satılık konut ilan sayısının yakın olduğu görülmektedir. Her iki ilçede de konut büyüklükleri 70-120 metrekare aralığında yoğunlaşırken, Beyoğlu'nda daha düşük fiyatlara konutlar bulabilmek mümkündür. 2018 yılında yapılan konutların Fatih ilçesinde en düşük 375.000 TL satış fiyatına sahip olduğu görülmektedir. Fatih'teki konutların genel olarak yine

Beyoğlu'ndaki konutlara oranla daha büyük net alana sahip olduğu söylenebilir. Grafik üzerinden ilgilenilen herhangi bir ilan için inceleme yapılabilir.

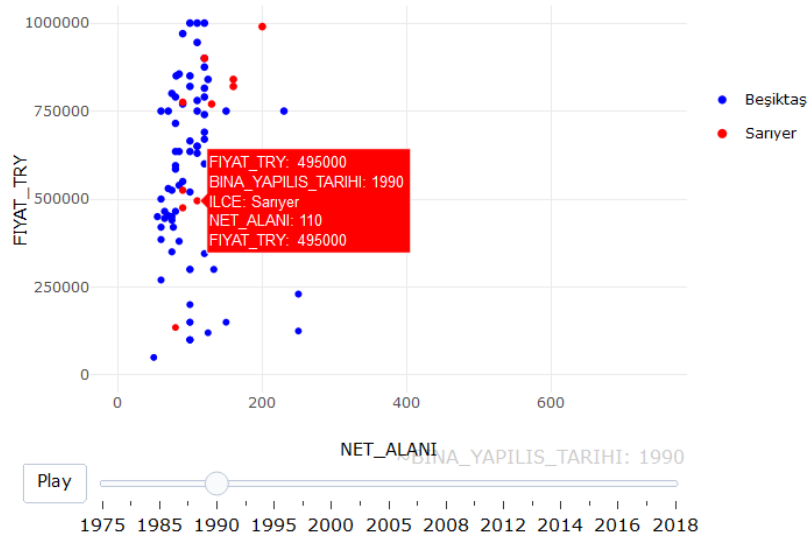
3.3.2. Beşiktaş ve Sarıyer İçin Satılık Konut İnfografikleri

Beşiktaş ve Sarıyer ilçeleri için yapım yılı 1975 olan konutlara ilişkin elde edilen görsel Grafik 7'de sunulmuştur.



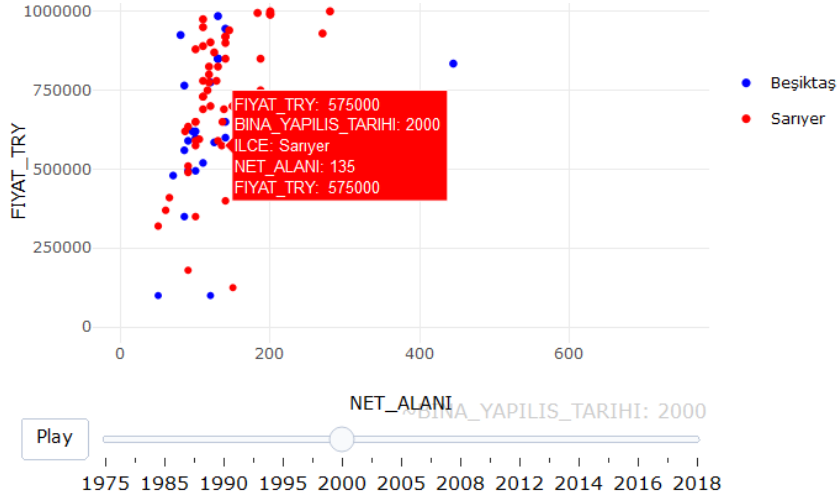
Grafik 7. Beşiktaş ve Sarıyer İlçeleri İçin Satılık Konutlar -Yapım Yılı 1975

Grafik 7 incelendiğinde Sarıyer'de 1975 tarihli konutların oldukça az sayıda olduğu görülmektedir. 1975 yapım yılı için Beşiktaş fiyat, konut miktarı ve konut büyüklüğü açısından Sarıyer'den daha fazla satılık konut alternatifine sahiptir. Beşiktaş'taki konutlar 85-125 metrekare aralığında yoğunlaşmaktadır. Grafik üzerinden ilgilenilen herhangi bir ilan için inceleme yapılabilir.



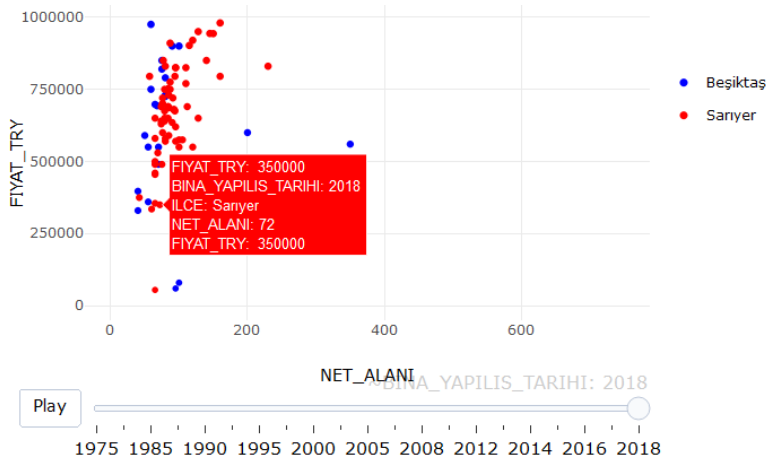
Grafik 8. Beşiktaş ve Sarıyer İlçeleri İçin Satılık Konutlar -Yapım Yılı 1990

1990 yapım yılına sahip konutlara ilişkin Grafik 8 incelendiğinde, Beşiktaş'ta alternatifin çok daha fazla olduğu söylenebilir. Beşiktaş'ta 55-160 metrekare aralığında her fiyatta konut bulabilmek mümkündür; fiyat aralığı ise 450.000 TL- 850.000 TL gibi oldukça geniş bir alana yayılmıştır. Grafik üzerinden ilgilenilen herhangi bir ilan için inceleme yapılabilir.



Grafik 9. Beşiktaş ve Sarıyer İlçeleri İçin Satılık Konutlar -Yapım Yılı 2000

Grafik 9 incelendiğinde, yapım yılı 2000 olan konutlar için Sarıyer'deki satılık konut miktarındaki artış göze çarpmaktadır. Sarıyer'de Beşiktaş'tan daha fazla sayıda 2000 yapım yılına sahip konut olduğu görülür ve 50-150 metrekare aralığında 300.000 TL'den 1.000.000 TL'ye kadar her fiyatta konut bulmak mümkündür. Grafik üzerinden ilgilenilen herhangi bir ilan için inceleme yapılabilir.



Grafik 10. Beşiktaş ve Sarıyer İlçeleri İçin Satılık Konutlar -Yapım Yılı 2018

2018 yapım yılına sahip konutlara bakıldığında, Grafik 10'da görüldüğü gibi Sarıyer'de daha fazla satılık konutun bulunduğu göze çarpmaktadır. Beşiktaş'taki satılık konutların büyük bir kısmının (40-100 metrekare) Sarıyer'dekilere göre daha küçük yüzölçümüne (60-120 metrekare) sahip olduğu görülmektedir. Sarıyer'deki 72 metrekarelik bir konuta 350.000 TL

fiyat biçilmişken Beşiktaş'ta 55 metrekare bir konut 360.000 TL'dir. Grafik üzerinden ilgilenilen herhangi bir ilan için inceleme yapılabilir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, yüzbinlerce konut ilanını içeren bir veri setinden pratik olarak istifade etme imkanı sunan infografikler oluşturulmuştur. Bu görseller aracılığıyla kullanıcılara konut satın alma konusunda belirli kriterlere göre ilgilendikleri iller/ilçeler için kolaylıkla karşılaştırma yapabilme imkanı sağlanmıştır. Çalışmada üretilen infografikler, İstanbul'da konut satın almak isteyen bir bireyin ilgilendiği ilçelerdeki konutların fiyat, bina yapım yılı, yüzölçümü, oda sayısı gibi özelliklerini harita üzerinde gezinerek görebilmesine ve bu sayede alternatif ilanlar arasından en uygun seçimi yapabilmesine imkan vermektedir.

Bu çalışma kapsamında İstanbul'un ilçeleri için hazırlanmış olan infografiklerin, tüm iller veya ilçeler için düzenlenmesi mümkündür. Görsellerin statik olmayan verilerle eşanlı olarak güncellenmesi de mümkündür. Üretilen infografikler, farklı dizayn ve içeriklerle tüm sektörler için büyük verilerden efektif ve pratik biçimde yararlanılmasına imkan verecektir.

Veri hacminin büyüklüğü ve karmaşıklığı sebebiyle temiz ve filtrelenmiş bilgiye ulaşmanın oldukça değerli olduğu günümüzde bireylerin hayatını kolaylaştıracak bu tip araçlar önem kazanmaktadır. Hem harcanan emekten hem de zamandan sağlanan tasarruf, günümüz koşullarında bu gibi istatistiki araçların değerinin artmasını sağlamaktadır. Veri setlerinin hızla karmaşıklaşmaya ve büyümeye devam ettiği günümüzde istatistiğe, veri analistlerine, görselleştirme teknolojilerine, büyük veri yazılımlarına olan ihtiyaç da artmaktadır.

Kaynakça

- Abdi, H. ve Williams, L. J. "Correspondence Analysis", *Encyclopedia of Research Design*, CA: Sage.2010,
https://www.researchgate.net/publication/232659411_Correspondence_analysis
(10.04.209).
- Borkin, M., Vo, A., Bylinskii Z., Isola P., Sunkavalli S., Oliva A. ve Pfister, H. (2013). What Makes a Visualization Memorable?. *IEEE*, Erişim Tarihi: 08.01.2019,
http://cvcl.mit.edu/papers/Borkin_etal_MemorableVisualization_TVCG2013.pdf
- Card S., Mackinlay, J.D. ve Scheiderman, B. (1999). Readings in Information Visualization, Using Vision to Think. Erişim Tarihi: 05.11.2018,
https://www.researchgate.net/publication/220691172_Readings_in_Information_Visualization_Using_Vision_To_Think
- Davenport, T. (2014). *Big Data@Work*. İstanbul: Türk Hava Yolları Yayınları.
- Davenport, T. (2014). *Three Big Benefits of Big Data Analytics*. Erişim Tarihi: 04.09.2019,
http://book.itep.ru/depository/big_data/AST-0147176_Three_Big_Benefits_of_Big_Data_Analytics.pdf
- Diebold, F. X. (2012). A Personal Perspective on the Origin(s) and Development of Big Data: The Phenomenon, the Term, and the Discipline. University of Pennsylvania. Erişim Tarihi: 10.09.2018,
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.297.4593&rep=rep1&type=pdf>
- Diebold, F. X. (2000). "Big Data" Dynamic Factor Models for Macroeconometric Measurement and Forecasting. *Cambridge: Cambridge University Press*. 115-122.
Erişim Tarihi: 29.04.2018, <https://www.sas.upenn.edu/~fdiebold/papers/paper40/temp-wc.PDF>
- Du, D., Li, A. ve Zhang, L. (2014). Survey on the Applications of Big Data in Chinese Real Estate Enterprise. *Procedia Computer Science*, 30, 24-33.
- Erkurt, E. (2020). *Büyük Veri Görselleştirme ve Türkiye'de Konut Sektörüne İlişkin İnfografikler (Yayınlanmamış Doktora Tezi)*. Marmara Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Erturan, İ. E. ve Ergin, E. (2018) Büyük Verinin Muhasebe Ve Denetim Alanlarına Uyumu. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*. Yıl: 6, (81), 208-222.

- Feinleib, D. (2013). *Big Data Demystified: How Big Data is Changing The Way We Live, Love and Learn*. ABD: Big Data Group.
- Fox, P. ve Hendler, J. (2011). Changing the Equation on Scientific Data Visualization. *Science*. Vol.331, Issue.6018, 705-709.
- Gürsakal, N. (2014). *Büyük Veri (Genişletilmiş 2. Baskı)*. Bursa: Dora Yayınevi.
- Hair, J. F. ve diğerleri, **Multivariate Data Analysis**, Seventh Edition, England: Pearson New International Edition, 2014.
- Hardle, W. ve Simar, L. (2003). **Applied Multivariate Statistical Analysis**, TECH Method&Data Technologies.
- Hurwitz, J., Nugent A., Halper F. ve Kaufman M. (2013). *Big Data for Dummies- A Wiley Brand*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Khan, M. ve Khan S. S. (2011). Data and Information Visualization Methods and Interactive Mechanisms: A Survey. *International Journal of Computer Applications*. (0975-8887) Vol.34(1), 1-14.
- Loberto, M., Luciani, A. Ve Pangallo, M. (2018). The potential of Big Housing Data: an Application To The Italian Real-Estate Market. *Banca D'Italia*. No.1171.
- Mohanty, S., Jagadeesh M. ve Srivatsa, H. (2013). *Big Data Imperatives : Enterprise Big Data Warehouse, BI Implementations and Analytics*. New York: Springer-Apress Media.
- Reda, K. ve Diğerleri. (2013). Visualizing Large, Heterogeneous Data in Hybrid-Reality Environments. *IEEE Computer Graphics and Applications*. 38-48. Erişim Tarihi: 10.01.2019, <https://www.evl.uic.edu/documents/ieee-cga-reda-07-2013.pdf>
- Sun, D., Du, Y., Xu, W., Zuo, M., Zhang, C. Ve Zhou, J. (2014). Combining Online News Articles and Web Search to Predict the Fluctuation of Real Estate Market in Big Data Context. *Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems*. Vol.6(4), 19-37.
- Taneja, S. ve Taneja, M. (2014). Big Data And Twitter, *International Journal Of Research In Computer Applications And Robotics*. Vol.2, Issue.5, 144-150.
- Tole, A. A. (2013). Big Data Challenges. *Database Systems Journal*. Vol. IV, No. 3/2013, 31-40.
- Watson, H. J. (2014). Tutorial: Big Data Analytics: Concepts, Technologies, and Applications. *Communications of the Association for Information Systems*. V:34, Article:65, 1244-1268.

İnternet Kaynakları

GB, TB, PB... Ne Kadar Veri Taşıyabiliyor?. (2012). Erişim Tarihi: 13.10.2018, https://www.chip.com.tr/haber/gb-tb-pb-ne-kadar-veri-tasiyabiliyor_35472.html

King, A. *7 Benefits to Using Big Data for Small Businesses*. Erişim Tarihi: 04.09.2019, <http://www.industriuscfo.com/7-benefits-using-big-data/>

Lohr, S. (2012). *How Big Data Became So Big*. Erişim Tarihi: 13.09.2019, http://www.nytimes.com/2012/08/12/business/how-big-data-became-so-big-unboxed.html?_r=0

Lohr, S. (2013). *The Origins of 'Big Data': An Etymological Detective Story*. Erişim Tarihi: 13.09.2019, https://bits.blogs.nytimes.com/2013/02/01/the-origins-of-big-data-an-etymological-detective-story/?_r=0

Cholesky Ayırıştırması ile Varyans Analizine (ANOVA) Lineer Regresyon Yaklaşımı ve Excel Uygulaması

Mustafa TEKİN*

Haydar EKELİK**

Geliş Tarihi (Received): 12.03.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 05.05.2020

Öz

Bu çalışmada, istatistik analizin temel testlerinden biri olan varyans analizi (ANOVA), lineer regresyon analiz yöntemleri ve Cholesky ayrıştırması yöntemi kullanılarak incelenmiş ve bu analiz yöntemlerine ait bazı kavramlar farklı bir bakış açısı ile tanımlanarak açıklanmıştır. Cholesky ayrıştırması varyans analizine ve lineer regresyon yöntemlerine farklı bir bakış açısı sunmak için kullanılmıştır. Cholesky ayrıştırması, varyans analizindeki ve lineer regresyondaki kavramların daha anlaşılır olmasına olanak verir. Böylelikle modelin daha iyi yorumlanması için araştırmacıya fayda sağlamaktadır. Daha çok varyans analizinde kareler ayrışımı üzerinde durulan çalışmada, varyans analizi için bulunan gruplar arası, grup içi değişim kareler toplamları, lineer regresyon yöntemiyle ve Cholesky ayrıştırması kullanılarak bulunmuştur. Cholesky ayrıştırmasının faydalarından bahsedile çalışmada Excel uygulamasıyla Cholesky ayrıştırmasının nasıl kullanılacağı örnek bir veri seti üzerinde gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: *Varyans Analizi(ANOVA), Cholesky Ayrışımı, Lineer Regresyon*

JEL Kodu: *C12, C13, C02*

*Prof.Dr., İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü, mustafatek@istanbul.edu.tr , ORCID:orcid.org/0000-0002-1169-1463

**Arş.Gör., İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü, haydar.ekelik@istanbul.edu.tr , ORCID:orcid.org/0000-0002-0661-4164

Linear Regression Approach to Analysis of Variance (ANOVA) With the Cholesky Decomposition and Excel Application

Abstract

In this study, variance analysis (ANOVA), which is one of the basic tests of statistical analysis, was examined using linear regression analysis methods and Cholesky decomposition method, and some concepts of these analysis methods were defined and explained with a different perspective. Cholesky decomposition has been used to offer a different perspective to variance analysis and linear regression methods. Cholesky decomposition allows the concepts in analysis of variance and linear regression to be more understandable, thereby benefiting the researcher to better interpret the model. In the study, which focuses on the separation of squares in the analysis of variance, the within-group, between-group change squares totals found for variance analysis were found by using linear regression method and Cholesky decomposition. In this study, the benefits of Cholesky decomposition are shown on a sample dataset how to use Cholesky decomposition with Excel application.

Keywords: *Analysis of Variance (ANOVA), Linear Regression, Cholesky Decomposition*

JEL Code: *C12, C13, C02*

Giriş

Davranış bilimleri, tıbbi araştırmalar, pazarlama araştırmaları ve diğer bazı alanlarda yaygın bir şekilde kullanılan lineer modellerin alt başlığı olarak karşımıza çıkan varyans analizi, istatistiksel analizlerin en temel yöntemlerinden birisidir. Çeşitli alanlarda birçok uygulaması yapılmış ve günümüzde de hala yapılmaktadır. Varyans analizine farklı bir bakış açısı getirmek için yapılan çalışmada, varyans analizinin lineer modellerin bir alt dalı olduğu ve buradan yola çıkarak lineer denklem şeklinde gösterilebileceği, katsayılarının en küçük kareler yöntemiyle bulunabileceği gösterilmiştir. Daha çok denklem sistemlerinin çözümü için kullanılan Cholesky ayrışmasının da kullanılarak varyans analizinde kullanılabileceği gösterilmiştir. Bu amaçla çalışmada lineer modeller ve Cholesky ayrışması konularına değinilmiştir. Yapılan uygulamada bu yöntemlerin nasıl kullanılacağı, bu yöntemlere ait bulgular gösterilmiştir. Kullanılan yöntemlerin avantajlarından bahsedilip başka hangi analizlerde kullanılacağına değinilmiştir.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında; Sumiati ve arkadaşları tarafından yapılan “Multiple Linear Regression Using Cholesky Decomposition” adlı çalışmada simülasyonla üretilen 5 bağımsız değişkenli hipotetik veri seti ve 5 bağımsız değişkenli gerçeğ veri seti (Denver Neighbhoods adlı) kullanılarak iki çoklu lineer regresyon modeli katsayılarını Cholesky ayrışması ile bulmuştur (Sumiati, Handoyo, & Purwani, 2020, s. 12-25). Ghadi Yunois tarafından yapılan “Practical method to solve large least squares problems using Cholesky decomposition” adlı çalışmada en küçük kareler yöntemini Cholesky ayrışması kullanarak geleneksel çözümlere göre daha hızlı çözümler üretildiği gösterilmiştir. (Younis, 2015, s. 113-118)

2. Veri, Yöntem Ve Bulgular

2.1.Varyans Analizi (Analysis Of Variance) (ANOVA)

Lineer modeller, davranış bilimlerinde tıbbi araştırmalarda, pazarlama araştırmaları ve diğer bazı alanlarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır (Darlington & Hayes, 2017, s. 9). Genel olarak matematiksel formu denklem 2.1’de gösterilen bir lineer model bağımsız değişkenler olarak adlandırılan p adet değişken için X tahmin ediciler dizisinden bağımlı değişken olarak adlandırılan Y değişkenin aldığı değerleri tahmin etmede kullanılır. (Darlington & Hayes, 2017, s. 8). Lineer modellerde dikkat edilmesi gereken en önemli özellik bağımlı değişken Y ’nin ölçüm sonucu elde edilmiş olmasıdır. Bazı durumlarda yaş ve gelir gibi aralıklı ölçek sonucu elde edilen ölçümlerde kullanılabilir (Darlington & Hayes, 2017, s. 10).

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_p X_{pj} + \varepsilon_j \quad (2.1)$$

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1p} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{np} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

$$\mathbf{Y}_{n \times 1} = \mathbf{X}_{n \times (p+1)} \boldsymbol{\beta}_{(p+1) \times 1} + \boldsymbol{\varepsilon}_{n \times 1}$$

Denklem 2.1 ile gösterilen matematiksel ifade matrislerle denklem 2.2’de gösterilmiştir. Lineer modellerde \mathbf{Y} ; bağımlı değişken sütun vektörünü, \mathbf{X} ; bağımsız değişken matrisini, $\boldsymbol{\beta}$; regresyon katsayıları sütun vektörünü, $\boldsymbol{\varepsilon}$ ise hata terimi sütun vektörünü göstermektedir (Sumiati, Handoyo, & Purwani, 2020, s. 12-25).

Lineer modeller bağımsız değişkenlerin kategorik olması durumunda “**varyans analizi**” adını alırlar. Varyans analizi lineer modellerin özel bir hali olarak düşünülebilir. Bu yöntem 1925 yılında İngiliz istatistikçi Fisher tarafından bulunmuştur (Fox, 2016, s. 153). Varyans analizinde bağımsız değişkenlere “**faktör**”, bağımsız değişkenin aldığı değerlere de “**faktör düzeyleri**” denir. (Benian, 1998). Örnek olarak, cinsiyet faktörken cinsiyetin aldığı değerler olan kadın ve erkek değerler ise faktör düzeyleridir. Varyans analizlerinde tek bir faktör (ya da sınıf) olması durumunda tek-yönlü varyans analizi (*one-way ANOVA*) adını almaktadır. Bu çalışmada da tek yönlü varyans analizi uygulaması üzerinde durulmuştur.

2.2.Cholesky Ayrışması (Cholesky Decomposition)

Cholesky ayrışması, André-Louis Cholesky tarafından bulunan reel matrisler için kullanılan bir yöntemdir. Lineer cebirde, Cholesky ayrışması; reel, simetrik ($\mathbf{A}^T = \mathbf{A}$), ve pozitif tanımlı ($\mathbf{x}^T \mathbf{A} \mathbf{x} > \mathbf{0}$) bir A matrisinin, alt üçgen matris (\mathbf{L}) ve bu alt üçgen matrisin transpoznesinin (\mathbf{L}^T) çarpımı ile oluşmasını sağlayan ($\mathbf{A} = \mathbf{L} \mathbf{L}^T$) bir ayrıştırma yöntemidir (Horn & Johnson, 2013, s. 442). Cholesky ayrışması **üçgensel faktörizasyon** olarak da adlandırılmaktadır. Buna eş değer olarak karekök faktörizasyon da denilmektedir (Finn, 1974, s. 37).

S'nin 2 değişkenli bir veri setine ait varyans – kovaryans matrisi olduğunu varsayalım;

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} s_1^2 & s_{12} \\ s_{21} & s_2^2 \end{bmatrix}$$

Cholesky ayrışması sonucu bulunan alt üçgensel matris \mathbf{L} ;

$$\mathbf{L} = \begin{bmatrix} s_1 & 0 \\ s_{21}/s_1 & \sqrt{s_2^2 - (s_{12}^2/s_1^2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{11} & 0 \\ L_{21} & L_{22} \end{bmatrix}$$

\mathbf{L} matrisinin L_{11} elemanı 1. Değişkene ait standart sapmayı verirken, L_{22} elemanı bize 1. değişken sabitken 2. değişkenin şartlı standart sapmasını verecektir. Buradan Cholesky ayrışmasına neden karekök faktörizasyon denildiği de daha iyi anlaşılmaktadır.

Cholesky faktörü, diyagonal elemanlar için önceki tüm değişkenler sabit tutulduğunda koşullu standart sapmaları gösterir. Diyagonal olmayan elemanlar, önceki değişkenler verildiğinde koşullu kovaryanslardır. Bu nedenle, koşullu değişimlerin etkisini incelemek istediğimizde Cholesky ayrışması kullanılan yöntemler arasında önemli bir yere sahiptir. (Finn, 1974, s. 40).

Cholesky ayrışması kullanılarak lineer modeldeki β katsayılarına ait farklı bir formülizasyon da elde edilebilir. Bilindiği gibi β 'nin ek küçük kareler tahmincisi

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{Y} \quad (2.3)$$

olarak bulunur (Greene, 2003, s. 21).

$\mathbf{X}'\mathbf{X}$ matrisine yapılacak olan Cholesky ayrışması sonucunda;

$$\begin{aligned} \mathbf{X}'\mathbf{X} &= \mathbf{L}\mathbf{L}' \\ (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} &= (\mathbf{L}')^{-1} \mathbf{L}^{-1} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Denklem 2.3 ve 2.4 birleştirilirse;

$$\hat{\beta} = \mathbf{L}^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{Y} \quad (2.5)$$

Denklem 2.5 elde edilir (Finn, 1974, s. 141). Böylelikle $\hat{\beta}$ katsayılarının bulunmasına yönelik alternatif bir yol elde edilmiş olur.

Veri ve Bulgular;

Çalışmada örnek veri seti olarak bir fabrikada aynı işi yapmakta olan 3 işçinin rassal olarak belirlenen 5 gün içinde ürettikleri parça sayıları ortalamaları arasında $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde bir fark olup olmadığı araştırılmak istenmiştir. (Aytaç, 2012, s. 415). Uygulamada kullanılacak veri setine varyans analizi uygulanabilmesi için varsayımların sağlandığı kabul edilecektir.

Tablo 1. Veri Seti

Günler	İşçiler		
	1.İşçi	2.İşçi	3.İşçi
1	79	74	72
2	74	69	71
3	92	87	81
4	67	81	61
5	85	64	63
Gözlem	5	5	5
Ortalama	79,40	75,00	69,60
Varyans	93,30	84,50	63,80
Std.Sapma	9,66	9,19	7,99

Klasik olarak hipotezleri yazdığımızda;

μ_1, μ_2, μ_3 işçilere ait ortalamaları göstermek üzere;

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j, \quad i \neq j = 1, 2, 3$$

Hipotezler bu şekilde kurulabilir.

Tablo 2. Klasik varyans analizi tablosu (ANOVA)

ANOVA						
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F-Hesap	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	240,93	2,00	120,47	1,50	0,26	3,89
Gruplar İçinde	966,40	12,00	80,53			
Toplam	1207,33	14,00				

Excel’de veri çözümlene eklentisi veya herhangi başka bir programda yapılan varyans analizlerinden **Tablo 2**’ye benzer çıktılar elde edilmektedir. Amaç bu tablodaki **gruplar arası ve grup içi** değişimleri gösteren değerleri regresyon yöntemiyle ve **Cholesky ayrışması** kullanılarak göstermek olacaktır. Tabloya bakıldığında hesaplanan F değeri, (2,12) serbestlik dereceli F tablo değerinden küçük olduğu için 3 ortalama değeri için 0,05 anlamlılık düzeyinde aralarında istatistiksel olarak bir fark olmadığı da ($p=0.26>0.05$) söylenebilir.

Tasarım matrisi ve Kareler Toplamının Bulunması

Lineer regresyon yöntemine geçmeden önce bağımlı ve bağımsız değişkenleri oluşturmamız gerekmektedir. Bağımlı değişken (Y) veri setinde de görüldüğü gibi üretilen parça sayısı olacaktır. Bağımsız değişkenler öncelikle **bağımlı değişkenin ortalamasını temsil etmek üzere 1 sayısından oluşan X_0 bağımsız değişkeni** ile grup üyeliklerini gösterecek olan X_1 ve X_2 bağımsız değişkenleri olacaktır.

$$x_1 = \begin{cases} 1, & \text{1.gruba aitse} \\ 0, & \text{diğer grublarda ise} \end{cases} \quad x_2 = \begin{cases} 1, & \text{2.gruba aitse} \\ 0, & \text{diğer grublarda ise} \end{cases}$$

X_1 ve X_2 değişkenlerinin (vektörlerinin) aldığı değerler yukarıda açıklandığı gibi kodlanıp **Tablo 3.**’te gösterilmiştir.

Tablo 3. Tasarım Matrisi ile verilerin gösterilmesi

X Veri(Tasarım) Matrisi			Bağımlı Değişken
x ₀	x ₁	x ₂	Y
1	1	0	79
1	1	0	74
1	1	0	92
1	1	0	67
1	1	0	85
1	0	1	74
1	0	1	69
1	0	1	87
1	0	1	81
1	0	1	64
1	0	0	72
1	0	0	71
1	0	0	81
1	0	0	61
1	0	0	63
Genel Ortalama=			74,66

Lineer regresyon yöntemine ait katsayılar $\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'Y$ formülü ile

Tablo 4. Katsayılar ve anlamları

	$\hat{\beta}$ Katsayılar Vektörü	Anlamı		
		Açıklaması	Sembolik Gösterimi	Değeri
X ₀	69,60	3.grup Ortalaması	\bar{X}_3	= 69,60
X ₁	9,80	1.grup - 3.grup Ortalaması	$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	79,4 - 69,6 = 9,80
X ₂	5,40	2.grup - 3.grup Ortalaması	$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	75,0 - 69,6 = 5,40

bulunur. \mathbf{X} katsayılar vektörü kullanılarak bağımlı değişkenin tahmin değerleri $\mathbf{Y}_{n \times 1} = \mathbf{X}_{n \times (p+1)} \hat{\boldsymbol{\beta}}_{(p+1) \times 1}$ ve bu tahminlere bağlı olarak hata ($\varepsilon = Y - \hat{Y}$) değerleri bulunur. Bulunan değerler Tablo 5' de gösterilmiştir.

Tablo 5. Katsayılar, tahmin değerleri ve hatanın bulunması

	Y Tahmin (\hat{Y})	Hata ($\varepsilon = Y - \hat{Y}$)		Y Tahmin -Yort ($\hat{Y} - \bar{Y}$)	Hata-Hata ort ($\varepsilon - \bar{\varepsilon}$)
	79,40	-0,40		4,73	-0,40
	79,40	-5,40		4,73	-5,40
	79,40	12,60		4,73	12,60
	79,40	-12,40		4,73	-12,40
	79,40	5,60		4,73	5,60
	75,00	-1,00		0,33	-1,00
	75,00	-6,00		0,33	-6,00
	75,00	12,00		0,33	12,00
	75,00	6,00		0,33	6,00
	75,00	-11,00		0,33	-11,00
	69,60	2,40		-5,07	2,40
	69,60	1,40		-5,07	1,40
	69,60	11,40		-5,07	11,40
	69,60	-8,60		-5,07	-8,60
	69,60	-6,60		-5,07	-6,60
Ortalama =	74,66	0	Kareler Toplamı=	240,93	966,4

Tablo 6. Regresyon Yöntemiyle elde edilen ANOVA Tablosu

Değişkenlik Kaynağı	Kareler Ayrışımı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	F tablo	P-Value
Gruplar Arası (Regresyon)	240,93	2,00	120,47	1,50	3,89	0,26
Grup İçi (Hata)	966,40	12,00	80,53			
Toplam	1207,33	14,00	86,24			

Tablo 5 ve Tablo 6'deki değerlere bakıldığında ANOVA tablosunda bulunan **gruplar arası değişimin** lineer regresyon yöntemiyle elde edilen tahmin değerlerinin ortalamadan sapmalarının karesi olduğu görülmektedir. ANOVA tablosundaki **grup içi değişimin lineer regresyon yöntemiyle elde edilen hatanın ortalamadan sapmalarının karesi olduğu** görülmektedir. Toplam değişiminde bağımlı değişkenin gerçek değerlerinin genel ortalamadan sapmalarının karesi olduğu da görülmektedir.

Cholesky Ayrışması

Tasarım matrisi oluşturulduktan sonra elde edilen $X'X$ matrisine Cholesky ayrışması uygulanır. Tablo 3'de elde edilen X tasarım matrisine ait $X'X$ matrisi ve Cholesky ayrışması sonucu oluşan matrisler aşağıdaki yer almaktadır.

$X'X$ matrisi

15	5	5
5	5	0
5	0	5

$X'X$ matrisine Cholesky ayrışması adım adım uygulanırsa

1.aşama

Matrisi üst üçgensel hale getiren elementer işlemler için gerekli olan ilk matris birim matris üzerinden hareketle elde edilen E_1 matrisi; yapılan elementer işlemin ters işaretlisi olarak alınarak aşağıda verilmiştir.

E_1 matrisi

1	0	0
-5/15	1	0
-5/15	0	1

E_1 matrisi ile $X'X$ matrisinin çarpımı aşağıdaki gibi olacaktır.

$E_1.(X'X)$ matrisi

15	5	5
0	10/3	-5/3
0	-5/3	10/3

İkinci matris (E_2) birim matris üzerinden hareketle elde edilen E_1 matrisi üzerinde elementer işlemin ters işaretlisi olarak aşağıda verilmiştir

E_2 matrisi

1	0	0
0	1	0
0	$(-5/3)/(10/3) = -0.5$	1

E_2 matrisi ile $E_1. X'X$ matrisinin çarpımı aşağıdaki gibi olacaktır.

$V=E_2E_1.(X'X)$ matrisi

15	5	5
0	10/3	-5/3
0	0	5/2

Buradan da görüldüğü gibi $(X'X)$ matrisi Üst üçgensel hale getirilmiştir. Bu sonuca tek bir aşamada ulaşılması istenirse $E_2.E_1=E$ matrisi aşağıdaki gibi olacaktır.

E ₂			E ₁				E ₂ .E ₁ =E matrisi		
1	0	0	1	0	0	=	1	0	0
0	1	0	-5/15	1	0		-5/15	1	0
0	-0.5	1	-5/15	0	1		-1/2	1/2	1

E matrisi ile X'X matrisi çarpılırsa üç üçgensel matris tek aşamada elde edilir

E= E ₂ .E ₁			X'X				V=E.(X'X)		
1	0	0	15	5	5	=	15	5	5
-5/15	1	0	5	5	0		0	10/3	-5/3
-1/2	1/2	1	5	0	5		0	0	5/2

V matrisini elde ederken oluşturulan E matrisinin transpozesi ile V matrisi sağdan çarpılarak **D=Diag(V)** elde edilir

V			E'				D=V.E'=Diag(V)		
15	5	5	1	-5/15	-1/2	=	15	0	0
0	10/3	-5/3	0	1	1/2		0	10/3	0
0	0	5/2	0	0	1		0	0	0

Yukarıda yapılan işlemler matrislerle ifade edilirse;

$$\begin{aligned} \mathbf{E}(\mathbf{X}'\mathbf{X}) &= \mathbf{V} \\ \mathbf{V}\mathbf{E}' &= \mathbf{D} = \mathbf{Diag}(\mathbf{V}) \\ \mathbf{E}(\mathbf{X}'\mathbf{X})\mathbf{E}' &= \mathbf{D} \end{aligned}$$

Olacaktır. Buradan X'X matrisi yalnız bırakılırsa;

$$\mathbf{X}'\mathbf{X} = \mathbf{E}^{-1}\mathbf{D}\mathbf{E}'^{-1}$$

Elde edilir. Bu eşitliği basitleştirmek adına ;

$$\begin{aligned} \mathbf{A} &= \mathbf{E}^{-1} \\ \mathbf{B} &= \mathbf{E}'^{-1} \end{aligned}$$

İfadeleri kullanılırsa denklem 3.6 elde edilir.

$$\mathbf{X}'\mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{D} \cdot \mathbf{B} \quad (2.6)$$

Buradan yola çıkarak;

$$\begin{aligned} \mathbf{X}'\mathbf{X} &= \mathbf{A} \cdot \mathbf{D}^{1/2} \cdot \mathbf{D}^{1/2} \cdot \mathbf{B} \\ \mathbf{A} \cdot \mathbf{D}^{1/2} &= \mathbf{L} \\ \mathbf{D}^{1/2} \cdot \mathbf{B} &= \mathbf{L}' \end{aligned} \quad (2.7)$$

Dönüşümleri yapılarak \mathbf{L} ve \mathbf{L}' matrisleri elde edilebilir.

$$\mathbf{X}'\mathbf{X} = \mathbf{L}\mathbf{L}'$$

$\mathbf{L} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{D}^{1/2}$		
3,87	0	0
1,29	1,83	0
1,29	-0,91	1,58

$\mathbf{L}' = \mathbf{D}^{1/2} \cdot \mathbf{B}$		
3,87	1,29	1,29
0	1,83	-0,91
0	0	1,58

Yukarıda yapılan Cholesky ayrışması için kullanılan işlemleri kısaca açıklamak gerekirse; $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ matrisi önce \mathbf{V} ve sonrasında \mathbf{D} matrisine dönüştüren elementer işlemler yapılır. Bu işlemler matrislerle gösterilirse; Burada \mathbf{A} ve \mathbf{B} matrisleri yapılan elementer işlemlerin matrislerle gösterimidir. \mathbf{A} matrisi $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ matrisinden \mathbf{V} matrisini elde etmek için yapılan elementer işlemleri göstermektedir. \mathbf{B} matrisi ise \mathbf{V} matrisini \mathbf{D} matrisine dönüştürmek için yapılan elementer işlemleri gösteren matrisleridir. $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ matrisi simetrik bir matris olduğundan \mathbf{A} ve \mathbf{B} matrisleri bir birlerinin transpozesi olurlar.

\mathbf{L} ve \mathbf{L}' matrisleri çeşitli program ve eklentiler kullanılarak bulunabilir. Bu çalışmada $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ matrisi önce üst üçgensel matrise indirgenmiş sonrasında üst üçgensel matrise çevirmek için yapılan işlemler sütunlara da uygulanmış ve sonucunda \mathbf{L} ve \mathbf{L}' matrisleri bulunmuştur.

Yukarıda nasıl bulunduğu izah edilen \mathbf{L} matrisini kullanarak \mathbf{X} katsayılarının elde edilmesi denklem 2.5'deki formülün uygulanmasıyla $\hat{\boldsymbol{\beta}} = \mathbf{L}^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{Y}$ yeni regresyon katsayıları elde edilir. Bu katsayılar \mathbf{U} matrisi ile de gösterilmektedir. Bu yöntemle elde edilen katsayıların özelliği ilgili oldukları bağımsız değişkenlerin uzunluklarının (boylarının) 1 olması ve aynı zamanda birbirlerine dik olmalarıdır. Kısaca bağımsız değişkenler ortonormal bir baz oluşturmaktadır. Cholesky ayrışması ile elde edilen regresyon katsayıları ortonormal olan vektörlere (bağımsız değişkenlere) ait olan katsayılardır.

$$\hat{\mathbf{Y}}'\hat{\mathbf{Y}} = \beta_0^2 \|\mathbf{X}_0\|^2 + \beta_1^2 \|\mathbf{X}_1\|^2 + \beta_2^2 \|\mathbf{X}_2\|^2 \quad (2.8)$$

Denklem 2.8’de görüldüğü gibi lineer regresyon yöntemi sonucu oluşan bağımlı değişkenin tahmin değerleri(\hat{Y}) ile transpozisinin çarpımı yani tahmin vektörünün uzunluğu, 3 vektörün (bağımsız değişkenin) uzunlukları ile onlara karşılık gelen katsayıların karelerinin çarpılıp toplamlarıyla elde edilmesine dayanmaktadır. Bu sistemdeki **bağımsız değişkenlerin (vektörlerin) uzunlukları 1’dir. Yani birim vektörlerdir. Aynı zamanda bu vektörler birbirleri üzerine izdüşüm alınarak birbirlerine dik hale getirilmektedir. Böylelikle bağımlı değişkenin tahmin edilmesinde her bir bağımsız değişkenin bireysel katkısı daha net görülmektedir. Cholesky yönteminin kullanılması bu avantajı sağlamaktadır.**

Tablo 7. Kare ayrışımının yeniden oluşturulması

	$U = \hat{\beta} = L^{-1}X'Y$	$Y'Y =$	84834,00	$u_2^2 + u_3^2 =$	240,93	=Gruplar Arası
$u_1 =$	289,182	$U'U = \hat{Y}'\hat{Y} =$	83867,6	$Y'Y - U'U =$	966,40	=Grup İçi (Hata)
$u_2 =$	12,962	$u_1^2 =$	83626,7	$Y'Y - u_1^2 =$	1207,33	=Toplam
$u_3 =$	8,538	$u_2^2 =$	168,033			
		$u_3^2 =$	72,9			

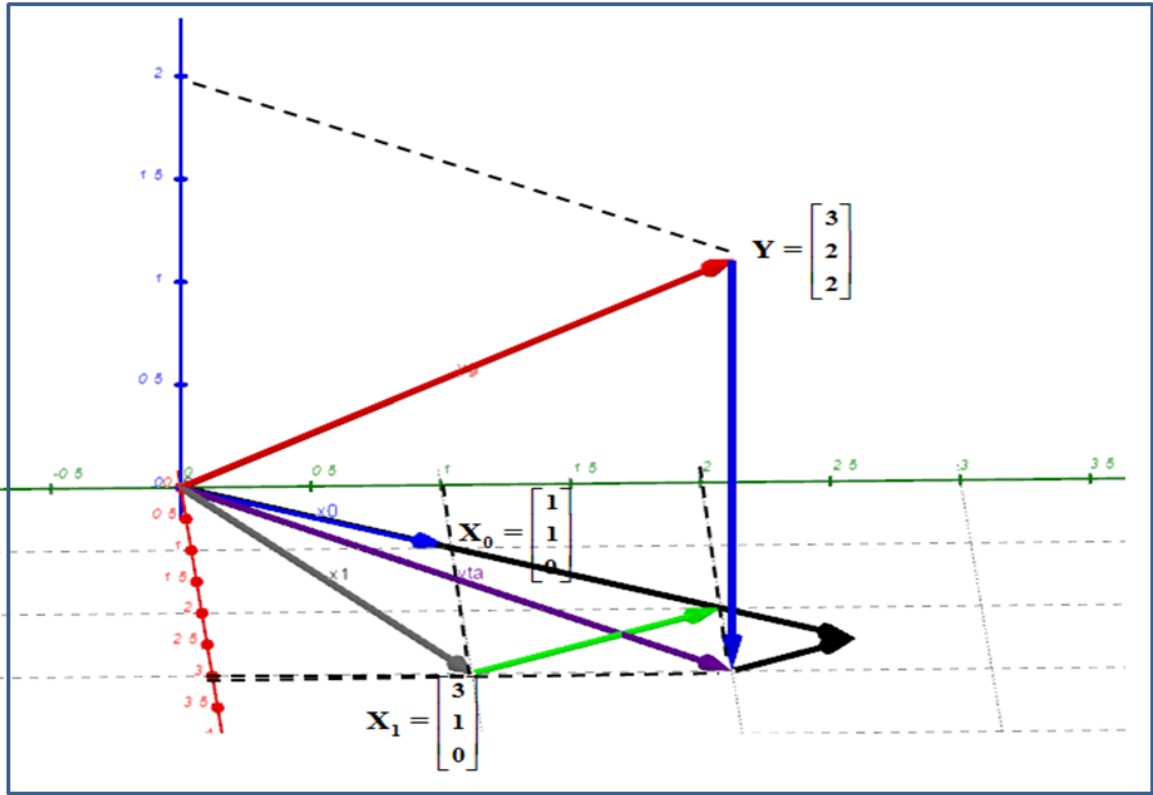
Yukarıda Tablo 7’den de görüldüğü gibi kareler ayrışımı *Gruplar Arası (regresyon)* ve *Grup içi (Hata)* kare ayrışımını **Cholesky ayrışması kullanılarak daha önce bulunan değerlerle aynı bulunmuştur.** Cholesky ayrışmasının kullanılmasının avantajı bağımsız değişkenlerden oluşan tahmin uzayındaki vektörlerin (X_0, X_1, X_2) birbirine dik olmaları ve aynı zamanda uzunluklarının bir olmasıdır. Bir başka deyişle bu vektörlerden ortonormal bir baz oluşmasını sağlamaktır. Tablodan da görüldüğü gibi u_1^2, u_2^2, u_3^2 değerleri denklem 2.8’deki $\beta_0^2, \beta_1^2, \beta_2^2$ regresyon katsayılarının karesine denk gelmektedir. u_1^2, u_2^2, u_3^2 bu değerlerin toplamı ise $U'U = \hat{Y}'\hat{Y}$ değerini başka bir deyişle tahmin vektörünün uzunluğunun karesini vermektedir. u_2^2, u_3^2 değerlerinin toplamı **gruplar arası** kare toplamını verirken, $Y'Y - U'U$ farkı ise **grup içi** kareler toplamını vermektedir.

Yukarıda anlatıları daha iyi anlamak ve daha rahat görselleştirmek adına tek bağımsız değişkenli bir örnek ele alınırsa aşağıdaki grafik çizilebilir.

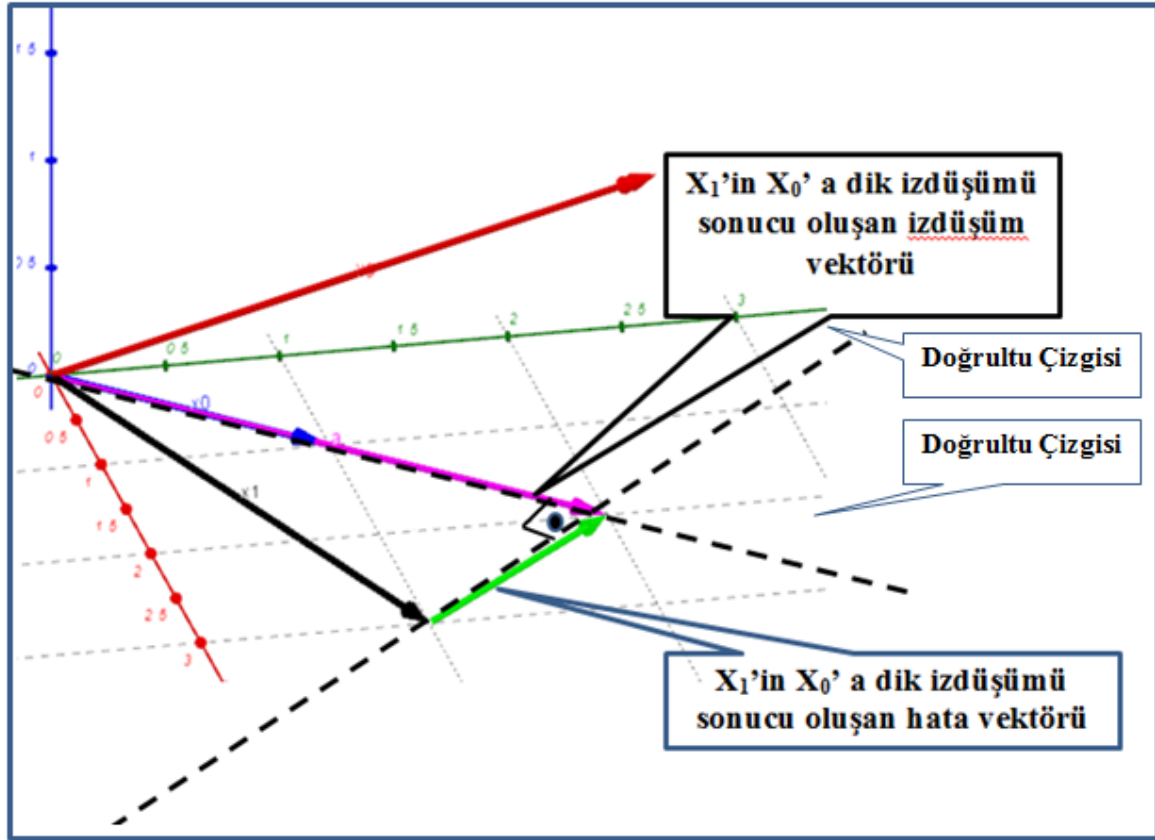
Tablo 8: Örnek veri seti

X_0	X_1	Y
1	3	3
1	1	2
0	0	2

Şekil 1. Ele alınan vektörlerin üç boyutlu uzayda gösterilmesi



Şekil 2. Ele alınan vektörlerin iz düşümlerinin üç boyutlu uzayda gösterilmesi



Şekil 2’de bağımsız değişkenlere ait iz düşümler gösterilmiştir. Burada X_1 vektörü X_0 üzerine iz düşümü alınarak, iz düşüm vektörü ve iz düşüm sonucu oluşan hata vektörü gösterilmiştir. Cholesky ayrışması sonucu bulunan L matrisi, iz düşümleri oluşturan vektörlerin uzunluklarını vermektedir. Ele alınan örnek için ilgili vektörler aşağıda tabloda verilmiştir. Bu tablodaki vektörler üzerinden $X'X$ ve bunun Cholesky ayrıştırması aşağıdaki gibidir.

$X'X$	
2	4
4	2

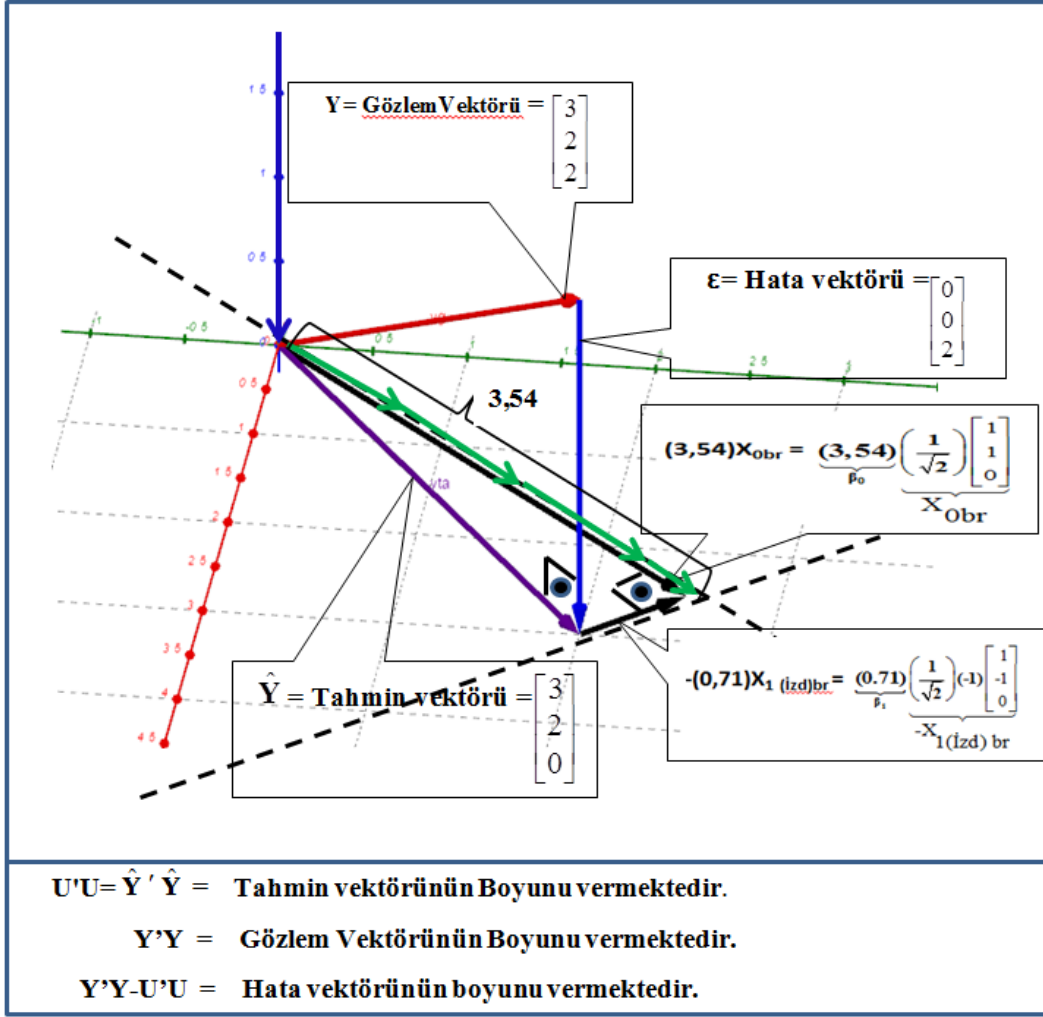
=

L	
1.41	0
2.82	1.41

L'	
1.41	2.82
0	1.41

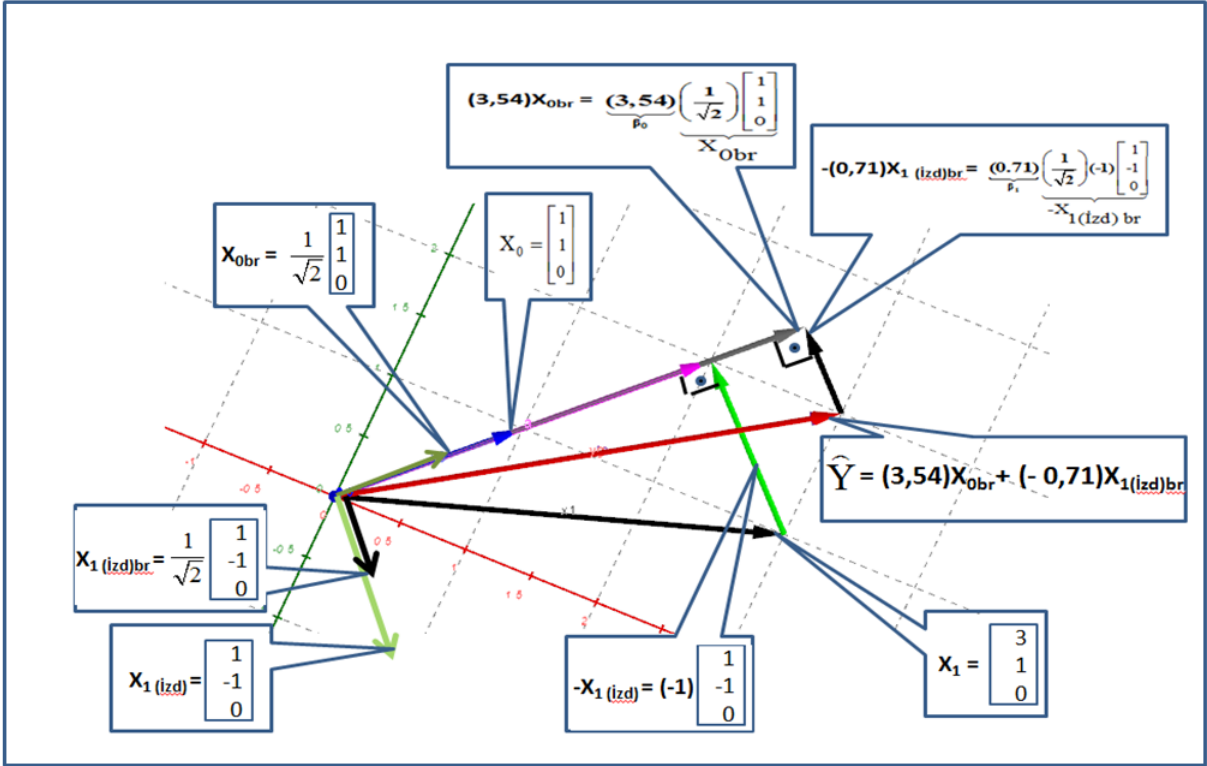
Şekilde verilen örneğe ait $X'X$ matrisine Cholesky ayrışması uygulandıktan sonra bulunan L matrisinin L_{11} elemanı X_0 vektörünün uzunluğunu, L_{21} elemanı iz düşüm vektör uzunluğunu, L_{22} elemanı ise iz düşüm sonucu oluşan hata vektör uzunluğuna karşılık gelmektedir.

Şekil 3. Tahmin vektörünün dik bileşenler cinsinden gösterilmesi



Şekil 4. 3 boyutlu uzaya kuş bakışı

TAHMİN UZAYINA KUŞ BAKIŞI



Şekil 4’de görüldüğü gibi üç boyutlu uzaya kuş bakışı bakılarak, vektörlerin dik iz düşümleri, birbirlerine göre dik olmaları ve bu dik vektörlerin tahmin vektörünü nasıl oluşturdukları görülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Davranış bilimleri, tıbbi araştırmalar, pazarlama araştırmaları ve diğer bazı alanlarda yaygın bir şekilde kullanılan lineer modellerin alt başlığı olarak karşımıza çıkan varyans analizi, çokça kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Çeşitli alanlarda birçok uygulaması yapılmıştır. Bu çalışmada varyans analizi lineer regresyon yöntemiyle nasıl yapılacağı ve buradan hareketle Cholesky ayrışmasının da nasıl kullanılacağı üzerinde durulmuştur. Varyans analizlerinde kullanılan *gruplar arası* ve *grup içi* kareler toplamının lineer regresyon yöntemiyle ve Cholesky ayrışması kullanılarak nasıl hesaplanacağı gösterilmiştir. Lineer regresyon yönteminde gruplar arası kare toplamının regresyon kare toplamı olduğu, grup içi kareler toplamının ise hata kare toplamı olduğu gösterilmiştir. Cholesky ayrışmasıyla bağımsız değişkenlerden oluşan tahmin uzayının ortonormal bir baz oluşmasını sağlanmış ve böylelikle bağımsız değişkenlerin(açıklayıcı değişkenlerin) birbirlerinden bağımsız hale gelmesi sağlanarak, bağımlı değişkenin tahmin edilmesinde her bir bağımsız değişkenin tekil katkısı daha net görülebilmifitir. Yine Cholesky ayrışmasıyla gruplar arası ve grup içi kareler toplamı bulunmuştur. Yapılan bu çalışma ile varyans analizine farklı bir bakış açısı getirilmiştir. Kullanılan bu yöntemler varyans analizini farklı versiyonlarında (iki-yönlü varyans analizi, faktöriyel varyans analizi) özellikle etkileşimin olduğu varyans analizlerinde ve çok değişkenli varyans analizlerinde (MANOVA) kullanılarak lineer regresyon ve Cholesky yöntemlerinin faydaları daha net bir şekilde görülebilir.

Kaynakça

- Aytaç, M. (2012). *Matematiksel İstatistik* (4.Baskı b.). Bursa: Ezgi Kitabevi Yayınları.
- Benian, T. (1998). *Varyans Analizinin Önşartları ve Transformasyonlar*. Doktora Tezi: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü .
- Darlington, R., & Hayes, A. (2017). *Regression Analysis and Linear Models Concepts, Applications, and Implementation*. New York: The Guilford Press.
- Finn, J. (1974). *A General Model for Multivariate Analysis*. International Series in Decision Processes.
- Fox, J. (2016). *Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models* (3. Edition b.). California: SAGE Publications.
- Greene, W. H. (2003). *Econometric Analysis* (5.Edition b.). New Jersey: Prentice Hall.
- Horn, R., & Johnson, C. (2013). *Matrix Analysis*. New York: Cambridge University Press.
- Sumiati, I., Handoyo, F., & Purwani, S. (2020). Multiple Linear Regression Using Cholesky Decomposition. *World Scientific News* 140, 12-25.
<http://www.worldscientificnews.com/article-in-press/2020-2/140-2020/> adresinden alındı
- Younis, G. (2015). Practical Method to Solve Large Least Squares Problems Using Cholesky. *Geodesy and Cartography*, 3(41), 113-118. doi:10.3846/20296991.2015.1086118

MLP/RBF Ağ Mimarileriyle Hibrit MGARCH-ANN Model Performans Karşılaştırması: Petrol Fiyat Oynaklığı

Nurcan METİN*

Kübra KARADAĞ**

M. Kenan TERZİOĞLU***

Geliş Tarihi (Received): 01.04.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 05.05.2020

Öz

Ticari mallar olarak ifade edilen emtia, sanayi metalleri, değerli metaller, tarımsal ürünler ve enerji ürünleri gibi birçok alt gruba ayrılmaktadır. Yüksek işlem hacimli enstrümanlar arasında olan ve birincil enerji tüketiminde ilk sırada yer alan petrolün fiyatındaki oynaklığının artmasıyla ortaya çıkan belirsizlik, tüketicilerin ve üreticilerin harcama, tasarruf ve yatırım kararlarını değiştirmesine ve potansiyel olarak kaynakların yeniden tahsis edilmesine neden olmaktadır. Yüksek frekanslı serilerde zamana göre değişen ve kümelenme eğilimi gösteren oynaklığın modellenmesinde çoğunlukla Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) tipi modellerden faydalanılmaktadır. Bununla birlikte, doğrusal yapının yanında eğrisel yapıyı da modelleyebilen Yapay Sinir Ağları (ANN), GARCH-tipi modellere iyi bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır. Çalışma kapsamında, literatürde henüz yaygın olarak kullanılmayan, sistem olarak tahmin edilen çok değişkenli GARCH tipi modellerden elde edilen oynaklık değerlerinin ANN’de çıktı katmanı olarak yer almasıyla elde edilen hibrit model (Tip-II) yapısı kullanılarak Eylül-1992 ve Temmuz-2019 dönemleri itibariyle petrol fiyatlarındaki oynaklık yapısı incelenmektedir. Hibrit modeller ile elde edilen tahminler karşılaştırıldığında, en iyi performans değerlerine çok değişkenli GARCH-tipi model sınıfına ait olan Dinamik Koşullu Korelasyon Modeli (DCC-MGARCH) ve Çok Katmanlı Algılayıcı Modeller (MLP) tarafından oluşturulan model yapısı ile ulaşıldığı belirlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağları, MGARCH model, hibrit model, ham petrol fiyat endeksi

* Prof. Dr., Trakya Üniversitesi, İ.İ.B.F. Ekonometri Bölümü Öğretim Üyesi, nurcanmetin@trakya.edu.tr,
ORCID ID: 0000-0002-8761-66033

** Arş. Gör., Trakya Üniversitesi, İ.İ.B.F. Ekonometri Bölümü Öğretim Elemanı, kubrakaradag@trakya.edu.tr,
ORCID ID: 0000-0003-4631-7102

*** Doç. Dr., Trakya Üniversitesi, İ.İ.B.F. Ekonometri Bölümü Öğretim Üyesi, Sorumlu Yazar,
kenanterzioglu@trakya.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6053-830X

Hybrid MGARCH-ANN Model Performance Comparison with MLP/RBF Network Architectures: Oil Price Volatility

Abstract

Commodities are divided into many sub-groups such as industrial metals, precious metals, agricultural products and energy products. The uncertainty caused by the increase in the price volatility of oil which is in the first place in primary energy consumption and among the instruments with high transaction volume, causes consumers and producers to change their expenditure, savings and investment decisions and potentially reallocate resources. Generalized Autoregressive Conditional Variable Variance (GARCH) type models are mostly used in modeling of volatility that varies with time and tends to cluster in high frequency series. Artificial Neural Networks (ANN), which can model the curvilinear structure as well as the linear structure, is a good option for GARCH-type models. Within the scope of the paper, it is aimed to examine the oil prices volatility structure between September-1992 and July-2019 periods using hybrid model (Type-II) structures, not widely implemented in the literature yet, obtained by using the volatilities obtained from the multivariate GARCH type (MGARCH) models, estimated as a system, in the output layer in ANN. When the estimates obtained with the hybrid models are compared, the best performance value is detected with the multivariate GARCH-type model structure generated by the Dynamic Conditional Correlation Model (DCC-MGARCH) and the Multilayer Perceptron Models (MLP)

Keywords: *Artificial neural networks, MGARCH model, hybrid model, crude oil price index*

Giriş

Finans piyasalarında öngörülemez ani iniş çıkışlar olarak tanımlanan oynaklığın tahmininin yapılması yatırım kararı verme, politika oluşturma ve risk yönetimi gibi konularda karar vericiler için önemli rol oynamaktadır. Emtia piyasasında yüksek işlem hacmine sahip ve en birincil enerji tüketim kaynağı olan petrol fiyatındaki oynaklığın modellenmesi ve tahmin edilmesi, yatırım ve politika kararlarını diğer makroekonomik değişkenlerle etkileşime girerek etkilediğinden önem arz etmektedir. Altın ve petrol fiyatlarının dolar kuru cinsinden işlem görmesi sonucunda döviz kurunda oluşan değişimler emtiaların fiyat değişimi üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle, piyasalara etkisi döviz kuru üzerinden gerçekleşen uluslararası ham petrol fiyat düzeyi ile en fazla işlem gören değerli madenler sınıfında yer alan altın fiyat düzeyi arasında ilişki bulunmaktadır. Krugman (1980) ve Caprio ve Clark (1981), ham petrol fiyatları ve döviz kuru arasındaki ilişkiyi ele alarak ham petrol ile döviz kuru arasında, petrol ihraç eden ülkelerde simetrik, petrol ithal eden ülkelerde ise asimetrik bir ilişki olduğunu vurgulamaktadır. Amano ve Van Norden (1998), reel döviz kuru hareketlerini inceleyerek petrol fiyatlarındaki değişimle ilişkisini ortaya koymaktadır. Chaudhuri ve Daniel (1998), petrol fiyatlarının durağan olmayan hareketlerin döviz kurundaki hareketlilikten kaynaklandığını göstermektedir. Poyraz ve Didin (2008), altın fiyatlarının döviz kuru, döviz rezervi ve petrol fiyatlarından etkilendiğini belirtmektedir. Joy (2011), altın fiyatlarındaki değişimin Amerikan doları fiyatlarındaki değişimle ters ilişki içerisinde olduğunu ortaya koymaktadır.

Kuper (2002), petrol fiyat serisindeki oynaklığı GARCH modeli ile açıklamaktadır. Maghyreh (2006), ham petrol fiyat şokları ile borsa getirileri arasındaki dinamik ilişkiyi vektör otoregresif (VAR) model yaklaşımını kullanarak incelemekte ve anlamlı bir ilişkinin olmadığını ifade etmektedir. Güloğlu ve Akman (2007), döviz kurundaki oynaklık tahminlerini ARCH, GARCH ve Markov dönüşümlü ARCH (SWARCH) modelleri kullanarak incelemektedir. Cheong (2009), petrol fiyatlarındaki değişimi ARCH modeli ile ele almaktadır. Wang ve Wu (2012), enerji piyasasındaki oynaklığı GARCH ve çok değişkenli GARCH sınıfı modellerini kullanarak incelemekte ve enerji fiyat oynaklıklarında uzun hafızanın varlığını ortaya koymaktadır. Yapay sinir ağları, emtia fiyatlarının analizinde en önemli makine öğrenme modelleri arasında yer almaktadır. (Parisi vd., 2008). Sánchez Lasheras vd. (2015), emtia spot fiyat verilerini kullanarak ARIMA ve ANN modelinin öngörülen performanslarını değerlendirerek yapay sinir ağlarının üstünlüğünü vurgulamaktadır. Ramyar ve Kianfar (2017), ham petrol fiyatlarını tahmin etmek için MLP sinir ağı modeli geliştirerek MLP sinir ağının VAR modeline göre üstünlüğünü göstermektedir. Ignácio vd. (2017), petrol fiyatlarını tahmin

etmek için Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritması yardımıyla MLP sinir ağı oluşturularak petrol fiyatlarının öngörüsünde ANN'nin doğruluğunu ortaya koymaktadır. Petrol fiyatlarındaki oynaklığın modellenmesinde ve tahmin edilmesinde GARCH-tipi modeller ve ANN birlikte ele alınarak hibrit model yapısı oluşturulabilmektedir. Kristjanpoller ve Minutolo (2016), ANN modeli ile GARCH model yapısını birleştirerek, petrol fiyatlarındaki dalgalanmanın önceki kurulan modellere göre %30 daha doğru tahminlenmesinin sağlandığını göstermektedir. Çam vd. (2017), petrol fiyatlarındaki oynaklığı GARCH ve ANN modelleri kapsamında ele alarak, oynaklık değerleri üzerinde en çok hangi değişkenin etkili olduğunu önem analizini kullanarak belirlemektedir. Kristjanpoller ve Hernández (2017), emtia fiyatlarının oynaklığını tahmin etmek için hibrit ANN ve GARCH model yapısı kullanarak, hibrit model kullanılmasının tahmin doğruluğunu arttırdığını ifade etmektedir. Baffour vd. (2019), emtia fiyatları serisinin modellenmesinde sadece GJR modelinin kullanılması yerine hibrit ANN-GJR modelinden faydalanılmasının hatayı %90 oranında azalttığını vurgulamaktadır.

Makale kapsamında, mümkün olan tüm etkileşimleri bir arada ele alan ve tam bilgiyle çözümler elde eden çok değişkenli yapıyla ifade edilen denklem sisteminden yararlanılarak, petrol fiyat endeksi, altın fiyat endeksi ve döviz kuru paritesi arasındaki ilişki yapısına ait ortalama-model uygun vektör otoregresif yapıyla kurgulandıktan sonra petrol fiyat endeksi oynaklık tahmin performanslarının hibrit Tip-II (MGARCH-ANN) model yapılarıyla ortaya çıkartılarak literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

1. Ekonometrik Metodoloji

Hibrit modeller matematiksel, istatistiksel, ekonometrik veya yapay sinir ağları gibi çoklu öğrenme yöntemleri ile farklı modellerin birlikte kullanılmasını sağlayan problem çözme yöntemidir. Verilerin özellikleri hakkında tam bir bilgiye sahip olunmasının zorluğu nedeniyle hem doğrusal hem de doğrusal olmayan özellikteki problemlerin çözümüne ilişkin modelleme kabiliyetine sahip hibrit yaklaşım kullanılmaktadır (Khashei ve Bijari, 2011). Model sınırlamalarının üstesinden gelmek ve tahmin doğruluğunu artırmak için kullanılan hibrit model yapıları, problem çözümünde farklı bakış açılarının kullanılmasına imkân vermektedir. Kullanılan farklı modeller arasında çeşitliliğin olması hibrit modellerin daha başarılı sonuçlar elde etmesini sağlamaktadır (Kuncheva L. vd., 2003).

Nöronun temel unsur olduğu sinir sistemini taklit ederek öğrenme sürecine sahip yapay sinir ağları (ANN), gelecekte ortaya çıkması muhtemel durumlarda verilecek tepkilerin belirlenmesini sağlayan parametrik olmayan matematiksel modelleme yöntemidir. ANN yapısı, yapay nöron, girdiler (dış ortamdan ya da diğer hücrelerden gelen ağın öğrenmesi için

kullanılan veriler), ağırlıklar (sinaps-verilerin etkisini belirleyen değerler), toplama fonksiyonu (dendirit-hücreye gelen her bir girdiyi, işlem elemanına bağlayan ağırlık değeriyle çarparak net girdiyi hesaplayan fonksiyon), transfer fonksiyonu (aktivasyon fonksiyonu-toplama fonksiyonundan gelen girdiyi işleyerek istenilen değerler arasında sınırlandıran ve yapay sinir hücrelerinin çıktısını belirleyen fonksiyon) ve çıktılar (aksonlar-ara katmanlardan gelen bilgileri işleyerek dış dünyaya gönderen elemanlar) olmak üzere beş kısımdan oluşmaktadır. Girdiler, n elemanlı bir vektör olarak ($X = [X_1, X_2 \dots X_n]'$) tanımlanırken ağırlıklar ($W = [W_1, W_2 \dots W_n]$) satır vektörü ile gösterilmektedir. Toplama fonksiyonu ile net girdi ($\sum_{i=1}^n x_i w_i$) hesaplanmaktadır. Transfer fonksiyonu ile veri genellikle $[0,1]$ veya $[-1,1]$ değerleri arasında sınırlandırılmaktadır. Yapay sinir ağlarında en sık kullanılan transfer fonksiyonları arasında doğrusal fonksiyon, adım(step) fonksiyonu, sigmoid fonksiyonu ve hiperbolik tanjant fonksiyonu yer almaktadır. Tablo 1'de ANN'de sık kullanılan transfer fonksiyonları gösterilmektedir. Radyal bazlı fonksiyonlarda ise genellikle Gausyen fonksiyonu kullanılmaktadır. Çıktılar ($y_1, y_2 \dots y_n$) olmak üzere n elemanlı vektörden oluşup problemin çözümünü temsil etmektedir.

Tablo 1. ANN Sık Kullanılan Transfer Fonksiyonları

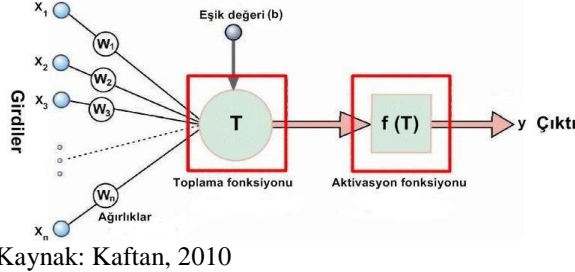
Transfer Fonksiyonu	Fonksiyonel Yapı
Doğrusal Fonksiyon ¹	$f(x) = x$
Adım Fonksiyon ²	$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{Net girdi} > \text{eşik değeri} \\ 0 & \text{Net girdi} < \text{eşik değeri} \end{cases}$
Sigmoid Fonksiyon ³	$f(x) = 1 / (1 + e^{-x})$
Hiperbolik Tanjant Fonksiyon ⁴	$\tanh(x) = (e^x - e^{-x}) / (e^x + e^{-x})$
Gausyen Fonksiyon ⁵	$f(x) = (1 / \sqrt{2\pi\sigma}) e^{-(x-\mu)^2 / 2\sigma^2}$

1. $(-\infty, \infty)$ aralığında değerler üretmekle birlikte türevi sabit olduğu için genellikle tercih edilmemektedir. 2. Girdinin belirli bir eşik değeri altında veya üstünde olmasına göre (0) ya da (1) değerlerini almaktadır. 3. (0,1) aralığında değerler üretmektedir. 4. (-1,1) aralığında değer üretmektedir. Sigmoid fonksiyonuna göre aralığı daha geniş, 0 merkezli ve türevi basit formda olduğundan daha avantajlı görülmektedir. 5. Gausyen fonksiyonunda çıkış değeri, girdinin seçilen ortalama değere yakınlığına bağlı olarak (1) veya (0) cinsinden değerler almaktadır.

Yapay sinir ağları, girdi-çıkı elemanları, katmanlara yerleştirilen ve birbirine bağlanan yapay nöronlar ve oluşturulan sinir sistemleri arasındaki bağlantıların ağırlıklarıyla öğrenme ve eğitim sürecine dâhil edilmektedir. Basit algılayıcı modelini sınıflandırma amacıyla kullanan Rosenblat (1958), tek gizli katman için ileri beslemeli yapay sinir ağlarını ve perceptron (algılayıcı) kavramlarını ortaya koymaktadır. Şekil 1'de yapay sinir hücresine ait temel gösterim verilmektedir. Basit algılayıcı modeller, karşılaşılan doğrusal olmayan problemlerin çözümünde yetersiz kaldığından Minsky (1969), Çok Katmanlı Algılayıcı Modellerin

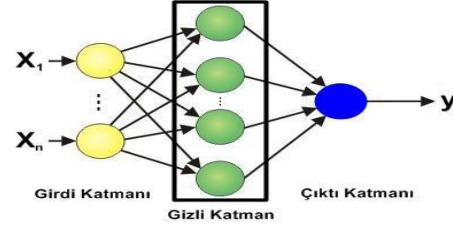
(Multilayer Perceptron-MLP) doğrusal ve doğrusal olmayan yapıdaki problemlerin çözümünde kullanılabileceğini belirtmektedir.

Şekil 1: Yapay Sinir Hücresi



Kaynak: Kaftan, 2010

Şekil 2: Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağı

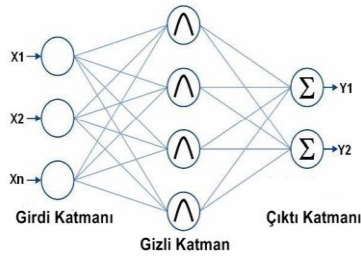


Kaynak: Yılmaz, 2012

ANN'lerde en çok tercih edilen modellerinden olan MLP, girdi katmanı, gizli katman(lar) ve çıkış katmanı olmak üzere en az 3 katmandan oluşmaktadır. Girdi katmanı, çözülmesi istenilen probleme ilişkin bilgilerin ANN'ye tanıtılmasını sağlamaktadır. Çıktı katmanı ağ içerisinde işlenen bilginin dışarıya iletiildiği katmandır. Tek katmanlı ANN'lerden farklı olarak girdi ve çıktı katmanları arasında yer alan gizli katmanın sayısı ve her bir ara katmanda kullanılacak nöron sayısı problem çözücünün tercihine göre değişmektedir. Şekil 2'de çok katmanlı yapay sinir ağı model yapısı verilmektedir. Rumelhart vd. (1986), çok katmanlı algılayıcı modellerde eğitimde kullanılan hataları geriye doğru (çıkıştan girişe doğru) azaltmaya çalışan ve öğrenen hata yayma modelini (backpropagation-geri) ortaya koymaktadır. Öğrenme algoritmaları içinde en çok geriye yayılım algoritması tercih edilmektedir. MLP ağları danışmalı öğrenme stratejileri kapsamında eğitim sırasında hem girdiler hem de girdilere karşılık ağı üretmesi gereken çıktılar ağı tanıtılmaktadır. Girdi-gizli ve gizli-çıkı katmanı ve ağırlıklar ilk önce rastgele seçilmektedir. Giriş sinyalleri, ileri yönde katmandan katmana yayılmaktadır. Eğitim sırasında ağı ürettiği çıktılar ile beklenen (üretmesi gereken) çıktılar arasındaki fark (hata) ağı ağırlıklarına dağıtılmakta ve zaman içinde bu farkın en aza indirgenmesi amaçlanmaktadır. Çıktının, istenen nöron cevabından farklı olması durumunda hatalar ileri besleme aktarım işlevinin türeviyle aynı bağlantılar aracılığı ile geriye doğru yayılmakta ve ağırlıklarda değiştirilmektedir. Bilgi akışı, ileri beslemeli modellerde olduğu gibi ileri yönde sağlanırken geri beslemeli ağlarda öğrenme işlemi çift yönlü hafıza işleme sürecine dayanmaktadır (Elmas, 2018). MLP ağlarında örneklerin anakütleyi temsil edebilmesi, değişken seçimi, katman sayısı ve kullanılacak nöron sayısı, başlangıç değerleri, öğrenme katsayıları, durdurma kriteri gibi faktörler ağların başarısını etkilediğinden bu faktörlerin dikkatlice değerlendirilmesi ve problemin çözümü için en uygun yaklaşımın kullanılması gerekmektedir.

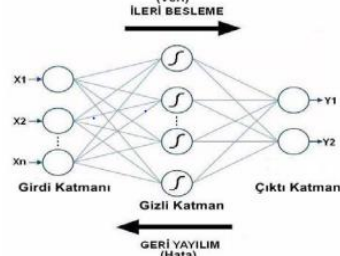
Moody ve Darken (1989), çok katmanlı algılayıcılara alternatif olarak fonksiyon yaklaşımı teorisi ile ilişkili olan Radyal Tabanlı Fonksiyonları (RBF) önermektedir. RBF, çok değişkenli modelleme ve yakınsamalarda, doğrusal/doğrusal olmayan ve herhangi bir basit/çok katmanlı yapay sinir ağlarında kullanılabilir. Girdi katmanını gizli katmana bağlayan ağırlık değerlerini kullanmak yerine veri kümesinde girdinin merkeze uzaklığına (genellikle öklid uzaklığı) göre ağırlık değeri belirlenmektedir. MLP ağlarında olduğu gibi RBF ağlarında da kullanılacak gizli katman ve nöron sayısının seçimi önemli olmaktadır. Az sayıda katman kullanıldığında ilişkilerde oluşacak radyal tabanlı fonksiyonlar girdi ile çıktı arasındaki ilişkiyi yakalamakta yetersiz kalabilmektedir. Girdi, işlenmeden doğrudan gizli katman nöronlarına iletdikten sonra RBF'ler aracılığıyla işlenmekte ve ilgili ağırlık değerleri ile çarpılarak çıktıların ağırlıklı toplamlarına eşitlenen çıktı katmanına iletilmektedir. Radyal temelli fonksiyon ağlarında girdi katmanı doğrusal olmayan niteliğe çıktı katmanı ise doğrusal niteliğe sahip olmaktadır. Öğrenme aşamasında parametre sayısında azalma gerçekleşirken öğrenme hızlanmakta, giriş sayısı arttıkça yüksek boyutlu RBF ağ yapılarına ihtiyaç duyulmaktadır. Şekil 3 ve Şekil 4'de radyal bazlı fonksiyon sinir ağı ve geri yayılım model yapısı verilmektedir.

Şekil 3: Radyal Bazlı Fonksiyon Sinir Ağı



Kaynak: Yılmaz, 2012

Şekil 4: Geri Yayılım Yapay Sinir Ağı



Kaynak: Yılmaz, 2012

Zaman boyunca ortaya çıkan ve bazen ortalama değere yönelme eğiliminde bazen uç değerlere neden olan getirilerdeki değişimin standart sapması oynaklık olarak adlandırılmaktadır. Belirli bir t zamanında gözlemlenen getiriye ait (r_t), koşullu beklenen değer (μ_t), koşullu hata (ε_t), koşullu varyans (h_t), sıfır ortalama ve birim varyansa sahip olan bağımsız-aynı normal dağılımlı stokastik süreç (z_t) iken, \mathcal{F}_{t-1} bilgi matrisi altında, $\varepsilon_t = \sqrt{h_t}z_t \sim N(0, h_t)$ ifade edilmektedir. $i=1, \dots, q$ için $\omega \geq 0$, $p \geq 0$, $q > 0$ ve $\alpha_i \geq 0$ ile $\beta_i \geq 0$ altında GARCH(p,q) modeli $h_t = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}$ şeklinde elde edilmektedir (Orskaug,2009). Oynaklıklar zaman içinde kümelenme eğiliminde olduğundan, MGARCH yaklaşımı kullanılarak çeşitli piyasalar ve varlıklar arasındaki kovaryansların zaman içindeki değişimlerinin belirlenmesi hem daha gerçekçi sonuçlara ulaşılmasını hem de risk yönetiminde daha iyi kararlar alınmasına neden olarak etkinlik kazanımı sağlamaktadır

(Terzioğlu,2018). \mathcal{F}_{t-1}' e göre H_t ölçülebilir ise çok değişkenli GARCH modeli $\varepsilon_t|\mathcal{F}_{t-1} \sim N(0, H_t)$ olarak tanımlanabilmektedir. Makale kapsamında, VEC-GARCH modelin sınırlandırıcı bir versiyonu olarak tanımlanan Baba-Engle-Kraft-Kroner (BEKK) modeli ve GARCH modellerinin doğrusal olmayan kombinasyonlarından olan dinamik koşullu korelasyon (DCC) modeli kullanılmaktadır. A_{kj} , B_{kj} ve C , $N \times N$ parametre matrisi ve C alt üçgen olmak üzere, K toplama limit sürecin genellenabilirliğini göstermek üzere, BEKK(p,q,K) modeli

$$H_t = CC' + \sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^K A'_{kj} \varepsilon_{t-j} \varepsilon'_{t-j} A_{kj} + \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^K B'_{kj} H_{t-j} B_{kj} \quad (1)$$

şeklinde gösterilmektedir. Sabit terimin iki üçgen matris çarpımına ayrıştırılması varyans matrisinin (H_t) pozitif tanımlılığını garantilemektir (Silvennoinen ve Terasvirta, 2007). Koşullu varyans ve korelasyonları kullanarak koşullu kovaryansların doğrudan modellenmesi görece olarak yeni bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır. Zamana bağlı korelasyonlar genellikle getirilerin çapraz çarpımı ve karelerinde doğrusal olan MGARCH modelleri ile hesaplanmaktadır. $\varepsilon_t = D_t^{-1} r_t$ ve $D_t = \text{diag}\{\sqrt{h_{i,t}}\}$ olmak üzere, $R = E_{t-1}(\varepsilon_t \varepsilon_t') = D_t^{-1} H_t D_t^{-1}$ koşullu korelasyonları içeren bir korelasyon matrisini göstermek üzere sabit koşullu korelasyon tahmin edicisinin geliştirilmiş hali olan DCC modeli

$$H_t = D_t R_t D_t \quad (2)$$

şeklinde gösterilmektedir. R 'nin parametrisasyonu koşullu varyansların bütünlük içinde olmasının dışında H ile aynı gerekliliklere sahiptir (Engle, 2001).

GARCH-tipi modeller ve ANN kullanılarak iki farklı şekilde hibrit modeli oluşturulmaktadır. İlk yaklaşımda (Tip-I) GARCH tipi modeller ile elde edilen oynaklık değerleri ANN algoritmasına açıklayıcı değişken olarak alınırken, diğer bir yaklaşım da GARCH tipi modeller ile elde edilen oynaklık değerleri ANN'de çıktı katmanına eklenerek oluşturulmaktadır. GARCH-tipi modeller ile tahminlenen oynaklık değerlerinden daha iyi sonuçlar elde edilmesi amaçlanmaktadır (Lu vd., 2016). X_t açıklayıcı değişkenlerini, W_t girdi katmanı ile gizli katman arasındaki ağırlıklar matrisini, F_1 girdi katmanı ile gizli katman arasındaki toplam fonksiyonunu, V_t gizli katman ile çıktı katman arasındaki ağırlık matrisini, F_2 gizli katman ile çıktı katmanı arasındaki aktivasyon fonksiyonunu ve h_t^* yapay sinir ağırları çıktı verisini tanımlamak üzere, Tip-II model yapısı

$$h_t^* = F_2[(V_t^T F_1(W_t X_t))] \quad (3)$$

şeklinde gösterilmektedir (Yu vd., 2007).

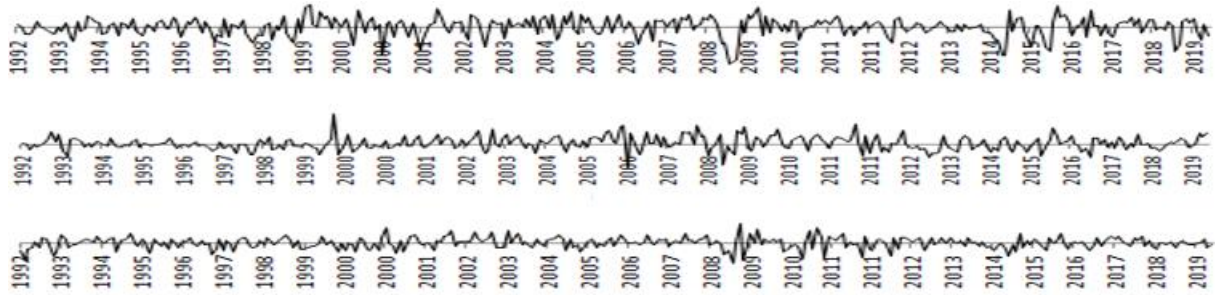
2. Petrol Fiyat Endeksi Oynaklık Tahmininde Model Performans Karşılaştırması

Makale kapsamında, Uluslararası Para Fonu (IMF) veri tabanından Eylül-1992 ve Temmuz-2019 dönemleri arasında, 2016 yılı baz alınarak, Brent, West Texas Intermediate ve Dubai Fateh'e ait üç spot fiyatın ortalamasından elde edilen ham petrol fiyat endeksi, altın fiyat endeksi (Usd/Ons) ve Euro/Dolar parite verileri elde edilerek, GARCH-tipi modeller ve Yapay Sinir Ağları algoritması birleştirilerek oluşturulan hibrit modellerle petrol fiyatlarındaki oynaklığın ortaya çıkartılması amaçlanmaktadır. Petrol fiyat endeksi, altın fiyat endeksi ve parite değişkenlerinin durağanlık ve mevsimsel etkileri incelenmiş ve logaritmik birinci sıra farkları alınarak 100 ile çarpılması sonucunda yüzde değişimler olarak ifade edilen büyüme ölçüleri elde edilmektedir. Logaritmik birinci sıra fark serilerinin zamana göre eğilimine ilişkin grafiksel gösterim Grafik 1.'de ve model yapısında kullanılan ilgili değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 2.'de verilmektedir. Model yapısında son tahmin hata (FPE) kriteri için gecikme uzunluğu 3 olarak hesaplandığından ilgili değişkenlerin arasındaki ilişkinin modellenmesi için VAR(3) süreci oluşturulmaktadır.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler.

	Petrol	Altın	Euro/USD		Petrol	Altın	Euro/USD
Ortalama	0,332	0,455	-0,083	Std.Sapma	8,138	3,551	2,797
Maksimum	20,144	16,196	9,626	Çarpıklık	-0,822	0,330	-0,262
Minimum	-31,724	-12,481	-10,226	Basıklık	1,499	1,625	1,139

Grafik 1: Logaritmik Birinci Sıra Fark Serilerinin Zamana Göre Eğilimine İlişkin Grafiksel Gösterim



Yukarıdan aşağıya doğru sıralanmaktadır: 1. Petrol fiyat endeksi, 2. Altın fiyat endeksi ve 3.Euro/Dolar Paritesi

VAR(3) modeli kapsamında hatalarda ve/veya hata karelerinde otokorelasyon olduğunun tespit edilmesi, MGARCH modellerinin kullanımına yöneltmektedir. Kurulan model yapısında çok değişkenli ARCH etkisi önsel testi yapılarak ARCH etkisinin yokluğunun tam anlamıyla ret edildiği belirlenmektedir. PFE_t petrol fiyat endeksini, AFE_t altın fiyat

endeksini, EUP_t Euro/Dolar paritesini ve h_{PFE_t} ise petrol fiyat oynaklığını göstermek üzere MGARCH model yapısı

$$PFE_t = a_1 + \sum_{i=1}^p a_{2i} PFE_{t-i} + \sum_{i=1}^p a_{3i} AFE_{t-i} + \sum_{i=1}^p a_{4i} EUP_{t-i} + \varepsilon_{PFE_t} \quad (4)$$

$$AFE_t = b_1 + \sum_{i=1}^p b_{2i} PFE_{t-i} + \sum_{i=1}^p b_{3i} AFE_{t-i} + \sum_{i=1}^p b_{4i} EUP_{t-i} + \varepsilon_{AFE_t} \quad (5)$$

$$EUP_t = c_1 + \sum_{i=1}^p c_{2i} PFE_{t-i} + \sum_{i=1}^p c_{3i} AFE_{t-i} + \sum_{i=1}^p c_{4i} EUP_{t-i} + \varepsilon_{EUP_t} \quad (6)$$

$$\varepsilon_{PFE_t} = \sqrt{h_{PFE_t}} * z_t \quad (7)$$

şeklinde oluşturulmaktadır. Makale kapsamında, ilgilenilen değişkenlere ait oynaklıklar BEKK ve DCC yapıları kapsamında kısıtlanmaktadır. BEKK model yapısında, K toplam limitinin değerinin artması birkaç parametrisasyon modelinin aynı gösterimini oluşturmakta ve tanımlama problemlerine neden olduğundan $p=q=K=1$ kabul edilmektedir. GARCH (1,1) modeline ait oynaklık değerleri elde edildikten sonra model parametreleri incelenerek gerekli şartların sağlandığı da görüldükten sonra VAR-BEKK-MGARCH ve VAR-DCC-MGARCH model yapıları kullanılarak petrol fiyat endeksine ilişkin oynaklık değerleri elde edilmektedir. GARCH-tipi modeller kullanılarak elde edilen petrol fiyat oynaklık değerlerini ANN’de çıktı değişkeni olarak oluşturulan Tip-II model yapısına sahip hibrit model kullanılmaktadır. Bu kapsamda, petrol fiyat endeksine, Euro/Usd paritesine ve altın fiyat endeksine ilişkin getiri değerleri hibrit model yapısına girdi olarak tanımlanırken, GARCH-tipi modeller ile elde edilen oynaklık değerleri modele hedef değişkeni olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 3: ANN modellerinde kullanılan parametre değerleri

MLP ağı için kullanılan parametreler		RBF ağı için kullanılan parametreler	
Girdi değişken sayısı	3	Girdi değişken sayısı	3
Gizli katman nöron sayısı	2-18	Gizli katman nöron sayısı.	2-18
Aktivasyon fonksiyonu	Hiperbolik tanjant (Tanh)	Aktivasyon fonksiyonu	Gausyen
Kullanılan algoritma	Backpropogation		
Rastsal eğitim çevrim (epoch) sayısı	0,0000001		
Öğrenme parametresi	0,01		

Yapay sinir ağlarının eğitilmesi ve tahmin edilmesi amacıyla farklı mimari yapılarda 15 adet çok katmanlı algılayıcı ve 15 adet radyal temelli fonksiyonlardan oluşan yapay sinir ağı modeli oluşturularak, hem MLP hem RBF için 15 adet modelin 5 adeti GARCH(1,1), 5 adeti BEKK-MGARCH ve son 5 adeti de DCC-MGARCH modelinden elde edilen oynaklık verileri incelenmektedir. Her değişken için 426 adet gözlemin %70’i eğitim, %15’i validasyon, %15’i ise test amacıyla alt kümelerine ayrıştırılmaktadır. Tablo 3.’de ANN modelinde MLP ve RBF ağı için kullanılan parametrelere yer verilmektedir. MLP modelleri, ağ yapısının tekrardan

çalıştırılmasında rastgele gözlemlerden yeniden iterasyona başladığı için elde edilen sonuçlarda farklılaşma meydana gelmektedir. Bu nedenle, MLP performansında ortalama değeri yakalamak için ağırlar 100 defa eğitilerek en iyi 5 çalışmanın performans değerleri hesaplanmaktadır.

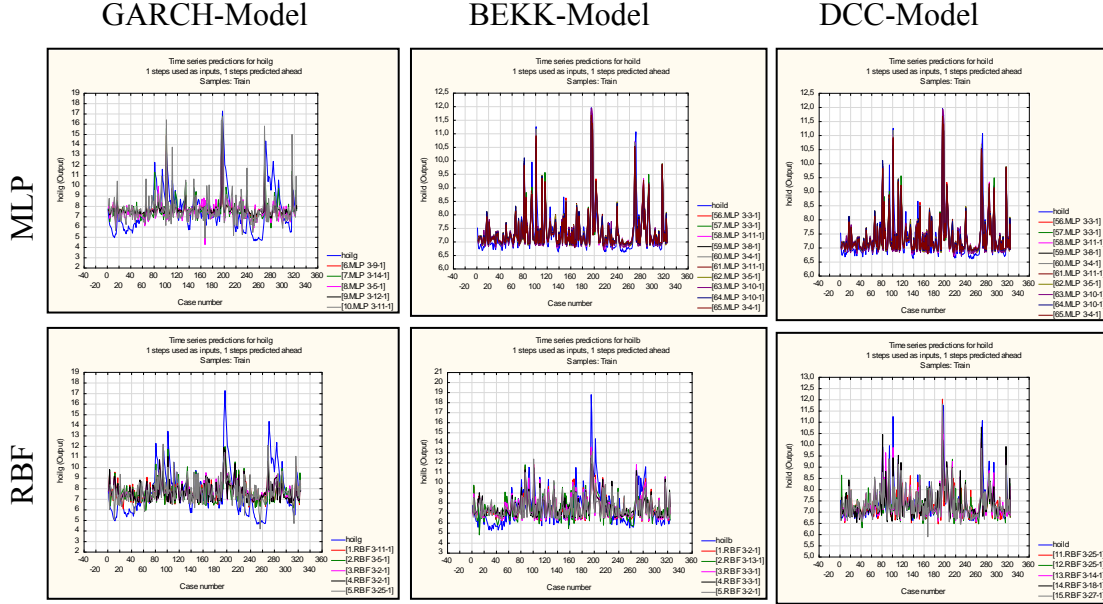
Tablo 4: Model Tahmin Sonuçları

		Eğitim Perform.	Test Perform.	Geçerlilik Perform.	MSE
MLP 3-11-1	BEKK	0,82887	0,74613	0,80121	1,11664
MLP 3-8-1	BEKK	0,82622	0,74788	0,80192	1,13367
MLP 3-4-1	BEKK	0,82081	0,75195	0,80878	1,16898
MLP 3-5-1	BEKK	0,82380	0,74630	0,80293	1,14357
MLP 3-4-1	BEKK	0,82548	0,74395	0,80215	1,13099
MLP 3-3-1	DCC	0,89609	0,86375	0,91594	0,16008
MLP 3-11-1	DCC	0,89246	0,84370	0,90745	0,16538
MLP 3-8-1	DCC	0,88853	0,85068	0,90662	0,17149
MLP 3-5-1	DCC	0,88714	0,84518	0,90709	0,17378
MLP 3-10-1	DCC	0,88895	0,85310	0,91142	0,17052
MLP 3-9-1	GARCH	0,46425	0,59077	0,68741	3,82715
MLP 3-14-1	GARCH	0,55893	0,55190	0,72297	3,35304
MLP 3-5-1	GARCH	0,47113	0,65634	0,68509	3,81750
MLP 3-12-1	GARCH	0,51042	0,56729	0,68688	3,60567
MLP 3-11-1	GARCH	0,49241	0,56891	0,68203	4,16549
RBF 3-2-1	BEKK	0,67951	0,76406	0,79829	1,91071
RBF 3-13-1	BEKK	0,64950	0,67073	0,80699	2,05379
RBF 3-3-1	BEKK	0,68556	0,78331	0,84191	1,88127
RBF 3-3-1	BEKK	0,58451	0,77473	0,80379	2,33684
RBF 3-2-1	BEKK	0,61696	0,71328	0,81268	2,19843
RBF 3-15-1	DCC	0,74563	0,69194	0,89248	0,36073
RBF 3-15-1	DCC	0,73488	0,78820	0,89783	0,37366
RBF 3-14-1	DCC	0,82992	0,78691	0,88435	0,25285
RBF 3-18-1	DCC	0,78745	0,87738	0,89822	0,30876
RBF 3-17-1	DCC	0,77050	0,67372	0,88810	0,33016
RBF 3-11-1	GARCH	0,44000	0,65999	0,68310	3,92572
RBF 3-5-1	GARCH	0,46835	0,53198	0,67105	3,80150
RBF 3-2-1	GARCH	0,42762	0,51647	0,66844	3,97931
RBF 3-2-1	GARCH	0,44369	0,47219	0,68215	3,90986
RBF 3-12-1	GARCH	0,53533	0,33343	0,67316	3,47306

MLP modellerinin aksine, RBF modellerinde ağ yapısı eğitime rastgele gözlemden başlamadığından eğitim sonuçlarında aynı değerler elde edilmekte ortalama performans hesaplanması için yeniden eğitime ihtiyaç duyulmamaktadır. Tablo 4.'de çok katmanlı ağ modelleri için model tahmin sonuçları verilmektedir. ANN'nin başarı performansı sıralamasında ağ algoritmasının test kümesini ne kadar hatayla öğrendiği, geçerlilik

kümesindeki başarısı, test kümesindeki başarısı ve her bir model yapısı için hata kare ortalaması (MSE) dikkate alındığında, en iyi tahminin DCC-MGARCH ve 3-3-1 mimari yapıya sahip çok katmanlı algılayıcı ağ tarafından 0.91 performans değeri ile üretildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Grafik 2. Çok Katmanlı Ağ Modelleri İçin Gruplandırılmış Tahmin Sonuçları



Grafik 2.'de çok katmanlı ağ modelleri için elde edilmiş tahmin sonuçları modellere göre gruplanarak verilmektedir. Tek değişkenli GARCH model yapısı ile oluşturulan hibrit modeller hedef oynaklık değerlerine çok yakın sonuçlar göstermemesine karşın en iyi performansa sahip DCC-MGARCH ve MLP ağlarından elde edilen hibrit model yapısına ait tahmin serisinde oynaklık değerleri büyük ölçüde hedef serisine benzer eğilimler göstermekte ve yakın şekilde takip etmektedir.

Sonuçlar

Temel enerji kaynakları içerisinde ihtiyacın büyük kısmını karşılayan petrolün ekonomiler üzerindeki kritik rolü ele alındığında, petrol fiyat oynaklıklarının ekonomiler üzerinde derin etkilere sebep olduğu söylenebilmektedir. Makale kapsamında, petrol fiyat oynaklığını doğru bir şekilde tahminlemek için en uygun modelin seçimi amaçlanmıştır. GARCH-tipi modeller ve ANN kullanılarak iki farklı şekilde hibrit modeli oluşturulmaktadır. GARCH-tipi modeller ile elde edilen oynaklık değerlerinin ANN algoritmasına açıklayıcı değişken olarak alınmasıyla oluşturulan Tip-I hibrit modeller üstüne yoğunlaştırıldığı

gözlemlenmiştir. Ek olarak, Tip-I modeller kapsamında yapılan çalışmalarda GARCH-tipi model yapısını konu alan çalışmalar bulunmakla birlikte; MGARCH-tipi model yapısını konu alan çok az çalışma bulunmaktadır. Tip-II hibrit model yapısında ise GARCH tipi modeller ile elde edilen oynaklık değerleri ANN’de çıktı katmanına eklenerek oluşturulmaktadır. Ek olarak, Tip-II modeller kapsamında yapılan çalışmalarda GARCH-tipi ve/veya MGARCH-tipi model yapısını konu alan neredeyse yok denecek kadar az çalışma bulunmaktadır. Çalışma kapsamında, Eylül-1992 ve Temmuz-2019 dönemine ait veriler kullanılarak petrol fiyatlarındaki oynaklık tahmininin performansının belirlenmesi için MGARCH-tipi model yapısı ve ANN algoritması kullanılarak elde edilen Tip-II hibrit modeller incelenmiştir. DCC-MGARCH ve MLP ağlarından elde edilen hibrit model yapısı hedef değerleri için en iyi tahmin sonuçlarını verdiğini gözlemlendiğinden, finansal varlık oynaklıklarının zaman içinde birlikte hareket etmesinden dolayı çok değişkenli modellerin tek değişkenli modellerden daha iyi performans gösterdiği ve doğrusal yapıda olmayan problemlerin çözümünde MLP ağlarının daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kaynakça

Amano, R. A. & van Norden, S. (1998). Oil prices and the rise and fall of the us real exchange rate. *Journal of International Money and Finance*, 17, 299-316.

Baffour, A. A., Feng, J., & Taylor, E. K. (2019). A hybrid artificial neural network-GJR modeling approach to forecasting currency exchange rate volatility. *Neurocomputing*, 365, 285-301.

Block, H. D. (1962). The perceptron: A model for brain functioning. *Reviews of Modern Physics*, 34(1), 123.

Caprio, J. & Clark, P.B. (1981). Oil price shocks in a portfolio-balance model. *International Finance Discussion Papers*, 181, 1-24.

Chatterjee, S., Sarkar, S., Hore, S., Dey, N., Ashour, A. S., & Balas, V. E. (2017). Particle swarm optimization trained neural network for structural failure prediction of multistoried RC buildings. *Neural Computing and Applications*, 28(8), 2005-2016.

Chaudhuri, K. & Daniel, B. C. (1998). Long-run equilibrium real exchange rates and oil prices. *Economic Letters*, 56, 231-238.

Cheong, C. W. (2009). Modeling and forecasting crude oil markets using ARCH-type models. *Energy policy*, 37(6), 2346-2355.

Çam, S., Balli, E., & Sigeze, Ç. (2017). Petrol Fiyatlarındaki Oynaklığın ARCH/GARCH Modelleri ve Yapay Sinir Ağları Algoritması İle Tahmini. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(5), 588-597.

Elmas, Ç. (2018). *Yapay Zeka Uygulamaları*, Seçkin Yayıncılık, Ankara

Engle, R.F. (2001). Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate GARCH models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 339-350.

Fang, L., Chen, B., Yu, H., & Qian, Y. (2018). The importance of global economic policy uncertainty in predicting gold futures market volatility: A GARCH-MIDAS approach. *Journal of Futures Markets*, 38(3), 413-422.

Güloğlu, B., & Akman, A. (2007). Türkiye’de döviz kuru oynaklığının SWARCH yöntemi ile analizi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 44(512), 43-51.

Ignácio, L. V. R., Ribeiro, L. G. A., da Veiga, C. P., & Bittencourt, J. T. (2017). The use of artificial intelligence for forecasting oil prices. *Espacios*, 38, 1-27.

Joy, M., 2011, Gold and the US Dollar: Hedge or Haven? *Finance Research Letters*, Vol. 8, Issue. 3, pp. 120-131.

Kaftan, İ. (2010). *Batı Türkiye Gravite ve Deprem Katalog Verilerinin Yapay Sinir Ağları ile Değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Khashei, M., & Bijari, M. (2011). A novel hybridization of artificial neural networks and ARIMA models for time series forecasting. *Applied Soft Computing*, 11(2), 2664-2675.

Kristjanpoller, W., & Minutolo, M. C. (2016). Forecasting volatility of oil price using an artificial neural network-GARCH model. *Expert Systems with Applications*, 65, 233-241.

Kristjanpoller, W., & Hernández, E. (2017). Volatility of main metals forecasted by a hybrid ANN-GARCH model with regressors. *Expert Systems with Applications*, 84, 290-300.

Krugman, P. (1980). Oil and the dollar. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, 554, 0-18.

Kuncheva, L. I., & Whitaker, C. J. (2003). Measures of diversity in classifier ensembles and their relationship with the ensemble accuracy. *Machine learning*, 51(2), 181-207.

Kuper, G. H. (2002). Measuring oil price volatility. *Available at SSRN 316480*.

Lardic, S., & Mignon, V. (2008). Oil prices and economic activity: An asymmetric cointegration approach. *Energy Economics*, 30(3), 847-855.

Lasheras, F. S., de Cos Juez, F. J., Sánchez, A. S., Krzemień, A., & Fernández, P. R. (2015). Forecasting the COMEX copper spot price by means of neural networks and ARIMA models. *Resources Policy*, 45, 37-43.

Lu, X., Que, D., & Cao, G. (2016). Volatility forecast based on the hybrid artificial neural network and GARCH-type models. *Procedia Computer Science*, 91, 1044-1049.

Maghyereh, A. (2006). Oil price shocks and emerging stock markets: A generalized VAR approach. In *Global stock markets and portfolio management* (pp. 55-68). Palgrave Macmillan, London.

McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, 5(4), 115-133.

Minsky, M. L., Papert, S. A., & Perceptrons, F. (1969). The MIT Press: Cambridge. Mass.(Rev. Edition, 1988).

Moody, J., & Darken, C. J. (1989). Fast learning in networks of locally-tuned processing units. *Neural computation*, 1(2), 281-294.

Orskaug, E. (2009). Multivariate DCC-GARCH model -with various error distributions. Norwegian Computing Center.

Parisi, A., Parisi, F., & Díaz, D. (2008). Forecasting gold price changes: Rolling and recursive neural network models. *Journal of Multinational financial management*, 18(5), 477-487.

Poyraz, E., & Didin, A. G. S. (2008). Altın Fiyatlarındaki Değişimin Döviz Kuru, Döviz Rezervi Ve Petrol Fiyatlarından Etkilenme Derecelerinin Çoklu Faktör Modeli İle Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(2), 93-104.

Ramyar, S., & Kianfar, F. (2019). Forecasting crude oil prices: A comparison between artificial neural networks and vector autoregressive models. *Computational Economics*, 53(2), 743-761.

Rezaeianzadeh, M., Tabari, H., Yazdi, A. A., Isik, S., & Kalin, L. (2014). Flood flow forecasting using ANN, ANFIS and regression models. *Neural Computing and Applications*, 25(1), 25-37.

Rosenblatt, F. (1962). *Principles of neurodynamics. perceptrons and the theory of brain mechanisms* (No. VG-1196-G-8). Cornell Aeronautical Lab Inc Buffalo NY.

Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323(6088), 533-536.

Silvennoinen, A., & Teräsvirta, T. (2007). Multivariate GARCH models. *Working Paper Series In Economics and Finance*, 669.

Terzioğlu, M. K. (2018). Effects of Inflation Uncertainty on Economic Policies: Inflation-Targeting Regime. *Management From An Emerging Market Perspective*, 235.

Wang, Y., & Wu, C. (2012). Forecasting energy market volatility using GARCH models: Can multivariate models beat univariate models?. *Energy Economics*, 34(6), 2167-2181.

Yılmaz M. (2012), Jeodezik Nokta Hız Kestiriminde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılabilirliği, Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yu, L., Wang, S., & Lai, K. K. (2007). *Foreign-exchange-rate forecasting with artificial neural networks*. Springer Science & Business Media.

Sağ-Yönlü ADF Sınamaları ile Ankara İlinde Konut Balonu Araştırması

Atilla GÖKÇE*

İlkay GÜLER**

Geliş Tarihi (Received): 04.03.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 05.05.2020

Öz

Balon, bir varlığın fiyatının temel değerinden sapması, fiyat hareketlerinin temel etkenlerle açıklanamaması şeklinde tanımlanmaktadır. Konut balonu ise, toplumun aşırı beklentileri ile konut fiyatlarının geçici olarak, temel değerden sapmasını ifade etmekte olup gelecekte konut fiyatlarının gerçekçi olmayacak şekilde artacağını bekleyen konut alıcıları tarafından yönlendirilmektedir. Konut fiyatlarının hızlı ve olağan dışı artma eğiliminde olduğu dönemlerde pozitif, azalış eğiliminde olduğu dönemlerde ise negatif konut balonunun olduğu önsel olarak beklenebilir. Son yıllarda Ankara’da konut arz fazlası gözlenmektedir. Oysa aynı dönemlerde nominal konut fiyatlarında artış, reel konut fiyatlarında azalış görülmektedir. Bu durum, Ankara’da konut balonu olup olmadığı sorusunu beraberinde getirmektedir. Ankara’da konut fiyatlarında balonunun varlığının araştırılması ve olası balonun sınıflandırılması çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu çalışma, “rasyonel baloncuklar” olarak adlandırılan rasyonel tipteki baloncuklar üzerine odaklanmıştır. Bu terminoloji, rasyonel beklentilere sahip varlık yatırımcılarını dikkate alan modellerdeki varlık fiyat balonlarını ifade eder. Genel olarak rasyonel baloncukların teorik olarak test edilmesi büyük ölçüde, bilginin mevcudiyeti ve erişimi, işlem kısıtlamaları, likidite kolaylık ve düzenlemeleri, vergi uygulamaları gibi ekonomik varsayımların geçerli olmasına dayanır. Çalışmada 2010.01 – 2019.08 dönemi aylık mevsimsel etkiden arındırılmış Ankara ili reel konut fiyat endeksi verileri kullanılarak, Ankara için konut fiyatlarında balon yapısının varlığı sınanmış ve bu yapının türü incelenmiştir. Bu amaçla varlık fiyatları patlayıcılık sınamaları kullanılmıştır. Bu sınamaların en güncelleri SADF ve GSADF sınamalarıdır. Bu sınamalar özyinelemeli ve aktarmalı ADF birim kök sınaması temellidir ve genişleyen pencere yapısıyla sağ-yönlü ADF sınama istatistiği kullanır. Sınamalar için kritik değerler Monte Carlo simülasyonları ile bulunmuştur. Sınama bulguları, Ankara ili reel konut fiyat endeksinde konut balonu olduğu yönündedir.

Anahtar Kelimeler: Konut Balonu, SADF, GSADF

Jel Kodları: C22, G12, R21, R31

* Doç.Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü Öğretim Üyesi,
atilla.gokce@hbv.edu.tr

** Öğr.Gör.Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Tapu Kadastro Yüksekokulu, Emlak ve Emlak Yönetimi
Bölümü, ilkay.guler@hbv.edu.tr

Housing Bubble Research in Ankara Province with Right-Tailed ADF Tests

Abstract

Bubble is defined as the deviation of the market price of an asset from its fundamental value and the inability to explain price movements by basic factors. On the other hand, housing bubble expresses the temporary deviation of the housing prices from the fundamental value due to high demands of the society and it is directed by the house buyers who expect that the housing prices will increase unrealistically in the future. It can be priorly expected that there is a positive housing bubble in periods in which house prices tend to increase rapidly and unusually, and a negative housing bubble in periods in which they tend to decrease. In recent years, there is an excess supply of housing in the Ankara. However, nominal housing prices have increased, real prices decrease in the same period. This raises the question of whether there is a housing bubble in Ankara. The main purpose of this study is to investigate the existence of the bubble in housing prices in Ankara and to classify the possible bubble. This study focuses on rational type bubbles called ‘rational bubbles’. This terminology refers to asset price bubbles in models that take into account asset investors with rational expectations. In general, the theoretical applicability of rational bubbles depends, to a large extent, on compliance with economic assumptions such as availability and access to information, transaction restrictions, liquidity facilities and regulations, and tax applications. In this study, the existence of the bubble structure in the housing prices for Ankara was tested and the type of this structure was examined by using the real housing price index in Ankara which was monthly-seasonally adjusted for 2010:01– 2019:08 period. For this purpose, asset prices explosiveness tests were used. The most updated tests are the SADF and GSADF tests. These tests are based on recursive and rolling ADF unit root test and use the right-tailed ADF test statistic with the expanding window structure. Critical values for the tests were determined by Monte Carlo simulations. The test results indicate that there is a housing bubble in the real house price index in Ankara.

Key Words: *Housing Bubble, SADF, GSADF*

Jel Codes: C22, G12, R21, R31

Giriş

Türkiye’de 2005 yılından itibaren kurulmaya çalışılan mortgage piyasası, 2007 tarihi itibari ile konut finansman kanununun yürürlüğe girmesi ile uygulanmaya başlanmıştır. Bu çerçevede ülkemizde kullanılan gayrimenkul sektörüne ilişkin sermaye piyasası araçları kira sertifikası (sukuk), gayrimenkul sertifikası, gayrimenkul yatırım fonları ve gayrimenkul yatırım ortaklıklarından oluşmaktadır. Türkiye’de bu araçların geniş bir kullanım alanı bulunmamaktadır (SPK, 2020). Dolayısı ile sisteme aktifleşmediğinden, kriz Türkiye’yi doğrudan etkilememiştir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta ABD’de ikincil piyasaların oluşumu üzerinden çok uzun yıllar geçtikten sonra bir krizin patlak vermesidir. Bu bağlamda, Türkiye’de konut finansman sisteminin canlanması durumunda, konut balonu mevcutsa, kriz riski oluşturabilir.

Konut fiyatlarının fiyat-kira oranı, fiyat-gelir oranı, konut edinebilirlik endeksi, beklenti, konut boşluk oranları gibi temel değerlerden kopması konut balonu olarak ifade edilmektedir. ABD’de yaşanan küresel krizin konut balonlarından kaynaklanması, konut balonlarının kriz oluşturma potansiyeli taşıması, ekonometrik analizlerle ampirik olarak varlık balonlarının tespit edilmesi gerekliliğini çıkarmıştır.

Merkez Bankası verileri incelendiğinde, genel olarak Türkiye için geçerli olan riskle beraber özellikle Ankara’da nominal konut fiyatların 2010.01-2019.08 döneminde ve reel konut fiyatlarının ise 2010.01-2016.12 döneminde artış eğiliminde olduğu gözlenir. Bu dönemden sonra reel konut fiyatları azalış eğilimine girmiştir ve 2019.08 dönemine kadar bu eğilimde önemli bir değişiklik olmamıştır. Bütün bu fiyat hareketleri göz önüne alınarak, Ankara’da konut balonu varlığının araştırılması ve olası balonun sınıflandırılması makalenin temel amacını oluşturmaktadır (TCMB,2020a).

Konut fiyatlarını açıklamak için en önemli etkenlerden biri, konut alıcılarının, konut fiyatlarının gerçekçi olmayacak şekilde artacağını beklemeleridir. “Gerçekçi olmayacak kadar artacağı” ifadesi; beklenen kira ödemeleri, iskonto oranları, konut piyasası esasları ile ilgili olmayan konut fiyatlarındaki büyüme oranlarını belirtmektedir (Himmelberg, Mayer & Sinai, 2005).

Literatürde, faiz, gelir, demografi, beklenti, konut inşaatı ile ilgili maliyetler vb. gibi faktörler konut fiyatlarını açıklamak için kullanılmaktadır. Ancak konut fiyatını etkileyen diğer önemli etken, arazinin kıtlık rantı sonucu belirlenen arsa fiyatıdır (Ricardo, 1951, s.67-70).

Konut fiyatlarını açıklayan başka önemli bir etken ise konut kredilerdir. Konut kredi faiz oranları ile ipotekli konut satışları¹ arasında negatif yönlü ilişki mevcuttur. Türkiye’de ve Ankara’da toplam konut satışlarının yaklaşık üçte biri ipotekli konut satışları ile gerçekleşmekte olduğundan konut kredi faizleri önem taşımaktadır (TÜİK,2020), (TCMB,2020a).

Konut arzı, konut talebine, örümcek ağı teoreminde olduğu gibi gecikmeli cevap vererek denge fiyatına ulaşılmaktadır (Güler, 2019, s.16). Konut arzı göstergesi; ikamet amaçlı yapı kullanım izin belgeleri verileri, konut talebi göstergesi; konut satış verileri (TCMB, 2019b) veya konut kredisi verileri (GYODER, 2019) kabul edilmektedir. Ancak bu veriler, bazı zafiyetler içermektedir. Bu zafiyetler şöyle sıralanabilir: her yapı ruhsatı binaya dönüşmemekte, yapı izin belgesi alınarak yapılan binalarda yapı kullanma izin belgesi olmadan kullanılabilen, kentsel dönüşüm çerçevesinde gerçekleştirilen bina yenilemeleri yeni tapu olarak gözükmekte, konut kredileri her zaman konut alımı için kullanılmamakta, ruhsat devri yapılarak alınan krediler başka amaçlarla kullanılabilir. Burada açıklanan nedenlerden dolayı, bu makalede söz konusu veriler dikkate alınmamakta, kesin bulgulara, ulaşmak için Merkez Bankası tarafından yayımlanan konut fiyat endeksi kullanılarak ekonometrik analiz gerçekleştirilmektedir.

Ülkemizde pek çok kentte olduğu gibi Başkent Ankara’da konut arz fazlası olduğu görülmektedir (TÜİK, 2019; GABORAS, 2020). Buna karşın Ankara’da konut talep potansiyeli ise yüksektir. Bu talep potansiyelinin nedenleri şöyle özetlenebilir: 2019 yılı itibariyle Ankara’da 21 üniversitenin olması, Başkent olması nedeniyle yurtiçi ve yurtdışı kaynaklı göçler, kamu personeli tayinleri, ülkemizin ikinci nüfus büyüklüğüne sahip ili olması gibi sadece Ankara’ya özgü nedenlerin yanında, Dünya’nın her yerinde olduğu gibi; evlenme/boşanma sayısı, konut fiyatları, kişi başına düşen gelir, konut kredisi koşulları ve kredi faiz oranları gibi etkenler sayılabilir. Söz konusu talep potansiyelinde bazı dönemlerde konjonktürel dalgalanmalar görülebilmekte, konut fiyatları ekonomik temellerden sapabilmektedir. Bu durum genel bir tanımlanmayan konut balonu varlığını işaret etmektedir. Eğer konut fiyatları, temel değerlerin üzerinde ise pozitif, temel değerlerin altında gerçekleşiyorsa negatif konut balonunun varlığı söz konusu olabilir.

ABD’de konut fiyat endeksi 1890’lı yıllardan itibaren yayımlanmakla beraber ülkemizde, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası tarafından 2010 yılı itibari ile yayımlanmaya başlanmıştır.

¹ Borçlanarak satın alınan konutun kredi teminatını oluşturmak için, yine aynı konutun teminat olarak gösterilmesidir (TÜİK, 2020).

Bu anlamda, kullanılan verinin sınırlı olması, boş konut oranı verilerinin yayımlanmaması, arsa fiyatları için fiyat endeksinin olmaması, çalışmanın kısıtını oluşturmaktadır.

Bu makalenin temel amacı, konut balonu kavramını konut kredileri ve ipotekli konut satışlarını dikkate alarak incelemek ve Ankara ilinde aylık reel konut fiyat endeksinde rasyonel balonun/balonların olup olmadığını sağ-yönlü ADF sınamaları ile araştırarak, balon başlangıç ve bitiş tarihlerini belirlemektir.

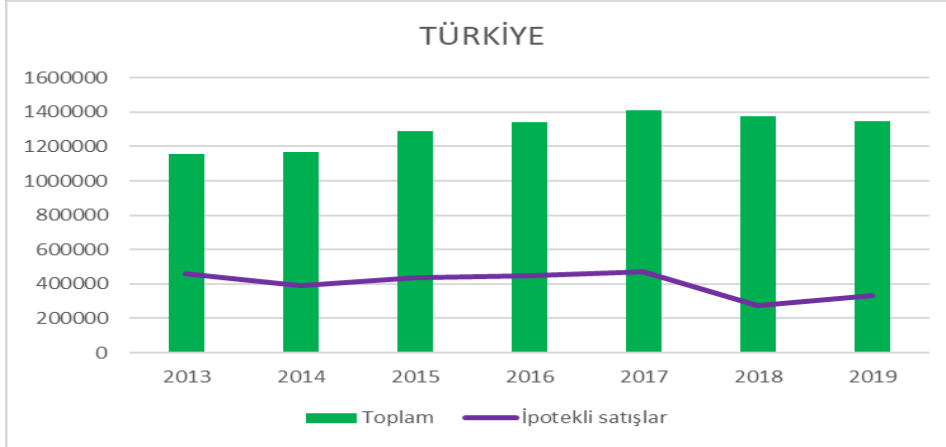
Makale giriş, genel değerlendirme ve sonuç bölümleri dışında, beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; Türkiye’de konut kredileri ve konut balonu ilişkisi irdelenmekte, ikinci bölümde; konut balonu kavramı ve göstergeleri hakkında temel bilgiler verilmekte, üçüncü bölümde; SADF (Supremum ADF - Eküs ADF) ve GSADF (Generalized Supremum ADF - Genelleştirilmiş Eküs ADF) sınamalarını kullanarak konut balonları incelemesine yönelik ulusal ve uluslararası çalışmalardan oluşan literatür yer almakta, dördüncü bölümde; varlık fiyatları için balon testleri metodolojisi hakkında teorik çerçeve oluşturulmakta, beşinci bölümde ise veri, yöntem ve ekonometrik bulgular açıklanmaktadır.

1. Türkiye’de Konut Kredileri ve İpotekli Konut Satışı

ABD’de konut finansmanı sistemi 18. yüzyıl sonlarında doğmuş, 1930-1970 arasında kurumsallaşmış ve 1970 sonrasında menkul kıymetleştirme başlamıştır. ABD’de 2000’lerin başında birçok hane halkı bankalardan borç aldıkları fonlarla tüketimlerini karşılamakta ve bu borçlanma ipotek ile yapılmaktaydı. İlk ipoteye ek olarak ikinci ipotek yapılıyordu. Artan konut fiyatları servet etkisi yaratarak hane halklarında mali güçlerinin arttığı algısı yaratıyordu (Acemoğlu, Laibson & List, 2016, s.291-295). Burada, konut yatırımı harcamalarındaki yükselme, çarpan etkisiyle ekonomide canlanmaya yol açmıştır (Krugman & Wells, 2011, s.306). Takiben reel konut fiyatlarında 2006 yılında yaklaşık %40 oranında düşüş gözlenmiştir. 2009’da hem konut piyasasının hem de borsanın çökmesiyle hane halkı tüketimi azalarak, firmaların ürünlerine olan talebin azalmasına yol açmış, işten çıkarmalar artmış, böylece bir negatif çarpan etkisi yaşanmıştır (Acemoğlu vd., 2016, s.291-295). Kriz, ABD’de kalmayıp uluslararası piyasaları da etkilemiştir. Dolayısıyla konut balonu olan ülkeler, mortgage piyasası işler durumdaysa konut sektörü kaynaklı bir krizle her an karşılaşabilir. Ancak ABD’deki krizin bir diğer nedeni, uzun vadeli kredi ödemelerini en zor şekilde ödeyebilecek yüksek riskli eşik altı kesime sağlanan yüksek faizli kredilerdir (subprime mortgage) (Eğilmez, 2008: 65-67). Bu bağlamda, ülkemizde konut kredileri yakından izlenmeli ve değerlendirilmelidir. Türkiye’de ve analizini yaptığımız Ankara’da, toplam

satışlar içerisinde ipotekli satışların oranı önem arz etmektedir. Türkiye’de toplam ve ipotekli konut satışları Şekil 1’de gösterilmektedir.

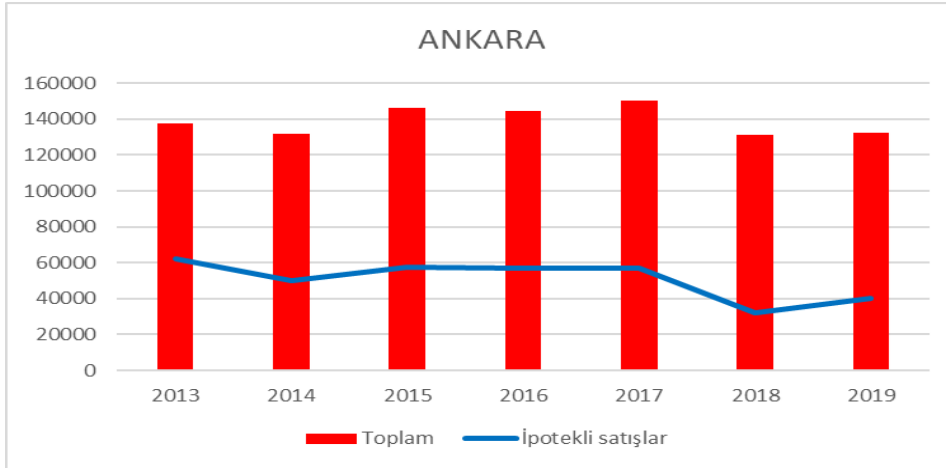
Şekil 1. Türkiye’de Toplam ve İpotekli Konut Satışları



Kaynak: TÜİK, 2020 verileri kullanılarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye’de ipotekli konut satışları, toplam konut satışlarının 2013’de %39,76, 2014’de %33,43, 2015’de %33,69, 2016’da %33,50, 2017’de %33,56, 2018’de %20,10, 2019’da %24,70’ini oluşturmaktadır. Ankara’da toplam ve ipotekli konut satışları Şekil 2’de gösterilmektedir.

Şekil 2. Ankara İlinde Toplam ve İpotekli Konut Satışları



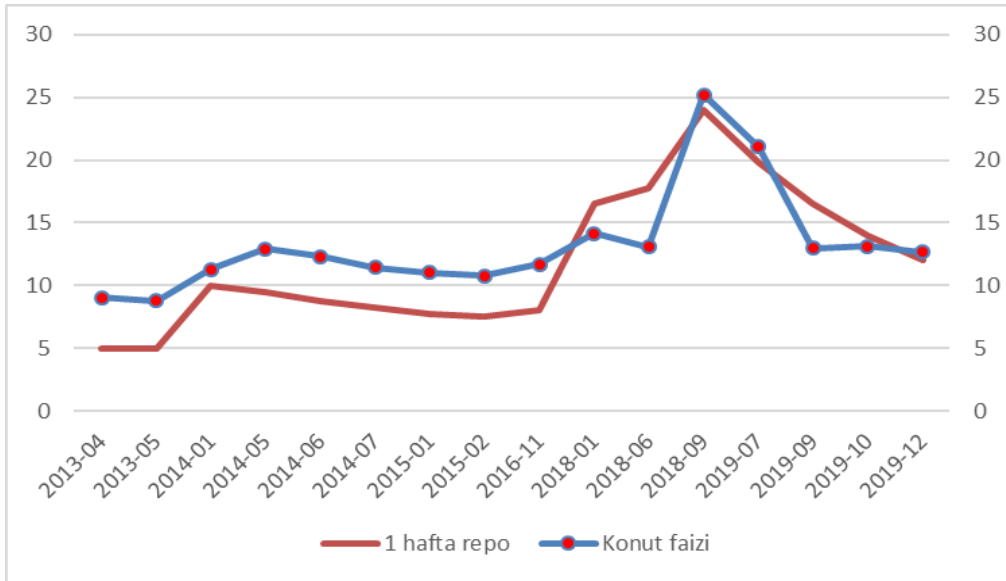
Kaynak: TÜİK, 2020 verileri kullanılarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Ankara’da ipotekli konut satışları, toplam konut satışlarının 2013’de %44,99, 2014’de %37,86, 2015’de %39,31, 2016’da %39,47, 2017’de %37,72, 2018’de %24,28, 2019’da %30,47’ini oluşturmaktadır.

Gerek Türkiye, gerekse Ankara’da, toplam konut satışlarının yaklaşık üçte birinin ipotekli konut satışları ile gerçekleştiği göz önüne alındığında konut kredi faizlerinin önemi bir kez daha ön plana çıkmaktadır.

Merkez Bankası, faiz oranlarını, piyasaları etkilemek amacıyla belirlemektedir (TCMB, 2020c). Dolayısı ile bir hafta vadeli repo ihale faiz oranları (MB politika faizi) ile konut kredi faizleri arasında doğru yönlü bir ilişki bulunması teorik olarak beklenmektedir. Aralarındaki ilişki Şekil 3’de gösterilmektedir.

Şekil 3. Bir Hafta Vadeli Repo İhale Faiz Oranları ve Konut Kredi Faizleri²



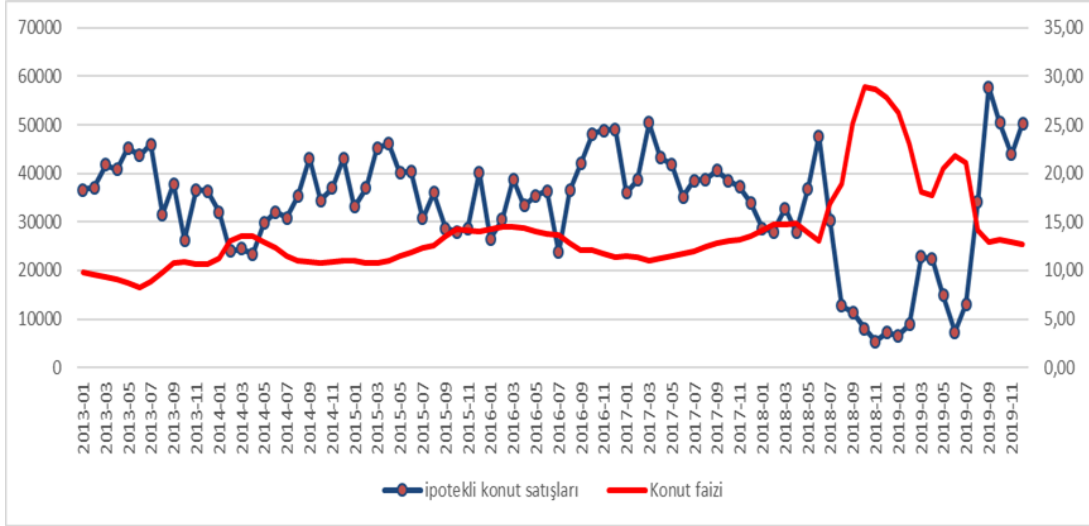
Kaynak: TCMB, 2020a ve TCMB, 2020d, verileri kullanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 3’de istisnai bazı dönemler dışında (2018.01-2018-09 ve 2019.07-2019.10 dönemlerinde) bir hafta vadeli repo ihale faiz oranlarındaki değişim, konut kredi faizlerini şekillendirdiği görülmektedir. İstisnai durumlar görüldüğünde, piyasa dinamiklerinin incelenmesi gerekmektedir. Söz konusu dönemler incelendiğinde, yabancıların konut almasını teşvik etmek için yasal düzenlemelerin yürürlüğe girdiği ve bu durumun konut kredileri faiz oranına yansıdığı görülmektedir (Resmi Gazete, 2017a), (Resmi Gazete,2017b), (Resmi Gazete,2018). Bir diğer etken ise, zaman zaman Merkez Bankasının, belirlediği faiz oranlarının piyasaya yansımalarının gecikmeli olmasıdır.

² Türkiye’de konut kredi faizleri ile ilgili veriler 2013 yılından sonra yayımlanmaya başlamıştır. MB’nın bir hafta vadeli repo ihale faiz oranları ise 2010 yılından itibaren para politikası kurulu toplantıları tarihlerinin peşi sıra yayımlanmaktadır. Bu nedenle 2013 yılından itibaren para politikası kurulu kararlarının yayımlandığı tarihler baz alınarak tablo oluşturulmuştur (2020d).

Konut kredi faizlerinde yaşanacak bir değişim ise negatif yönlü olarak ipotekli konut satışlarına yansımaktadır. Bu durum Şekil 4’de gösterilmektedir.

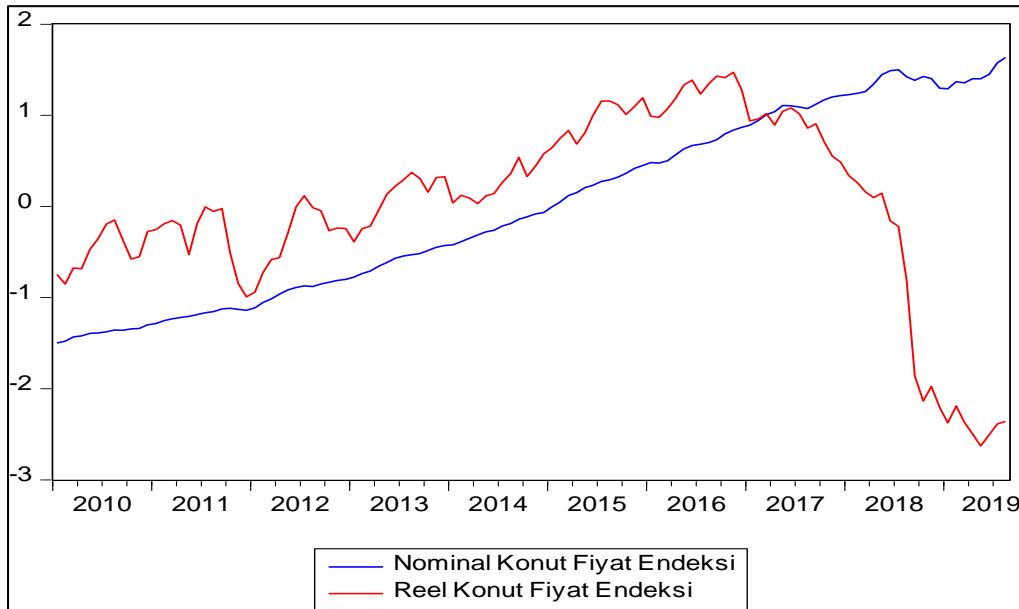
Şekil 4. Konut Kredi Faizleri ve İpotekli Konut Satışları³



Kaynak: TCMB, 2020a, verileri kullanılarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Konut kredi faizlerindeki düşüş, ipotekli konut satışlarını artırmakta, artan konut satışlarının ise nominal konut fiyatlarını artırması teorik olarak beklenmektedir. Şekil 5’de Ankara için nominal ve reel konut fiyat endeksleri sunulmuştur.

Şekil 5. Ankara Nominal ve Reel Konut Fiyat Endeksleri⁴



Kaynak: TCMB, 2020a ve yazarlar.

³ Türkiye genelinde ipotekli satış verilerine 2013 yılından itibaren ulaşıldığı için Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 4’de karşılaştırmak için 2013 yılı başlangıç olarak kabul edilmiştir.

⁴ Grafik için veriler normalleştirilmiştir.

Şekil 5’de, Ankara için nominal ve reel konut fiyat endekslerinin zaman içindeki hareketi normalleştirilmiş seriler kullanılarak verilmiştir. 2010.01’den 2019.08 dönemi sonuna kadar nominal konut fiyat endeksi yükseliş trendi gösterirken, reel konut fiyat endeksi yükselişini 2010:01-2016:12 bitene kadar sürdürmüş, 2017:01’den itibaren düşme eğilimine girmiştir.

2. Konut Balonu Kavramı

Bir yatırımcının daha yüksek bir fiyattan elindeki varlığı satacağı beklentisi ile varlığın fiyatının, temel değerden kopması rasyonel baloncukların varlığını gösterir (İskenderoğlu & Akdağ, 2019, s.1). Rasyonel baloncuklar, rasyonel beklentilere sahip varlık yatırımcılarını dikkate alan modellerdeki varlık fiyat balonlarını ifade eder. Varlık fiyat balonlarını talep yanlı şoklar etkilemektedir. Söz konusu şokları düşük kredi faizi, kredi kullanım kolaylığı, reel gelir artışı, konut alımını teşvik eden vergi politikaları gibi etkenler tetiklemektedir. Talep artışı sonucu oluşacak fiyat artışı, yeni alıcıların piyasaya girmesine neden olur. Yüksek getiri olasılığı nedeniyle fiyatların ortalamalardan sapmalarına rağmen yatırımcılar piyasada kalmayı tercih ederler (Diba & Grossman,1988, s.520-530). İlerleyen süreçte “sürü psikolojisi” ile yeni alıcılarda eklenerek kendi kendini besleyen bir döngü oluşmaktadır. Ancak varlık fiyatlarının daha fazla artamayacağını fark eden yatırımcılar ellerindeki varlıkları satmaya başlarlar. “Sürü psikolojisi” bu kez ters yönde işleyerek, fiyatlar daha da düşmeye başlar (Büyükduman, 2014, s. 83-84; Kansu, 2011, s. 22-26). Burada sayılan süreç konut balonunun oluşması ve sonrasında patlamasına neden olmaktadır.

Bir varlık balonu türü olan konut balonunun, açık ve ortak bir tanımı bulunmamakla beraber, konut fiyatlarının ekonomik temellerden sapması, konut fiyatları ile temel değerler arasındaki bağlantının kopması şeklinde tanımlanabilir. Neo-klasik fiyatlandırma teorisini takiben, temel fiyatlar, konut piyasasının arz ve talep belirleyicileri tarafından belirlenmektedir (Karakoyun & Yıldırım, 2017, s.315).

Temel değeri ifade etmek için kullanılan göstergeler maddeler halinde özetlenmiştir:

- Konut fiyatlarının, kiralara oranı veya kira çarpanı (konut yatırımlarının geri dönüş süreleri): Ortalama konut değerinin 12 aylık kira değerine bölünmesi ile ulaşılmaktadır (TCMB, 2018). Kirada oturan bir hane halkı için, konut fiyat-kira oranı, birbirine yakınlaştıkça konut sahibi olmak rasyonel bir davranış haline gelmektedir (Blanchard & Johnson, 2013, s.332).
- Konut edinebilirlik endeksi: Belirli bir bölgeye yerleşik hane halkının tümü göz önüne alınarak, konut sahibi olabilmek için kaç kişinin, aylık gelirlerinin maksimum %30’unu

ayırıldığı ve bu şekilde ilgili bölgedeki ortalama değere sahip olan bir konutu satın alabileceğini gösterir.

- Konut fiyatlarının gelire oranı veya konut talebinin gelir esnekliği (Karakoyun & Yıldırım, 2017, s.315; Büyükduman,2017, s.88-92).
- Boş konut oranları
- Beklenti (Case & Schiller, 2003).

Bazı iktisat okullarının, konut balonu kavramı ile ilgili değerlendirmeleri ise aşağıda özetlenmiştir:

- Chicago Okulu ve arz-yanlı iktisatçılar; konut piyasasındaki çarpıklıkların veya balon olarak düşünülen varlığın teknoloji şokları gibi gerçek faktörler sonucu olduğunu belirtirken, devletin bu tür gerçek sorunları çözmek için bir şey yapamayacağına inanırlar.
- Keynes ve davranışsal iktisatçılar; “irrasyonel taşkınlık” kavramını kullanarak konut balonunu tasvir etmişlerdir. Bu kavram ile aslında konut balonunun gerçek faktörlerle değil psikolojik istikrarsızlıklar nedeniyle oluştuğunu ifade ederler.
- Avusturya Okulu ise balonların, para politikası manipülasyonlarından etkilendiği ve psikolojik faktörler tarafından tetiklendiğini belirtmişlerdir (Thornton, 2009, ss.3-4).

Konut balonunun göstergesi olan faktörler sıralanabilir:

- Konut fiyatlarının artacağı beklentisi,
- Çevrenin konut sahibi olma yönündeki baskısı,
- Konut fiyatlarının harcanabilir gelirden daha yüksek oranda artması,
- Konut sahipliğinin meydana getirdiği servet etkisi ile diğer varlık getirilerinin sıklıkla karşılaştırılması,
- Konut piyasası dinamiklerinin anlaşılabilir şekilde halka aktarılması,
- Yatırımların risklerine karşı kısıtlı bir algının var olması,
- Konut ile ilgili konuşmaların günlük hayatta artması ve iletişim araçlarında bilgi verilmesidir (Case & Shiller, 2003; Büyükduman, 2014, s. 84-85).

Hane halkı, konut fiyatının yükseleceğini bekliyorsa, yatırım amaçlı konut satın alır, konut sahipleri ise satışı erteler. Böylece konut talebi artarken, konut arzı azalır sonuçta konut fiyatları daha da artar (Gao, Sockin & Xiong, 2019; İçellioğlu, 2013, s.40). Tam tersi bir durumda ve/veya ihtiyaçtan fazla konut arz edilmişse konut fiyatları düşer. Literatürde çoğunlukla pozitif balon

vurgulansa da, negatif balonda gerçekleşebilmektedir. Reel konut fiyatlarının ekonomik temellerden hızlı ve sıra dışı artma eğiliminde olduğu dönemlerde pozitif, hızlı ve sıra dışı bir şekilde düşme eğiliminde olduğu dönemlerde ise negatif konut balonunun olduğu önsel olarak beklenebilir (Yiu, Yu & Jin, 2013, ss.9-10).

3. Literatür

Dünya’da pek çok ülkede SADF ve GSADF sınımaları ile konut fiyatı balon oluşumları ve balon oluşum tarihleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu sağ-yönlü sınımaları kullanan çalışmalardan önemli görülenler bu bölümde özetlenmiştir.

Yiu, Yu, ve Jin (2013), Hong Kong’da konut fiyatlarında balon incelemesini 1994-2011 yılları arasındaki veri setini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Söz konusu dönemde 1995, 1997, 2004 ve 2008 yıllarında pozitif ve 2000, 2001 yıllarında negatif balon tespit edilmiştir. Pavlidis vd. (2013), Avusturalya, Belçika, Kanada, İsviçre, Almanya, Danimarka, İspanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık, İrlanda, İtalya, Japonya, Kuzey Kore, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, İsviçre, Yeni Zellanda, ABD, Kuzey Afrika, Hırvatistan’da konut fiyatlarında balon olup olmadığı son 15 yılın, konut fiyat endeksi veri setini kullanarak araştırmıştır. Çalışma özellikle ABD, İngiltere ve İspanya üzerine odaklanmıştır. Bu ülkelerde, 1900’li yılların sonları ve 2000’li yılların ilk yarısında balonun patladığına ilişkin güçlü kanıtlar görülmüştür. Konut balonunun bulunduğu ülkelerin çoğunda eş zamanlı patlamaya hazır hareket olduğu gözlenmiştir. Chen ve Funke (2013a), Almanya için 1987.3Ç-2012.4Ç dönemini kapsayan veri seti kullanılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda, Almanya’da konut fiyatlarının ekonomik temellerden önemli ölçüde kopuk olmadığı, dolayısıyla spekülasyon konut balonuna dair bir kanıt olmadığı görülmektedir. Chen ve Funke (2013b), 2004-2010 dönemi çeyreklik verileri kullanarak, Çin’de yer alan 35 şehirde konut fiyat balonu araştırması yapmışlardır. 2009 ve 2010 yılları hariç konut fiyatlarının ekonomik temellerden ayrılmadığı, dolayısı ile Çin’de spekülasyon konut fiyatlarına ilişkin kanıtların zayıf olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Oliveira ve Almeida (2014), Brezilya için 2008-2013 dönemi aylık verileri ile konut fiyat balonu incelemesi gerçekleştirmişlerdir. Brezilya’nın iki büyük şehri Sao Paulo ve Rio de Janeiro’da konut balonu olduğu kanıtlanmıştır. Gallagher, Bond ve Ramsey (2015), İrlanda Cumhuriyeti ve Kuzey İrlanda’da 1990.1Ç-2010.4Ç dönemine ait verilerle konut fiyat balonu araştırması yapmıştır. Analiz sonucunda İrlanda Cumhuriyeti’nde 1996.2Ç’den 2007.2Ç2’ye kadar, Kuzey İrlanda’da ise 2005.3Ç’den 2009.1Ç’ye kadar (2007.2Ç’de zirveye ulaşan) konut balonu saptanmış ve iki ülke arasında yayılma etkisi olabileceği ön görülmüştür. Engsted, Hviid, ve Pedersen (2015), OECD ülkeleri içerisinde yer alan Avustralya, Belçika,

Kanada, İsviçre, Almanya, Danimarka, İspanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık, İrlanda, İtalya, Japonya, Hollanda, Norveç, Yeni Zelanda, İsveç ve ABD’de konut balonu olup olmadığı araştırmışlardır. Bu amaçla 1970-2013 yılları arasında konut fiyat endeksi çeyreklik verileri kullanılmıştır. Avustralya, Belçika, Kanada, İsviçre, Danimarka, İspanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık, İrlanda, Japonya, Hollanda, Norveç, Yeni Zelanda, İsveç ve ABD’de konut fiyatlarında balon varlığı tespit edilmiştir. Zeren ve Ergüzel (2015), Ankara, İstanbul ve İzmir illerinde konut balonu incelemesi gerçekleştirmiştir. Söz konusu olan üç ilin, 2010.01-2014.06 dönemi aylık reel konut fiyat endeksi verileri kullanılmıştır. Türkiye’nin üç büyük şehrinde konut fiyatlarında balon olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Konut fiyatları 7-8 yıl boyunca aynı oranda artmaya devam ederse, Türkiye’de konut balonu oluşabileceği ileri sürülmüştür. Caspi (2016), çalışmasında, İsrail’de ulusal veya bölgesel bir konut balonunun var olup olmadığını araştırmıştır. 1999.01-2013.07 aylarını kapsayan fiyat/kira oranı ile ilgili mevsimsellikten arındırılmış konut fiyat endeksi kullanılmıştır. Çalışmada ulaşılan sonuç, ulusal ve bölgesel düzeydeki verilerin konut balonu senaryosu ile tutarsız olduğunu göstermektedir. Escobari ve Jafarnejad (2016) çalışmalarında, ABD’de konut fiyat balonu araştırması gerçekleştirmiştir. Bu amaçla 1980.01-2013.09 dönemi 405 aylık veri kullanarak Ağustos-Kasım 1990, Şubat-Nisan 1993, Ekim 1996-Nisan 1998 ve Kasım 2003 ve Haziran 2007 olmak üzere dört spekülasyon balon tespit edilmiştir. Shi, Valadkhani, Smyth, ve Vahid (2016), Avustralya’daki eyaletlerin başkentleri olan Adelaide, Brisbane, Canberra, Hobart, Melbourne, Perth ve Sydney’de konut balonu incelemesi yapılmıştır. Bu amaçla 1995.12-2015.08 dönemi aylık verileri kullanılmıştır. 2000’li yılların başlarında tüm başkentlerde spekülasyon davranış derecesi değişkenlik göstermiştir. Sydney ve biraz gecikmeyle Melbourne, konut fiyatlarında, kiralara kıyasla belirgin bir artış olduğuna dair önemli kanıtlar sergilemiştir. Farklı başkentlerde farklı sürelerde konut fiyat balonları kanıtlarına ulaşılmıştır. Coşun ve Jadevicius (2017), Ankara, İstanbul ve İzmir illerinde konut balonu araştırması gerçekleştirilmiştir. Kullanılan veriler 2010.01-2014.12 dönemini kapsamaktadır. İncelenen dönemde Türkiye’de konut fiyatlarında konut balonuna rastlanmadığı ancak konut fiyatlarında potansiyel bazı değerlemelerle dikkate değer artışlar yaşandığı sonucuna varmışlardır. Afşar ve Doğan (2018), reel konut fiyat endeksi ve reel kira fiyat endeksini referans alarak Türkiye’de konut balonu incelemesi yapmıştır. Bu amaçla, 2010.01-2017.11 dönemi için Türkiye’de konut balonu olmadığı yönünde bulguya ulaşılmıştır. Hu ve Oxley (2018), Japonya için 1970.1Ç-1999.4Ç dönemi verilerini kullanarak konut fiyat balonu olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Mandacı ve Çağlı (2018), Türkiye geneli, Ankara, İstanbul ve İzmir illerinde, konut fiyatlarında spekülasyon balon ihtimali olup olmadığı, balon var ise oluşma zamanlarını belirlemeyi amaçladıkları makalelerinde 2010.01-2017.11 dönemi verileri ile Türkiye geneli, Ankara, İstanbul ve İzmir’de ve Anadolu’nun

batı ve kıyı şeridi bölgelerinde spekülâtif konut balonları olduğu bulgularına ulaşılmıştır. İskenderoğlu ve Akdağ (2019) çalışmalarında Türkiye geneli, Ankara, İstanbul ve İzmir illerinde, konut fiyatlarında balon oluşup oluşmadığını incelemişlerdir. 2010.01- 2018.12 dönemini kapsayan aylık reel hedonik konut fiyat endeksi veri setini kullanmışlardır. SADF ve GSADF testlerine göre Türkiye geneli, İstanbul ve İzmir illerinde konut balonu olduğu tespit edilmiş, Ankara'da ise SADF test sonucuna göre konut balonu olduğu, GSADF test sonucuna göre konut balonu olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

4. Varlık Fiyatları için Balon Testleri: Ekonometrik Yaklaşım

Konut fiyatlarında balon varlığını ve balon oluşan dönemlerin uzunluğunu test etmeyi amaçlayan yöntemler geleneksel regresyon modelleri, VAR modelleri, eşbütünleşme analizleri ve sağ-yönlü ADF testleri olarak toplulaştırılabilir. Özellikle rasyonel balonların araştırılmasında kullanılan sağ-yönlü ADF testleri yaklaşımı güncel ve istatistiksel olarak güçlü bir testtir. Bu test yaklaşımı ile ilgili çalışmaların önemli bir bölümü Phillips, Wu, ve Yu (2011a) ve Phillips, Shi, ve Yu (2015) çalışmaları ile balonların varlığının ve ortaya çıktığı dönemlerin saptanması (date-stamp) için zaman serisi yöntemlerini uygulaması ile başlar. Burada temel yenilik, özyinelemeli (recursive) sağ-yönlü birim kök testlerinin kullanılmasıdır. Bu testler balon oluşumlarının tespit edilmesinde güçlü sınaama özellikleri sergiler.

Varlık fiyatlarında balonların tespit edilmesi amacıyla yakın dönemlerde uygulanmaya başlayan sağ-yönlü birim kök (Rtadf - right tailed ADF) testlerinden biri olan SADF (Supremum ADF - Eküs⁵ ADF) ve GSADF (Generalized Supremum ADF - Genelleştirilmiş Eküs ADF) testlerinde sıfır ve alternatif hipotezlerin belirlenmesi ve regresyon modelinin tanımlanması gereklidir (Phillips, Shi ve Yu, 2014, s.316). En çok kullanılan sağ-yönlü birim kök testlerinden biri olan SADF testi, Phillips, Wu, ve Yu (2011a) tarafından önerilmiştir. SADF testi ADF modelinin tekrarlayan tahminine dayanır ve karşılık gelen ADF istatistik dizisinin alt değeri olarak elde edilir ve denklem (1)'de verilen otoregresif süreç en küçük kareler ile tahmin edilir (Phillips, Shi ve Yu, 2013).

Bu yöntemler, verilerde bir ya da birden fazla balon olduğunda, balon oluşum olaylarını test etmek ve tarihlendirmek için yeni bir metodoloji kullanır. Bu yenilik, özyinelemeli ve aktarmalı ADF birim kök sınaaması temellidir ve genişleyen pencere yapısıyla sağ-yönlü ADF sınaama istatistiği kullanır. Phillips, Wu ve Yu (2011a)'de benimsenen yaklaşım, özyinelemeli sağ-

⁵ Üstten sınırlı bir kümenin üst sınırlarının en küçüğü.

yönlü ADF birim kök test istatistiği dizisi temeline dayanan bir eküs ADF (SADF) testi kullanır. Bu metodoloji aynı zamanda bir balonun oluşum ve sona erme noktalarını belirleyen bir tarih belirleme stratejisine sahiptir. Verilerde tek bir balon olduğunda SADF testi, çok sayıda balon olduğu durumda ise GSADF testi tarih belirleme stratejisini tutarlı olarak gerçekleştirir.

4.1. SADF Testi

Standart ADF test regresyonu denklem (1)'de verilmiştir.

$$y_t = \mu + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \varphi_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim iid(0, \sigma^2) \quad (1)$$

ADF istatistiği ise

$$ADF = \hat{\delta} / SE \hat{\delta} \quad (2)$$

İşlemi ile hesaplanır. Burada SE , δ için EKK ile tahminin standart hatasıdır.

Denklem (1)'de y_t balon içeren bir değişken, μ sürüklenme (drift) terimi, φ_i otoregresif parametre, k gecikme uzunluğu ve Δ fark işlemcisidir. Geleneksel olarak denklem (1), birim kökün varlığını belirten sıfır hipotezini ($H_0: \delta = 0$), durağanlığı ifade eden alternatifine karşı ($H_0: \delta < 0$) test etmek için kullanılır. Geleneksel test süreci sol-yönlü alternatif hipotez içerir.

Balonun varlığının sınanması için standart test, patlayıcı davranış biçimi (explosive behavior) gösteren kök için sağ-yönlü alternatifine uyarlanabilir. Diğer bir ifadeyle patlayıcı süreçlerde birim kökü test etmek için kullanılır (Phillips, Wu ve Yu, 2011a).

$$H_0: \delta = 1$$

$$H_1: \delta > 1$$

SADF testi, ileri yönlü genişleyen bir örnek dizisi üzerinde ADF modelinin tekrarlanan tahminine dayanır ve test, karşılık gelen ADF istatistik dizisinin eküs değeri olarak elde edilir (Phillips, Shi ve Yu, 2013). Özyinelemeli regresyonlarda, denklem (1), her geçişte bir gözlemle artırılan örnek verilerin alt kümeleri kullanılarak tekrar tekrar tahmin edilir (Phillips, Wu ve Yu, 2011a). Sıfır hipotezinin reddedilmesi seride balonun varlığını istatistiksel olarak kanıtlar.

Bu testin temeli, birim kökü alternatif sağ yönlü patlayıcı hipoteze karşı test etmek için özyinelemeli regresyon tekniklerini kullanmaktır. Simülasyon çalışmaları ile geleneksel eşbütünleşme testlerine göre periyodik olarak sönen balonları tespit etme gücünün daha fazla

olduğu gösterilmiştir (Chang ve Gupta, 2014) SADF yöntemi, sıfır hipotezini sürüklenme terimi olmadan rastgele bir yürüyüş işlemi olarak belirtir ve gecikme uzunluğu k belirlendikten sonra bir sürüklenme terimi ile regresyon modelini tahmin eder. SADF testi, ADF istatistiğinin genişleyen pencereler halinde yeniden hesaplanmasına dayanır.

Yöntemin işleyişinde basitlik için orijinal örnek kitle T ile normleştirilerek, örnek aralığı $[0;1]$ olarak belirlenir. Denklem (1), her zaman ilk gözlemle başlayan ancak son gözlemi değişen her alt örnek için tekrar tekrar tahmin edilir. r_1 'in 0'a sabitlenmiş (kesirli) başlangıç noktası olduğunu varsayılır ve r_2 ise her örneğin (kesirli) bitiş noktasıdır. Diğer ifadeyle, r_1 ve r_2 ilk ve son gözlemlerdir. Regresyonun (kesirli) pencere boyutu r_w , $(r_2 - r_1)$ 'e eşit olarak hesaplanır. Uygulayıcı tarafından belirlenen ilk pencere boyutu r_0 ile ifade edilir. Pencere sayısı, r_0 'dan örnek boyutu 1'e genişler: $r_2 = r_w$, $r_2 \in [0, 1]$. ADF test istatistiği bu alt örneklerin her biri için hesaplanarak dizi oluşturulur.

Sonuç olarak, pencere sayısı her seferinde bir gözlem artırılarak, $r_2 \in [r_0, 1]$, regresyon özyinelemeli olarak tahmin edilir. Her tahmin, ADF_{r_2} olarak belirtilen bir ADF istatistiğini verir. Tahmin sürecinin son adımı örneği bir bütün olarak kullanır ($r_2 = 1$ ve ADF_1). Nihai olarak SADF istatistiği, $r_2 \in [r_0, 1]$ dizisi için ADF_{r_2} 'nin eküs değeri olarak tanımlanır.

$$SADF(r_0) = \sup \{ADF_{r_2}\} \quad (3)$$

$$r_2 \in [0, 1]$$

Bu süreçte, sıfır hipotezini test ederken gerekli olan kritik değerler geleneksel ADF birim kök testinde kullanılanlardan farklı olacaktır, çünkü artık standart olmayan dağılımın sağ kuyruğuna gereksinim vardır (Caspi, 2016).

4.2. GASDF Testi

GSADF testi, SADF testinde olduğu gibi özyinelemeli sağ yönlü ADF testlerine dayanır, ancak farklı olarak uygulamada esnek pencere genişlikleri kullanır. GSADF testi, özyinelemenin başlangıç noktasını ilk gözlemde sabitlemek yerine, uygun bir esnek pencere aralığında özyinelemenin hem başlangıç noktasını hem de bitiş noktasını değiştirerek örnek kapsamını genişletir. GSADF testi verilerin daha fazla alt örneğini kapsadığından ve daha fazla pencere esnekliğine sahip olduğundan, verilerde birden fazla patlama oluştuğunda patlayıcı davranış biçimini tespit etmede SADF testinden daha iyi performans gösterecek şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle GSADF testi, uzun zaman boyutlu zaman serilerini analiz etmek için daha uygundur.

GSADF testi, ileri doğru genişleyen örnek dizisine sağ yönlü ADF testini tekrar tekrar uygular ve karşılık gelen ADF istatistik dizisinin eküs fonksiyonundan çıkarım yapar. Burada, ADF istatistikleri daha geniş bir örnek dizisine dayalı olarak hesaplanır ve her örnek için $ADF_{r_1}^{r_2}$ ile gösterilir. GSADF istatistikleri r_1 ve r_2 'nin uygun aralıkları üzerindeki en büyük ADF istatistiği olarak tanımlanabilir.

Phillips, Shi, ve Yu (2015) tarafından önerilen geliştirilmiş SADF (GSADF) testi, daha esnek tahmin pencerelerine izin vererek SADF testini geliştirir. Burada SADF sürecinden farklı olarak, başlangıç noktası r_1 , $[0, r_2 - r_0]$ aralığında değişebilir.

$$GSADF(r_0) = \sup \{ADF_{r_1}^{r_2}\} \quad (4)$$
$$r_2 \in [r_0, 1]$$
$$r_1 \in [0, r_2 - r_0]$$

SADF ve GSADF istatistiklerinin kritik değerleri için iki ana yöntem kullanılabilir. Monte Carlo simülasyonlarına dayanan ilk yöntem Phillips, Wu, ve Yu, (2011a), Phillips ve Yu (2011b) ve Phillips, Shi ve Yu (2015) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde asimptotik kritik değerler sayısal simülasyonlarla elde edilir. Bootstrap yöntemine dayanan ikinci yöntem ise Gutierrez (2011), Harvey, Leybourne, ve Taylor (2016) ve Milunovich, Shi ve Tan (2016) tarafından geliştirilmiştir.

5. Ekonometrik Bulgular

Konut fiyatlarında eğitim kurumlarının açılma/kapanma dönemleri, kamu personelinin tayin dönemleri, yurtdışında çalışan vatandaşlarımızın konut talepleri gibi nedenlerle oluşan mevsimsel etkiler görülmektedir. Analizin veri setini 2010.01-2019.08 dönemine ait TCMB Ankara ili aylık nominal konut fiyat endeksi oluşturmaktadır. TÜFE ile reel konut fiyat endeksi serisi oluşturulmuş ve Tramo/Seats ile mevsimsel etkiden arındırılmıştır (TCMB, 2019a; TÜİK, 2019). Bu bölümde reel konut fiyat endeksinde rasyonel balonun/balonların olup olmadığı sağ-yönlü GSADF sınaması ile araştırılacaktır.

Bu çalışmada, Ankara ili reel konut fiyat endeksinde rasyonel balonun varlığının araştırılmasıyla birlikte, balonun varlığında 116 aylık örnek dönemi boyunca balon oluşum ve sonlanma tarihlerinin belirlenmesi de amaçlanmıştır. Tablo 1, sonlu örnek kritik değerleri ile birlikte reel konut fiyatı serisi için denklem (4)'de verilen GSADF test istatistiklerini göstermektedir.

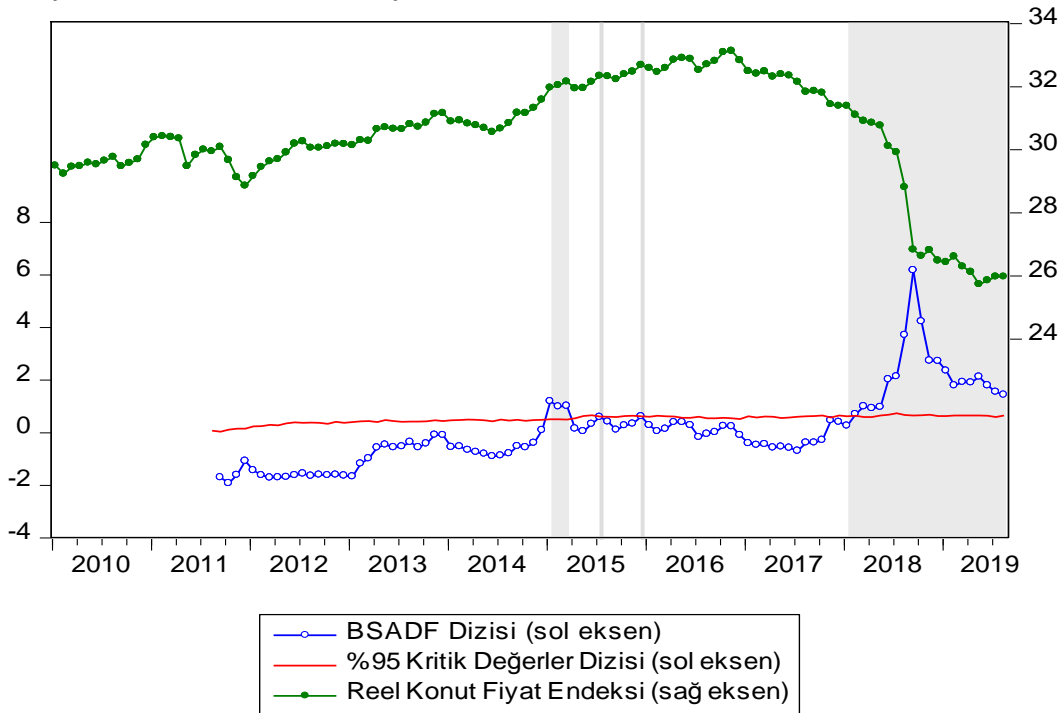
Tablo 1. GSADF Test Sonuçları

<i>GSADF istatistiği</i>	6,1473
<i>Olasılık değeri</i>	(0,000)
<i>Sonlu örnek kritik değerleri</i>	
%90	1,7020
%95	2,0211
%99	2,7601

Notlar: 1. Kritik değerler Monte Carlo simülasyonları ile 2000 deneme ile bulunmuştur. 2. En uygun pencere sayısı 21'dir. 3. $(116 - 21) * 2000 = 190\ 000$ sayıda regresyon tahmin edilmiştir. 4. Olasılık değeri sağ-yönlü test içindir.

GSADF test istatistiği %99 güven düzeyinde kritik değerın üzerindedir. Buna göre, istatistiksel olarak oldukça güçlü bir bulgu ile Ocak-2010 ile Ağustos-2019 dönemi içinde Ankara ili reel konut fiyat endeksinde rasyonel balon olduğu söylenebilir. Balon varlığının kanıtlanmasının ardından, örnek dönemi boyunca kaç balon oluştuğu ve balon oluşum-bitiş tarihleri tutarlı olarak belirlenebilir. Tarih belirleme işlemi Phillips ve Yu (2009), Homm ve Breitung (2012) ve Phillips, Shi ve Yu (2015) tarafından geliştirilmiştir ve yöntemin esası GSADF testinin geriye doğru genişleyen örnek dizisinde uygulanmasıdır (Backward sup ADF – BSADF). Bir balon oluşumunun başlangıç noktası, BSADF dizisinin kritik değeri yukarı doğru kesmesi ile başlar ve aşağı doğru kesmesiyle tamamlanır.

Şekil 6. Konut Balonu Oluşum Dönemleri



Şekil 6'da, Ankara ili reel konut fiyat endeksinde rasyonel balon oluşumlarını göstermektedir. Ocak-Mart 2015 ile Şubat-2018/Ağustos-2019 döneminde %95 güven düzeyinde

rasyonel konut balonu oluşumu gözlenmiştir. Birinci balon dönemi üç ay içinde oluşup tamamlanmıştır. Son ve büyük balon dönemi ise veri setinin son dönemine kadar bitmemiş olup kritik değerin üzerinde seyretmektedir. 2015 yılında Temmuz ve Aralık aylarında ise iki defa balon oluşum denemesi gözlenmiştir. 2016-2017 döneminde ise üç defa kritik değere yakın oluşum gözlenmiştir. Örnek dönemi içinde balon oluşum sayısı birden fazla olduğu için SADF testi uygulanmamıştır.

Genel Değerlendirme ve Sonuç

ABD’de 2008 yılında, konut fiyatları temel değerlerden sapmış ve oluşan konut balonun patlaması ile hem ABD’de hem de uluslararası piyasalarda önemli kayıplar yaşanmıştır. Krizin konut fiyatları kaynaklı olması, konut balonu incelemesinin önemini göstermiştir.

Literatürde konut fiyatlarında balon varlığını sorgulayan ekonometrik yöntemler; geleneksel regresyon modelleri, VAR modelleri, eş bütünleşme analizleri ve sağ-yönlü ADF testlerinden oluşmaktadır. Sağ-yönlü ADF testleri yaklaşımı güncel ve istatistiksel olarak güçlü bir test niteliği taşıdığı için bu çalışmada kullanılmıştır. Uygulanan yöntemin, konut balonu potansiyeli açısından, erken uyarı göstergesi niteliğinde olduğunu düşünmekteyiz.

Ekonometrik bulgular, Ankara’da mevsimlik etkiden arındırılmış reel konut fiyatlarının 2010.01-2014.12 döneminde ekonomik temellerden önemli ölçüde ayrılmadığı, herhangi bir balon oluştuğuna dair kanıt bulunmadığı yönündedir. 2015.01 ile 2015.03 döneminde, test değeri kritik değeri yukarı yönlü geçerek küçük bir rasyonel konut balonu oluşmuş ve daha sonra sönüştür. 2015.04-2018.02 arasında dalgalanmalar bulunmakla beraber, kritik değere yakın beş farklı nokta göze çarpmaktadır. 2018.02-2019.08 döneminde ise büyük bir balon oluşmuştur. Söz konusu balon 2018.09 zirve yapmış daha sonra şiddetini kaybetmekle beraber kritik değerin üzerinde seyretmeye devam etmektedir.

2010.01-2019.08 döneminde Ankara’da nominal konut fiyatlarında yaşanan artış, konut yatırımcılarında pozitif yönlü fiyat yanılıgısı oluşturmaktadır. Oysa reel konut fiyatları incelendiğinde, reel fiyatların 2016 yılı sonuna kadar yükseliş eğilimindeyken, sonrasında keskin bir düşüş eğilimine girdiği görülür. Bu olgu, arz fazlası olduğu bilinen Ankara için konut balonu araştırması yapılmasına neden olmuştur.

ABD’de de, mortgage piyasası kurulduktan yaklaşık otuz sekiz yıl sonra konut fiyatları kaynaklı krizin ortaya çıktığı göz önüne alındığında, Türkiye’de konut finansman sisteminin

canlanması durumunda Ankara’da görülen konut balonunun diğer büyük şehirlerle birlikte, kriz yaratma konusunda risk oluşturacağı öngörülebilir.

Toplam konut satışlarının, hem Türkiye genelinde hem de Ankara’da, yaklaşık üçte biri ipotekli konut satışları ile gerçekleşmektedir. İpotekli konut satışları ile konut kredileri arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Konut kredilerini şekillendiren ise, istisnai durumlar dışında bir hafta vadeli repo ihale faiz oranıdır ve pozitif ilişki göstermesi beklenmektedir. Ancak zaman zaman konut sektörüyle ilgili yasal bir düzenlemenin yapılması gibi istisnai durumlarda kısa süreliğine negatif ilişki görülmektedir. Para politikası kurulu, politika faizi olan bir hafta vadeli repo ihale faiz oranını 13 Eylül 2018’den %24’den başlayarak sürekli düşürmüş, en son 18.03.2020’da 9,75 seviyesine indirmiştir (TCMB, 2020b). Politika faizindeki bu düşüşün konut kredilerine yansımaları gecikmeli olmaktadır. Söz konusu yansıma gerçekleştiğinde konut fiyatlarının artması ve buna bağlı olarak konut balonu oluşması teorik açıdan mümkün olabilir. Ancak uygulamada konut kredisi için alınan krediler her zaman konut alımı için değerlendirilmemekte, ruhsat devri yapılarak, alınan krediler başka amaçlarla kullanılabilir.

Bir hafta vadeli repo ihale faiz oranlarının konut kredilerine yansımaları gecikmeli olduğu için çalışmamızın verilerinde etkisi görülmemektedir. İleriki dönemlerde gerçekleştirilecek çalışmalarda söz konusu yansımanın konut satışlarına olan etkisi, bu etkiye bağlı olarak konut fiyatlarında görülecek değişim yakından incelenerek konut balonu oluşup oluşmadığı analiz edilmelidir.

Ülkemizde konut fiyatlaması ile ilgili veri seti ne henüz istenilen düzeyde değildir. Sektörde oluşan göreceli büyüme ve bu büyüme ile ilgili iktisadi/ekonometrik araştırmalara olan gereksinim, sektöre ait özel verilerin takip edilmesini zorunlu kılmaktadır.

Kaynakça

- Acemoğlu, D., Laibson, D. and List, J.A. (2016). *Makroekonomi*. (Birinci Baskı). İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Afşar, A., Doğan, E. (2018). Analyzing asset of bubbles in the housing market with right-tailed unit root tests: The case of Turkey. *Journal of Business Economics and Finance*, 7(2), 139-147.
- Blanchard, O., Johnson, D.R., (2013). *Macroeconomics* (Sixth Edition). United States of America: Pearson Education.
- Büyükduman, A. (2014). *Bir kent efsanesi konut balonu*. (1. Baskı). İstanbul: Scala Yayıncılık.
- Case, K. E. and Shiller, R. J. (2003). Is there a bubble in the housing market? *Brookings Papers on Economic Activity*, (2), 299-362.
- Caspi, I. (2016). Testing for a housing bubble at the national and regional level: The case of Israel. *Empirical Economics*, 51, 483–516.
- Chang, T., G.C. Aye and Gupta, R. (2014). Testing for multiple bubbles in the BRICS stock markets. *University of Pretoria Department of Economics Working Paper Series 2014-7*.
- Chen, X., and Funke, M. (2013a). Renewed momentum in the German housing market: boom or bubble?, *CESifo Working Paper*, No. 4287, Center for Economic Studies and Ifo Institute (CESifo), Munich.
- Chen, X. and Funke, M. (2013b). Real-time warning signs of emerging and collapsing Chinese house price bubbles. *National Institute Economic Review*, 223(1), 39-48.
- Coşkun, Y. and Jadevicius, A. (2017). Is there a housing bubble in Turkey? *Real Estate Management and Valuation*, 25(1), 48-73.
- Diba, B.T. and Grossman, H.I. (1988). Explosive rational bubbles in stock prices?. *The American Economic Review*, 78, 520-530.
- Eğilmez, M. (2008). *Küresel finans krizi piyasa sisteminin eleştirisi*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Engsted, T., Hviid, S. J. and Pedersen, T. Q. (2015). Explosive bubbles in house prices? Evidence from the OECD countries. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 40, 14-25.
- Escobari, D., Jafarinejad, M. (2016). Date stamping bubbles in real estate investment trusts. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 60, 224-230.
- GABORAS. (2020). *Şehir analizleri*. Erişim Tarihi: 05.02.2020, <https://statistics.gaboras.com.tr/>.
- Gallager, E., Bond D. and Ramsey, (2015). Northern Ireland's property market bubble: A preliminary analysis. *Applied Economics Letters*, 1, 61-65.
- Gao, Z., Sockin, M. and Xiong, W. (2019). Economic consequences of housing speculation. Erişim Tarihi: 11.01.2019, <https://www.princeton.edu/~wxiong/papers/Speculation.pdf>.
- Gutierrez, L. (2011). Bootstrapping asset price bubbles. *Economic Modelling*, 28(6), 2488–2493.
- Güler, İ. (2019). *İktisadi kalkınma temelinde gayrimenkul ekonomisi*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- GYODER (2019). *GYODER göstergesi, Türkiye gayrimenkul sektörü 2019 3ç raporu*. Erişim Tarihi: 01.07.2019 <https://www.gyoder.org.tr/en/publications/gyoder-indicator>.

- Harvey, D. I., Leybourne, S. J., Sollis, R. and Taylor, A. R. (2016). Tests for explosive financial bubbles in the presence of non-stationary volatility. *Journal of Empirical Finance*, 38, 548-574.
- Himmelberg, C., Mayer, C. and Sinai, T. (2005). Assessing high house price: Bubbles, fundamentals and misperceptions. *Journal of Economic Perspectives*, 19(4), 67-92.
- Homm, U. and Breitung, J. (2012). Testing for speculative bubbles in stock markets: A comparison of alternative methods. *Journal of Financial Econometrics*, 10(1), 198–231.
- Hu, Y. and Oxley, L. (2018). Bubble contagion: Evidence from Japan’s asset price bubble of the 1980-90s. *Journal of the Japanese and International Economies*, 50, 89-95.
- İçellioğlu, C. Ş. (2013). *Gayrimenkul ekonomisi*. İstanbul: Derin Yayınları.
- İskenderoğlu, Ö. ve Akdağ, S. (2019). Türkiye’de reel konut fiyatlarında balonların varlığı üzerine uygulamalı bir analiz. *Business and Economics Research Journal*, 10(5), 1085-1093.
- Kansu, A. (2011). *Konut balonundan finansal krize: ABD Mortgage krizi*. İstanbul: Scala Yayıncılık.
- Karakoyun, H. D., ve Yıldırım, N. (2017). Demand-side factors of housing price increases in Turkey: Blanchard-Quah SVAR model. *Business and Economic Horizons (BEH)*, 13(1232-2017-2424), 312-332.
- Krugman, P. and Wells, R. (2011). *Makro iktisat*. (İkinci Baskıdan Çeviri). (çevirenler, Fuat Oğuz, vd.) Ankara: Palme Yayınları.
- Mandacı, P. E. ve Çağlı, E. Ç. (2018). Türkiye konut piyasasında balon var mı? İstatistiki bölge birimleri üzerine bir analiz. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 55(646), 85-113.
- Milunovich, G., Shi, S. and Tan, D. (2016). Bubble detection and sector trading in real time. *Quantative Finance*, 19(2), 247-263.
- Oliveira, M. M., Almeida, A. C. (2014). Testing for rational speculative bubbles in the Brazilian residential real-estate market. *Risk management post financial crisis: a period of monetary easing, contemporary studies in economic and financial analysis*, 401-416.
- Pavlidis, E., Grossman, V., Martínez-García, E., Mack, A., Paya, I., Peel, D. and Yusupova, A. (2013). Monitoring housing markets for episodes of exuberance: an application of the Phillips et al.(2012, 2013) GSADF test on the Dallas Fed International House Price Database. *Federal Reserve Bank of Dallas Globalization and Monetary Policy Institute Working Paper*, (165).
- Phillips, P.C.B. and Yu, J. (2009). Limit theory for dating the origination and collapse of mildly explosive periods in time series data. *Singapore Management University, Research Collection School Of Economics*, (4), 1-26.
- Phillips, P.C.B., Wu, Y. and Yu, J. (2011a). Explosive behavior in the 1990s NASDAQ: When did exuberance escalate asset values?. *International Economic Review*, 52(1), 201–226.
- Phillips, P.C.B. and Yu, J. (2011b). Dating the timeline of financial bubbles during the subprime crisis. *Quantative Economics*, 2(3), 455–491.
- Phillips, P. C. B., Shi, S. and Yu, J. (2013). *Testing for multiple bubbles: limit theory of real time detectors*. I-75. Research Collection School of Economics. Erişim Tarihi: 05.11.2019, https://ink.library.smu.edu.sg/soe_research/1511.
- Phillips, P. C. B., Shi, S. and Yu, J. (2014). Specification sensitivity in right-tailed unit root testing for explosive behaviour. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 76(3),315-333.

- Phillips, P.C.B., Shi, S. ve Yu, J. (2015). Testing for multiple bubbles: Historical episodes of exuberance and collapse in the S&P 500. *International Economic Review*, 56(4), 1043-1078.
- Resmi Gazete (2017a). *Türk Vatandaşlığı Kanununun Uygulanmasına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*. 12 Ocak 2017 tarihli ve 29946 Sayılı Resmi Gazete.
- Resmi Gazete (2017b). *Bazı Alacakların Yeniden Yapılandırılması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına İlişkin Dair Kanun*. 8 Mart 2017 tarihli ve 30001 Sayılı Resmi Gazete.
- Resmi Gazete (2018). *Türk Vatandaşlığı Kanununun Uygulanmasına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*. (Karar Sayısı: 106), 19 Eylül 2018 tarihli 30540 sayılı Resmi Gazete.
- Ricardo, D. (1951), *On the principles of political economy and taxation*, as Vol. 1 in P. Sraffa (Ed.) with the collaboration of M. H. Dobb, *The Works and Correspondence of David Ricardo*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Shi, S., Valadkhani, A., Smyth, R. and Vahid, F. (2016). Dating the timeline of house price bubbles in Australian capital cities. *Economic Record*, 92(299), 590-605.
- SPK (2020), *Gayrimenkul yatırım ortaklıkları*, Erişim tarihi: 04.02.2020, <https://www.spk.gov.tr/Sayfa/AltSayfa/833>.
- T.C. Merkez Bankası (2018). *Merkezin Güncesi, Konut Yatırımlarının Geri Dönüş Süresi*.
- T.C. Merkez Bankası (2019a). *Konut fiyat endeksi*. Erişim tarihi: 10.09.2019, https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?/evds/serieMarket/#collapse_26.
- T.C. Merkez Bankası (2019b). *Merkezin güncesi, konut arzı bize ne söylüyor?*, Erişim tarihi: 01.01.2020, <https://tcmbblog.org/wps/wcm/connect/blog/tr/main%20menu/analizler/konut%20arzi%20bize%20ne%20soyluyor>.
- T.C. Merkez Bankası (2020a). *Konut satışları ve konut kredi faizleri*, Erişim tarihi: 06.02.2020, <https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?/evds/dashboard/1078>.
- T.C. Merkez Bankası (2020b). *Faiz oranlarına ilişkin basın duyuruları*, Erişim tarihi: 30.03.2020, <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Duyurular/Basin>
- T.C. Merkez Bankası (2020c). *Merkez Bankası faiz oranları*, Erişim tarihi: 08.02.2020, <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Temel+Faaliyetler/Para+Politikasi/Merkez+Bankasi+Faiz+Oranlari/>
- T.C. Merkez Bankası (2020d). *1 hafta repo*, Erişim tarihi: 09.02.2020, <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Temel+Faaliyetler/Para+Politikasi/Merkez+Bankasi+Faiz+Oranlari/1+Hafta+Repo>
- Thornton M., (2009). The economics of housing bubbles. *Housing America: Building out of a crisis*, 237-262.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2019). *Tüketici fiyat endeksi*, Erişim tarihi: 03.10.2019 <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2020). *Konut satış istatistikleri*. Erişim tarihi: 06.02.2020 <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33875>.

- Yiu, M. S., Yu, J. and Jin, L. (2013). Detecting bubbles in hong kong residential property market. *Journal of Asian Economics*, 28, 115–124.
- Zeren, F., Ergüzel, O. S. (2015). Testing for bubbles in the housing market: Further evidence from Turkey. *Financial Studies*, 19(1).

Türkiye’de Kadın İşsizlik Oranlarının Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri İle İncelenmesi

Fatih ÇEMREK*

Tuğba ŞEKER**

Geliş Tarihi (Received): 18.03.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 03.06.2020

Öz

Gelişmekte olan bir ekonomisi olan Türkiye için de iktisadi bir problem teşkil eden işsizliği azaltmak en önemli ekonomi politikaları arasındadır. İşsizliği azaltmak üzere yapılan çalışmalar ülkelere göre farklılık göstermesine rağmen, her ülke için işsizlik, mücadele edilen önemli ekonomik sorunlar arasında yer almaktadır. Bundan dolayı, işsizlik probleminde ilişkin çok sayıda teorik ve ampirik araştırmalar yapılmaktadır. Literatür incelendiğinde işsizlik sorununa ilişkin olarak iktisat teorisi 3 temel yaklaşımı ortaya koymaktadır. Bunlar işsizlik histeri hipotezi, doğal oran hipotezi ve yapısalcı yaklaşım olarak ifade edilmektedir. İşsizlik histeri hipotezinde, işsizlik serisinin durağan olmadığı (ekonometrik bir ifade ile birim kök sürecine sahip olduğu) ileri sürülmektedir. Doğal oran hipotezi, işsizliğe yönelik şokların geçici etkisinin olduğu ve işsizlik serisinin durağan olduğunu ifade etmektedir. Yapısalcı yaklaşımda ise, ortaya çıkan şokların geçici olduğu ve kırılmalar ile birlikte işsizlik serisinin durağan olduğu belirtilmektedir. Bu çalışmada, Türkiye için 2005:Ocak ve 2019:Haziran dönemi arasındaki dönemde aylık on beş yaş üzerindeki işsizlik oranı verileri kullanılmıştır. Çalışmada, yapısal kırılmayı dikkate alan Zivot-Andrews birim kök testi (ZA), Lee ve Strazicich (LS) tarafından geliştirilen tek kırılmalı birim kök testi kullanılmış ve serinin durağanlığı araştırılmıştır. Çalışmada ZA testi sonuçlarına göre “Yapısal kırılma olmadan seri birim kök içermektedir” şeklinde olan H_0 hipotezi, LS birim kök testine göre ise kadın işsizlik oranı “Yapısal kırılmalar ile birlikte seri birim kök içermektedir” şeklinde olan temel hipotezinin reddedilememiştir. Bunun anlamı, Türkiye’nin kadın işsizlik oranı serisinin durağan olmadığı demektir. Dolayısıyla Türkiye’de kadın işsizliğinde histeri etkisinin geçerli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapısal Kırılma, Birim Kök Testleri, Kadın İşsizlik Oranı, İşsizlik Histerisi, Türkiye

* Doç. Dr. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü, fcemrek@ogu.edu.tr
ORCID ID:0000-0002-6528-7159

** Yüksek Lisans Öğrencisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı
Eskişehir, tugbasekerrr@gmail.com ORCID ID: 0000-0002-5919-6832

Investigation Of Women Unemployment Ratios in Turkey with Structural Breaks Unit Root Tests

Abstract

Reducing unemployment, which is an important economic problem for Turkey has an important place among its economic policy objectives. The importance given to the fight against unemployment; although it varies from country to country, unemployment is one of the economic problems that need to be tackled for both developed and for every developing countries. For this reason, various theoretical and empirical researches are carried out on the issue of unemployment and solutions are developed depending on the results reached. Accordingly, it is seen that countries have many implementations of employment policy. When the literature are examined, economic theory in terms of unemployment mentions three basic approaches. These are unemployment hysteria hypothesis, natural rate hypothesis and structuralist approach. The unemployment hysteria hypothesis suggests that the unemployment series is not stationary, that is, in econometric terms, it has a unit root process. In the natural rate hypothesis, it is stated that the shocks against unemployment have a temporary effect and the unemployment series is stagnant. Finally, in the structuralist approach, most shocks are transient and the unemployment series is stable with breaks. In this study for the period of between Turkey 2005: January 2019 for Turkey, the monthly unemployment rate of over fifteen years data are used. In the study, Zivot-Andrews unit root test (ZA), which takes structural breakage into consideration, and single break unit root test developed by Lee and Strazicich (LS) were used and the stationarity of the series was investigated. In the study, according to the results of ZA test, H0 hypothesis which is "Contains a serial unit root without structural break", and according to LS unit root test, the basic hypothesis that the female unemployment rate is "Contains serial unit root with structural breaks" was not rejected. This means that Turkey is not to say that the female unemployment rate steady series. Therefore, it was concluded that the results of the current hysteria impact on female unemployment in Turkey.

Keywords: *Structural Break, Unit Root Tests, Female Unemployment Rate, Unemployment Hysteria, Turkey*

Giriş

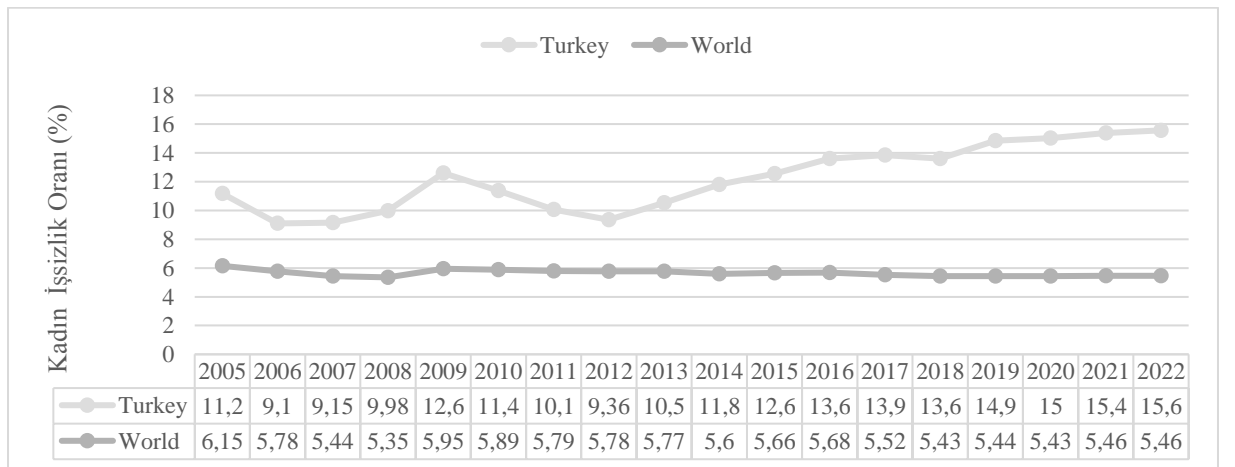
İşsizlik, işgücünün çeşitli nedenlerle istihdama katılamamasıyla ortaya çıkan bir insan gücü kaybı olarak tanımlanabilir. İşsizlik, açık işsizlik ve gizli işsizlik olmak üzere ikiye ayrılır. Açık işsizlik, çalışmaya gücü ve arzusu olmasına rağmen, cari ücret düzeyinde iş arayan ama iş bulamayanların toplamı şeklinde tanımlanmaktadır. Literatürde açık işsizliğin, arızı, yapısal, teknolojik, konjonktürel ve mevsimsel işsizlik olmak üzere beş türü vardır. Gizli işsizlik ise, görünürde çalışan ancak bazı nedenlerden dolayı normal düzeyin altında (düşük verimlilikle) çalışan kişilerin oluşturduğu işsizlik türüdür ve eksik istihdam olarak da tanımlanmaktadır (Yıldız, 2014).

İşsizlik oranı ise, bir ekonomideki işsizlerin (çalışmak istediği halde iş bulamayan yetişkinlerin 15 yaş ve üzeri nüfus)), toplam iş gücü (çalışanlar + işsizler) içindeki pay olarak tanımlanmaktadır. İşsizlik; ekonomiyi farklı yönlerde etkilemektedir. Bundan dolayı, ekonomide en çok araştırılan ve dikkate alınan konulardan birisidir.

İşsizlik histerisi istihdam konusunda ekonomi biliminde yer alan bir kavram olup, gecikme, kesiklik olgusunu tanımlamada kullanılmaktadır.

International Labour Organisation (ILO) 'a göre Dünya'da 2009 yılında on beş yaş üzerindeki kadın işsizlik oranı 5.95 ve işsiz sayısı 73 milyon civarında iken Türkiye'de kadın işsizlik oranı 12.6 ve işsiz sayısı 860 bin civarındadır. 2019 yılında Dünya'da kadın işsiz sayısı 74 milyon civarına yükselirken işsizlik oranında küçük bir artış olmuş ve bu oran 5.44 olmuştur. 2019 yılı Türkiye'de ise kadın işsiz sayısı bir milyon altı yüz civarına yükselmiş ve kadın işsizlik oranı 14.9 olmuştur. 2005-2019 yılları arasında Türkiye ve Dünya'da yıllık kadın işsizlik oranı (%) grafiği Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1. Türkiye ve Dünya'da Kadın İşsizlik oranları



Kaynak: <https://www.ilo.org>)

Gelişmekte olan bir ekonomiye sahip olan Türkiye için iktisadi bir sorun olan işsizliği azaltmak için birtakım ekonomi politikaları belirlemek oldukça önemlidir. Bu sebeple araştırmacıların iktisat teorisinde işsizliği konu alan çalışmalarında özellikle üç temel yaklaşımdan söz etmektedir. Bu iktisadi yaklaşımlar işsizlik histerisi hipotezi, yapısalcı yaklaşım ve doğal oran hipotezi olarak öne çıkmaktadır.

Doğal oran hipotezinde; işsizlik serisinde yaşanan bir şokun etkisi kalıcıdır ve denge değerine geri dönmez (Phelps, 1994). Doğal oran hipotezine göre ekonomide yüksek bir işsizlik değerine ulaşılması sonucunda enflasyon durma noktasına gelir ve bu enflasyonda kalıcılık meydana gelir (Barışık ve Çevik, 2008). Doğal oran hipotezine göre işsizlik serisi uzun dönemde denge değerinde iken kısa dönemde uzun dönem dengesinden kalıcı olmayan sapmalar söz konusudur. Yani, doğal oran hipotezi işsizlik serisinin durağan bir süreç izlediğinden ve serinin ortalamasına geri döndüğünden söz etmektedir.

Histeri hipotezine göre işsizlik serisinde meydana gelecek bir şokun etkisi kalıcı olacaktır. Yani işsizlik serisi sadece ortalama bir değer ya da bir trend etrafında salınım gösterir (Blanchard ve Summers, 1986). Buna bağlı olarak, işsizlik serisinin ortalama değerine geri dönmez yani işsizlik serisi durağan değildir.

Yapısalcı yaklaşım ise işsizlik serisine yönelik birçok şokun geçici olduğunu ileri sürmektedir (Phelps, 1994). Bu sebeple Phelps (1994), işsizlik serisinin yapısal kırılmalar altında durağan olduğunu ifade etmektedir (Camarero, Carrion-i-Silvestre and Tamarit, 2006). İşsizlik Histerisi üzerine literatürde birçok çalışma mevcuttur. Özellikle Türkiye'deki işsizliğin yapısını inceleyerek literatüre katkıda bulunan çalışmalardan bazıları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1

Literatür Özeti

Yıl	Yazar	Veri Seti	Yöntem	Sonuç
2001	Küçükkale	1950 - 1995	Kalman Filtresi	Doğal işsizlik oranı geçerlidir.
2008	Barışık ve Çevik	1923 - 2006	Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri, Yarı Parametrik Güçlü Hafıza Modelleri	Histeri etkisi vardır.
2009	Yıllancı	1923 - 2007	LM Birim Kök Testi	İşsizlik üzerindeki geçici şokların etkisi kalıcıdır.
2010	Göktaş ve İşçi	1982 – 2006	Temel Bileşenler Analizi	İşsizlik oranını en çok düşüren etkenin Merkez Bankası reeskont faiz oranı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
2011	Güloğlu ve İspir	1988 – 2008	Yapısal Kırılmaları dikkate alan Panel Birim Kök Testleri	İşsizlik üzerindeki şokların etkisi uzun dönemde kalıcı değildir.
2011	Yıldırım	1923 - 2010	CKP Birim Kök Testi	İşsizlik histerisi hipotezi geçerlidir.
2012	Bildirici	1970 - 2001	Birim Kök Testleri	İşsizlik üzerindeki geçici şoklar kalıcı etki bırakmaktadır.
2012	Gözgör	2004 - 2011	Güçlü Panel Birim Kök Testleri (PUR) (Mekânsal Boyutta)	Türkiye’de mekânsal boyutta işsizlik histerisi hipotezi geçerlidir.
2012	Kanca	1970 - 2010	Granger Nedensellik Testi Ve Eşbütünleşme Analizi	Büyüme oranından işsizliğe tek yönlü bir ilişki vardır.
2013	Arısoy	2005:2011	Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri ve Uzun Hafıza Testleri	Şokların etkisinin sonuçlarının kalıcı olduğu tespit edilmiştir.
2013	Bayat, Kayhan ve Koçyiğit	1923-2011	Doğrusal Birim Kök Testleri ve Markov Rejim Değişim Modeli	İşsizlik oranı genel olarak aşağıya doğru bir katılık göstermektedir.

Tablo 1 Literatür Özeti (devam)

Yıl	Yazar	Veri Seti	Yöntem	Sonuç
2014	Çınar, Akay ve Yılmaz	1988 - 2008	Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri	İşsizlik histerisi hipotezi çoğunlukla geçerli değildir.
2014	Kula ve Aslan	1989 – 2008	Lm Birim Kök Testi	İşsizlik Histerisi varlığı tespit edilmiştir.
2014	Saraç	2005 - 2013	Doğrusal Birim Kök Testleri	İşsizlik histerisi hipotezi yalnızca bir rejimde geçerlidir. Doğal oran hipotezi geçerlidir.
2015	Bayrakdar	2000 – 2013	Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri	Türkiye için İşsizlik Histerisi hipotezi geçerlidir.
2015	Özkan ve Altınsoy	1988 - 2014	Fourier Tabanlı ADF Ve KSS Testleri	Histeri etkisi vardır.
2015	Takım	1975 - 2008	Granger Nedensellik Testi	Ekonomik büyüme ile işsizlik arasında çift yönlü ilişki vardır.
2016	Ağazade	2005 - 2015	Simetrik Ve Asimetrik Birim Kök Testleri	İşsizlik histerisi hipotezi geçerlidir.
2016	Kahyaoglu, vd.	2001-2015	Fourier - ADF Ve FIPS Testleri	İşsizlik histerisi geçerlidir.
2017	Güriş vd.	1970 - 2014	Doğrusal Olmayan Birim Kök Testleri	İşsizlik histerisi hipotezi geçerli değildir. Doğal oran hipotezi geçerlidir.
2017	Yavuzaslan vd.	2015-2017 (Aylık)	Yapısal Kırılmalı Birim Kök test	15-24 yaş nüfusu işsizlik oranları verileri kullanılarak Türkiye’de Histeri hipotezinin geçerlidir
2018	Akcan	2005 - 2017	ADF Testi ve Phillips-Perron Birim Kök Testi	Her iki sektörde de (tarım ve tarım dışı) işsizlik histerisi vardır fakat tarım sektöründe nispeten daha az histeri etkisi vardır.
2018	Çelik ve Küçükale	1988 - 2015	Ratchet Model Tahmini, Wald testi,	Her bir işsizlik oranı için histeri etkisi söz konusudur.
2018	Yıldırım ve İnançlı	2005 - 2016	ADF, KSS ve KPSS testleri ve Fourier Tabanlı testler	Yapısal kırılmalar göz önüne alındığında histeri hipotezinin geçerli değildir.
2019	Akcan	2005-2017	ADF Birim Kök Testi, Yapısal Kırılmalı Phillips Perron (PP) Birim Kök Testi	Genç işsizliğin, işsizlik oranına göre histeri etkisinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Tablo.1 Literatür Özeti (devam)

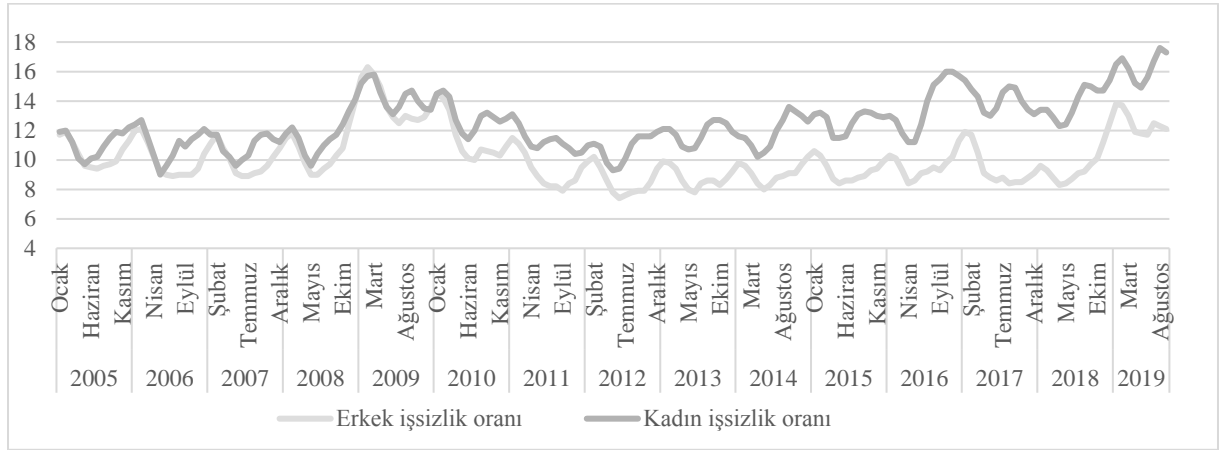
Yıl	Yazar	Veri Seti	Yöntem	Sonuç
2019	Akkuş ve Topuz	1980 - 2016	ADF Birim Kök Testi, LM Birim Kök Testi ve Fourier Birim Kök Testleri	İşsizlik histeri etkisi vardır yani gelen şoklar kalıcıdır.
2019	Baysal Kar	1993 – 2017	Panel Birim Kök Testleri, Bireysel Birim Kök Testleri	İşsizlik histerisinin geçerli olduğu tespit edilmiştir.
2019	Sigeze, Coskun ve Ballı	1991 – 2016	Fourier- KPSS Panel Durağanlık Testi	İşsizlik histerisi hipotezi geçerlidir.
2019	Peker ve Poyraz	2005:Ocak-2019 Mart	Zivot-Andrews (ZA), Lumsdaine – Papell (LP) Testi	Kadın ve erkekler için işsizlik histerisi vardır.

Bu çalışmada, Türkiye’de kadın işsizlik histerisi hipotezinin geçerli olup olmadığını belirlemek üzere yapısal kırılmalı birim kök testi ile incelenecektir. Bu çalışma, kadın işsizlik oranı incelendiğinden özgünlük taşımaktadır. Kullanılacak birim kök testleri ile veriler birinci bölümde anlatılacaktır. Analiz sonuçlarına ikinci bölümde yer verilecektir. Sonuç ve öneriler kısmı olan üçüncü bölüm ile çalışma sona erecektir.

1. Veri Seti ve Yöntem

Bu çalışmada, 2005:Ocak - 2019:Haziran dönemi arasındaki Türkiye’nin on beş yaş üzerindeki aylık işsizlik oranı kullanılarak, işsizlik serilerinin durağanlığı sınanmaktadır. Türkiye ekonomisine dair bir inceleme olan bu çalışmada kurumsal olmayan nüfusun yıllara göre işgücü durumuna ilişkin bilgiler TÜİK İşgücü İstatistikleri veri tabanından alınmıştır ve verilere ilişkin grafik Şekil 2’de verilmiştir. Çalışmada; değişkenlerin birim kök içerme durumlarının tespiti için yapısal kırılmayı dikkate alan Zivot-Andrews birim kök testi (ZA) ile Lee ve Strazicich tarafından geliştirilen tek kırılmalı birim kök testi kullanılmıştır.

Şekil 2. İşsizlik Oranları



Zaman serilerinde yapısal kırılma olması durumunda klasik birim kök testleri yerine yapısal kırılmayı dikkate alan birim kök testleri uygulanmalıdır. Bu çalışmada Zivot-Andrews ve Lee and Strazicich Birim Kök Testleri kullanılmıştır.

Zivot-Andrews (1992); çalışmasında kırılma zamanını farklı bir yaklaşım ile içsel olarak tahmin eden bir model ileri sürmüştür. Zivot-Andrews (1992) birim kökü test etmek için önerdiği regresyon denklemleri şu şekildedir:

$$\text{Model A: } y_t = \hat{\mu}^A + \hat{\alpha}^A y_{t-1} + \hat{\beta}^A t + \hat{\theta}^A DU_t(\hat{\lambda}) + \sum_{j=1}^k \hat{c}_j^A \Delta y_{t-j} + \hat{e}_t \quad (1)$$

$$\text{Model B: } y_t = \hat{\mu}^B + \hat{\alpha}^B y_{t-1} + \hat{\beta}^B t + \hat{\gamma}^B DT_t^*(\hat{\lambda}) + \sum_{j=1}^k \hat{c}_j^B \Delta y_{t-j} + \hat{e}_t \quad (2)$$

$$\text{Model C: } y_t = \hat{\mu}^C + \hat{\alpha}^C y_{t-1} + \hat{\beta}^C t + \hat{\theta}^C DU_t(\hat{\lambda}) + \hat{\gamma}^C DT_t^*(\hat{\lambda}) + \sum_{j=1}^k \hat{c}_j^C \Delta y_{t-j} + \hat{e}_t \quad (3)$$

Kukla değişkenler;

$$DU_t(\lambda) = \begin{cases} 1 & t > T\lambda \\ 0 & d.d. \end{cases} \quad \text{ve} \quad DT_t^*(\lambda) = \begin{cases} t - TB & t > T\lambda \\ 0 & d.d. \end{cases} \quad (4)$$

Burada $t=1,2,\dots,T$ zamanı, TB kırılma tarihini, λ kırılma noktasını, DU_t sabitteki kırılma, DT_t^* eğimdeki kırılmayı ifade etmektedir. Yalnızca sabitte kırılmaya izin veren model A, yalnızca trendde kırılmaya izin veren model B, hem sabitte hem trendde kırılmaya izin veren model C'dir.

Lee ve Strazicich (2003, 2004) testinde, kırılmalar yine içsel olarak tahmin edilmektedir. Lee ve Strazicich 2003 yılındaki çalışmalarında, iki içsel kırılmanın varlığına izin veren model önermişler ve sonrasında 2004 yılındaki çalışmalarında tek içsel kırılmaya izin veren bir model önermişlerdir.

Lee ve Strazicich çalışmalarında Perron'ın 1989 yılındaki çalışmasındaki model A, B ve C'yi ele almaktadır. Modele ilişkin kukla değişkeni aşağıdaki gibidir:

$$D_{1t} = \begin{cases} 1 & t \geq T_b + 1 \\ 0 & d. d. \end{cases} \quad (5)$$

D_{1t} kukla değişkeni sabitte kırılma söz konusu iken $t \geq T_b + 1$ için 1 değerini alır. D_{1t} ; hem sabitte hem trendde yapısal kırılma varlığı söz konusu olduğunda $t \geq T_b + 1$ için 0 değeri almaktadır (Lee ve Strazicich, 2004).

2. Bulgular

Serinin gecikme uzunluğunu belirlemek için öncelikle kadın işsizlik oranları değişkenine ilişkin VAR modeli kurulmuş sonrasında gecikme uzunlukları LR, FBE, AIC, SC ve HQ kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucu seriye ilişkin 8. gecikmenin uygun olduğuna karar verilmiştir.

Serideki kırılmaları dikkate alan Zivot-Andrews (1992) testine ilişkin sonuçlar Tablo 2’de gösterilmiştir. Zivot-Andrews (1992) birim kök testinde kırılma tarihi içsel ve tek kırılmalı olarak belirlenmektedir. Teste ilişkin hipotezler;

H_0 : Yapısal kırılma olmadan seri birim kök içermektedir.

H_1 : Yapısal kırılma ile birlikte seri durağandır.

Tablo 2’de Zivot-Andrews (1992) birim kök testine ilişkin sonuçlar ve Şekil 3’de ise serinin kırılma grafiği gösterilmiştir.

Tablo 2.

Zivot-Andrews (1992) birim kök testi sonuçları

	Model A (Sabitte kırılma)	Model B (Trendde kırılma)	Model C (Sabit & Trendde kırılma)
Test İstatistiği	-3.531597	-2.066408	-3.437922
Kırılma Tarihi	2011M01	2014M01	2010M12
Kritik Değerler (%1)	-5.34	-4.80	-5.57
Kritik Değerler (%5)	-4.93	-4.42	-5.08

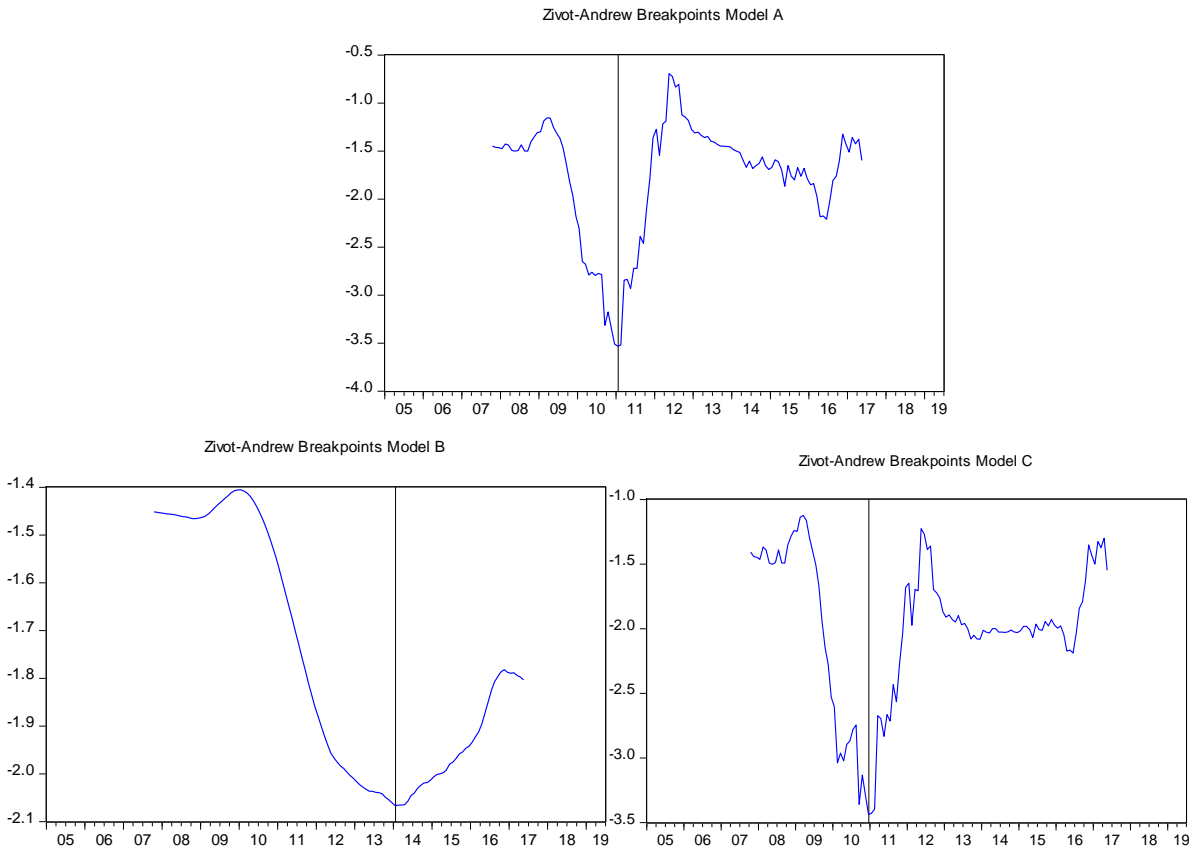
Kadın işsizlik oranı serisine ilişkin Zivot-Andrews birim kök testi sonucu incelendiğinde kırılma zamanları Model A için 2011:01, Model B için 2014:01 ve Model C için de 2010:01 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, sabitteki kırılmayı dikkate alan Model A için test istatistiği (-3.531597), %1 anlamlılık düzeyinde kritik değer (-5.34) ‘den ve %5 anlamlılık düzeyinde kritik değer (-4.93) ‘den mutlak değerce küçük olduğu için sabitte kırılma olmadan seri birim köklüdür denilebilir. .

Trenddeki kırılmayı dikkate alan Model B için test istatistiği (-2.066408), %1 anlamlılık düzeyinde kritik değer (-4.80) ‘den ve %5 anlamlılık düzeyinde kritik değer (-4.42) ‘den mutlak değerce küçük olduğu için trendde kırılma olmadan seri birim köklüdür denilebilir. Son olarak

sabitte ve trendde kırılmayı dikkate alan Model C için test istatistiği (-3.437922), %1 anlamlılık düzeyinde kritik değer (-5.57) 'den ve %5 anlamlılık düzeyinde kritik değer (-5.08) 'den mutlak değerce küçük olduğu için sabitte ve trendde kırılma olmadan seri birim köklüdür denilebilir.

Üç modelde de %5 ve %1 anlamlılık düzeyindeki t-istatistiği ZA kritik değerleri ile karşılaştırıldığında test istatistiğinin kritik değerden mutlak değerce küçük olduğundan H_0 hipotezi reddedilemez. Bu sebeple yapısal kırılma olmadan seri birim kök içerir denilebilir.

Şekil 3. Zivot-Andrews (1992) birim kök testi kırılma tarihleri



Serideki kırılmaları dikkate alan bir diğer test olan Lee-Strazicich (2004) birim kök testine ilişkin sonuçlar Tablo 3'de gösterilmiştir. Tek kırılımlı Lee-Strazicich (2004) birim kök testinde kırılma tarihi içsel olarak belirlenmektedir. Teste ilişkin hipotezler;

H_0 : Yapısal kırılmalar ile birlikte seri birim kök içermektedir.

H_1 : Yapısal kırılmalar ile birlikte seri durağandır.

şeklinde ifade edilmektedir. Lee-Strazicich (2004) tek kırılımlı birim kök testine ilişkin sonuçlar Tablo 3' de gösterilmektedir.

Tablo 3.

Lee-Strazicich (2004) birim kök testi sonuçları

	Model A (Sabitte kırılma)
Test İstatistiği	-2.541223
Kırılma Tarihi	2010M03
Kritik Değerler (%1)	-4.029033
Kritik Değerler (%5)	-3.430333

Tablo 3 incelendiğinde, sabitte tek kırılmalı Model A için kırılma zamanının 2010:03 olduğu görülmektedir. Test istatistiği değeri %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde düzeyindeki kritik değerden mutlakça küçüktür. Bu sebeple H0 hipotezi reddedilemez ve Lee-Strazicich (2004)'e göre kadın işsizlik oranı serisi yapısal kırılmalar ile birlikte birim kök içermektedir. Yani kadın işsizlik oranı serisi durağan değildir.

Zivot Andrews Birim Kök Testi sonuçları ile Lee-Strazicich (2004) tek kırılmalı birim kök Testi sonuçları ile uyumlu çıkmıştır. Bu testlere göre Türkiye için kadın işsizlik serisi histeri içermektedir.

Türkiye’de kadın istihdamını artırmak üzere hayata geçirilen düzenlemeler yapılmıştır. Bunlardan biri, 2008 yılında çıkartılan 5763 Sayılı Kanun’un 20. Maddesinde belirtilen gençleri ve kadınları istihdam edecek işverenlerin ödemesi gereken sigorta priminin belirli bir oranının devlet tarafından ödenmesidir. Bu düzenleme ile 18-29 yaş arası kişiler ile yaş şartı olmadan 18 yaşından büyük kadınların beş yıl süre ile prim tutarlarının İşsizlik Sigortası Fonundan karşılanması sağlanmıştır. Böylece işverenin işgücü maliyeti azaltılmış ve genç ve kadın istihdamının artırılması düşünülmüştür. Bu uygulama, 5838 Sayılı Kanun ile 2010’a kadar uzatılmıştır. Daha sonra, 2011’de çıkartılan 6111 Sayılı Kanun ile yeniden düzenlenmiştir (Toksoz ve Memiş, 2018).

9. Kalkınma Planında (2007-2013) belirtildiği zere, kadınların işgücüne katılma oranını artırmak üzere çocuk ve diğer bakım hizmetlerine erişimleri kolaylaştırılacağı, mesleki eğitim imkanlarının geliştirileceği vurgulanmıştır. Kadın işgücüne katılma oranını artırmak ya da kadın işsizlik oranını azaltmak üzere hayata geçirilen bir başka uygulama ise 2010 yılında “Kadın İstihdamının Artırılması ve Fırsat Eşitliğinin Sağlanması” genelgesinin yayımlanmasıdır. Bu iki düzenleyici politika ile kadın işsizlik oranlarının 2010, 2011 ve 2014 yılında kırılma göstermesini açıklamaktadır.

3. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada kadın işsizlik oranı serisinde yapısal kırılmaları dikkate alan birim kök testlerinden yararlanılarak Türkiye için kadın işsizlik histerisinin geçerli olup olmadığı araştırılmıştır. Zivot-Anreus testi sonuçlarına göre “Yapısal kırılma olmadan seri birim kök içermektedir” şeklinde olan H_0 hipotezi reddedilememiştir. Lee-Strazicich birim kök testine göre ise, kadın işsizlik oranı “Yapısal kırılmalar ile birlikte seri birim kök içermektedir” şeklinde olan temel hipotezinin reddedilememiştir. Buradan, incelenen dönem itibariyle, Türkiye’de kadın işsizlik oranı serisinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla Türkiye’de kadın işsizliğinde histeri etkisinin geçerli olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen bu sonuçlar Türkiye’de kadın işsizliğine yönelik literatürdeki bilgi birikimine katkı sağlamaktadır. Bu bulgular, ekonomide yaşanan bir şokun etkisiyle birlikte serinin ortalama değerine geri dönmediğini ve durağan olmayan bir süreç izlediğini göstermektedir.

Türkiye’de kadın işgücü piyasasında işsizlik histerisinin geçersiz olabilmesi için, kadınların iş arama sürelerinin kısaltılması, kadınlara verilen eğitime önemin artırılması özellikle ara eleman ihtiyacına yönelik sektörlerde kadın istihdamın az olması mesleki eğitim veren kurumların daha çok erkeklere yönelik olmaması ya da kadınların mesleki eğitimi tercih etmeleri için gerekli teşvik ve düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Kadın işsizlik histerisinin geçerli olmasında etkili olan diğer unsurlar ise birçok sektörde kadınlara yönelik fırsat eşitsizliği, ücret eşitsizliği ve mobbing’dir. Bu gibi unsurlar kadınlarda cam tavan sendromuna sebep olmaktadır.

Ülkelerin ihracata dayalı büyüme stratejileri, artan üretim kapasiteleri, küresel rekabet baskıları ve istihdam ilişkisi ise kadınların işgücüne katılımını artırmaktadır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde istihdamın kadınlaşması önemlidir. Dünya Ekonomik Forumu 2020 yılı Küresel Toplumsal Cinsiyet Uçurumu Raporu’na göre (WEF, 2020) Türkiye, 153 ülke arasında 130. sıradadır.

Genel olarak Türkiye kadın işsizliğinin önüne geçebilmek ve kadınların iş dünyasında daha çok yer alması için mikro kredi gibi teşvikler yaygınlaştırılmalı kadın girişimci sayısının artmasına destek olmalıdır. Kadınların cam tavan sendromunu aşabilmeleri için aktif siyaset

başta olmak üzere iş hayatının birçok alanında karar verme mekanizmalarında kadınlara daha çok yer verilmelidir. Kadın istihdamında, kadın-erkek eşitliği ilgili mevzuatın uygulanması ve denetimi oldukça önemlidir. Birleşmiş Milletler Kadın Kalkınma Fonu kriterlerine göre, ILO sözleşmesinde ifade edilen “eşit işe eşit ücret, iş alanlarına erişme fırsatı, siyasi hayata katılım, sağlık, eğitim ve anne sağlığı” gibi ilkeler iş hayatında pratiğe geçirilmelidir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla, istihdam politikaları belirlenirken, histeri etkisinin varlığını da dikkate alınması gerektiği ifade edilebilir. Özellikle kadın istihdamının artırılması hususunda işverenlerin daha fazla teşvik edici düzenlemelerin yapılması ve kadınların işgücüne daha aktif katılmalarını sağlayacak kararların hayata geçirilmesi önem arz etmektedir.

İşsizlik oranı ile bir başka ekonomik zaman serisinin yapısal kırılmalı olması durumu ele alınarak, bu seriler arasındaki uzun dönemli ilişki araştırılmasına imkân veren yapısal kırılmalı eşbütünleşme analizi uygulanması düşünülmektedir.

Kaynakça

Ağazade, S. (2016). *Türkiye İçin İşsizlik Histerisine Karşın Doğal Oran Hipotezinin Doğrusal Dışı Yöntemlerle Sınanması*. Sosyal Güvenlik Dergisi, 6(2), 28-46.

Akcan, A.T. (2018). *Tarım ve Tarım Dışı Sektörlerde İşsizlik Histerisi*. Tarım Ekonomisi Dergisi, 24(1), 21-31.

Akcan, A. (2019). *Türkiye’de Gençlerin İşsizlik Histerisi*. Kastamonu Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 21(1), 31-47.

Akkuş, Ö., Topuz, S. (2019). *İşsizlik Histerisinin Geçerliliği: Gelişmekte Olan En Kırılgan Beşli*. Sosyoekonomi, 27(39), 69-80.

Ansoy, İ. (2013). *Türkiye’de İşgücü Piyasası Göstergelerine Etki Eden Şokların Kalıcılığının Analizi*. TİSK Akademi, 8(15), 22-41.

Barışık, S., Çevik, İ.E. (2008). *Türkiye’de İşsizlik Histerisinin Yapısal Kırılma ve Güçlü Hafıza Modellemesi ile Sektörel Analizi*, TİSK Akademi, 3(6), 67-87.

Bayat, T., Kayhan, S., Koçyiğit, A. (2013). *Türkiye’de İşsizliğin Asimetrik Davranışının Regim Değişim Modeliyle İncelenmesi*. Business and Economics Research Journal, 4(2).

Bayrakdar, S. (2015). *Türkiye için İşsizlik Histerisi ya da Doğal İşsizlik Oranı Hipotezinin Geçerliliğinin Sınanması*. İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi, 2(2), 45-61.

Baysal Kar, B. (2019). *İşsizlik Histerisi Mi? Doğal İşsizlik Oranı Mı? Farklı Kapitalizm Türleri İçin Bir Analiz*. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19 (2), 271-298.

Bildirici, M.E. (2012). *Türkiye'de İşsizlik Sorunsalı ve Gaziantep İçin Sonuçlar*, s.85 .

Blanchard, O., Summers, L. (1986). *Hysteresis and the European Unemployment Problem*. NBER Macroeconomics Annual 1, 15-90.

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), 167-182.

Camarero, M., Carrion-i-Silvestre, J.L., Tamarit, C. (2008). *Unemployment Hysteresis in Transition Countries: Evidence Using Stationarity Panel Tests With Breaks*. Review of Development Economics, 12(3), 620–635.

Çelik, C., Küçükkale, Y. (2018). *İşgücü Piyasasına Yönelik Histeri Etkisi: Ratchet Modeli İle Türkiye Örneği*. Uluslararası İktisadi Ve İdari İncelemeler Dergisi, 21-40.

Çınar, M., Akay, H.K., Yılmaz, F. (2014). *A Sectoral Analysis of Hysteresis in Unemployment: Evidence from Turkey*, Bilig Türk Dünyası Sosyal Bilimler Dergisi, 69, 29-52.

Göktaş, A., İşçi, Ö. (2010). *Türkiye'de İşsizlik Oranının Temel Bileşenli Regresyon Analizi ile Belirlenmesi*. Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 14(20), 279-294.

Gözcü, G. (2012). *Hysteresis in Regional Unemployment Rates in Turkey*. International Journal of Economics and Finance, 4(9), 175-181.

Güloğlu, B., İspir, M.S. (2011). *Doğal İşsizlik Oranı mı? İşsizlik Histerisi mi? Türkiye İçin Sektörel Panel Birim Kök Sınaması Analizi*. 11(2), 205-2015.

Gürüş, B., Yaşgül, Y.S., Tıraşoğlu, M. (2017). *E7 Ülkelerinde Satın alma Gücü Paritesinin Geçerliliğinin Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testleri ile Analizi*. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 4(2), 33-46.

Kahyaoğlu, H., Tüzün, O., Ceylan, F., Ekinci, R. (2016). *İşsizlik Histerisinin Geçerliliği: Türkiye Ve Seçilmiş AB Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama*. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14 (4), 103-128.

Kanca, O.C. (2012). *Türkiye'de İşsizlik ve İktisadi Büyüme Arasındaki Nedenselliğin Ampirik Bir Analizi*. Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 21(2), 1-18.

Kula, F., ASLAN, A. (2014). *Unemployment Hysteresis in Turkey: Does Education Matter?*, International Journal of Economics and Financial Issues, 4(1), 35-39.

Küçükaksoy, İ., Çifçi, İ., Özbek, R.İ. (2015). *İhracata Dayalı Büyüme Hipotezi: Türkiye Uygulaması*. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5(2), 691-720.

Küçükkale Y. (2001). *Doğal İşsizlik Oranındaki Keynesyen İsteri Üzerine Klasik Bir İnceleme: Kalman Filtre Tahmin Tekniği ile Türkiye Örneği 1950- 1995*. V. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, Eylül 19-22, Adana.

Lee, J., Strazicich, M.C. (2003). *Minimum Lagrange Multiplier Unit Root Test with Two Structural Breaks*. Review of Economics and Statistics, 85(4), 1082-1089.

Lee, J., Strazicich, M.C. (2004). *Minimum LM Unit Root Test with One Structural Break*. Appalachian State University Working Papers, 04-17, 1-15.

Özkan, Y., Altınsoy, A. (2015), *İşsizlik ve İstihdamda Histeri Etkisi (Türkiye, 1988-2014)*. Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 16. Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Kongresi Özel Sayısı, 123-130.

Peker A. E. Ve Boyraz A. (2019). *Yapısal Kırılma Altında Cinsiyet Temelli İşsizlik Histerisinin Sınanması: Türkiye Örneği*. Turkish Studies - Economics, Finance, Politics Volume 14 Issue 4, p. 1503-1517.

Phelps, E.S. (1994). *Structural Slumps: The Modern Equilibrium Theory of Unemployment, Interest and Assets*. Cambridge: Harvard University Press.

Phelps, E. S. (1995). *The Structuralist Theory of Employment*, American Economic Review. American Economic Association, 85(2), 226-231.

Takım, A. (2010). *Türkiye'de Büyüme ve İşsizlik Arasındaki İlişki Granger Nedensellik Analizi*. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14(2), 315-324.

Saraç, T.B. (2014). *İşsizlikte Histeri Etkisi: Türkiye Örneği*. Ege Akademik Bakış, 14(3), 335-344.

Sigeze, Ç., Coşkun, N., Ballı, E. (2019). *AB Ülkelerinde Ve Türkiye'de İşsizlik Histerisinin Fourier-Kpss Birim Kök Testi İle İncelenmesi*. İzmir İktisat Dergisi, 34 (1), 15-24.

Şentürk, M., Akbaş, Y.E. (2014), *İşsizlik-Enflasyon Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Karşılıklı İlişkinin Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği*. E-Journal Of Yasar University, 9(34), 5820-5832.

Toksöz, G., Memiş, E. (2018). *Türkiye'de Katılımcı Demokrasinin Güçlendirilmesi: Toplumsal Cinsiyet Eşitliğinin İzlenmesi Projesi İstihdamda Toplumsal Cinsiyet Eşitliği Haritalama ve İzleme Çalışması*. CEİD YAYINLARI: 5, Ankara.

World Economic Forum (2020). *Global Gender Gap Report 2020* (http://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2020.pdf)

Yamak, N., Kolcu, F. (2017). *Türkiye'de Kısa Ve Uzun Dönem Sektörel Dinamikler*. Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8(15), 81-99.

Yavuzaslan K., Damar Ö., Sözmez B., Özdaş B., Uyar N., Akılotu E. (2107). *Türkiye'de Genç İşsizliğinin, İşsizlik Histerisi Hipotezi Çerçevesinde Yapısal Kırılmalar Testi ile Analizi*. Aydın İktisat Fakültesi Dergisi Cilt: 2, Sayı:1, 21-32.

Yılandıcı, V. (2009). *Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye İçin İşsizlik Histerisinin Sınanması*. Doğuş Üniversitesi Dergisi, 10(2), 324-335.

Yıldırım, S. (2011). *Türkiye'de Histeri Hipotezinin Geçerliliğinin Çoklu Yapısal Kırılmalı CKP Birim Kök Testiyle Sınanması*. Akdeniz İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(22), 28-47.

Yıldırım, S., İnançlı, S. (2018). *Türkiye'de İşsizlik Histerisi Hipotezinin Geçerliliğinin Ampirik Olarak Değerlendirilmesi*. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 14, 45-54.

Yıldız, K. (2014). *İşsizlik Türleri, Her Bir İşsizlik Türünün Toplam İşsizlikteki Payı ve Çeşitli Demografik Parametrelerle İlişkisi*. Akademik Bakış Dergisi Sayı: 45 Eylül – Ekim 2014, 1-26.

Zivot E. and Andrews D.W.K. (1992). *Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis*. Journal of Business and Economic Statistics, 10(3), 251-270.

Aralık Tip-II Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Bir Konaklama İşletmesinde Tedarikçi Seçimi

Kemal VATANSEVER*

Salih TELLİOĞLU**

Geliş Tarihi (Received): 31.03.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 15.05.2020

Öz

Tedarikçi seçimini etkileyen faktörlerin fazla olmasından dolayı, tedarikçi seçimi bir “çok kriterli karar verme (ÇKKV)” problemidir. Her şey dahil konsepti ile faaliyette bulunan konaklama işletmelerinde ise ürün çeşitliliği ve yüksek ürün tüketimi nedeniyle tedarikçi seçimi bu işletmeler için ÇKKV problemidir ve oldukça önemlidir. Bu çalışmada Alanya’da faaliyet gösteren ve her şey dahil konseptini kullanan beş yıldızlı bir konaklama işletmesinde tedarikçi seçim problemini çözmek için aralık tip - 2 bulanık TOPSIS (IT2FT) yöntemi önerilmektedir. Çalışmada aralık tip 2 bulanık kümelerin kullanılma nedeni, tip 1 bulanık kümelere göre belirsizlik ortamlarında daha etkili karar verme olanağı sağlamasıdır.

Çalışmanın temel amacı belirsizlik koşulları altındaki yöneticilere karar desteği sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda uygulama yapılan konaklama işletmesinin süt ve süt ürünleri tedarikçileri değerlendirilmiştir. İşletmenin satın almadan sorumlu üst düzey yöneticileri (satın alma müdürü, finans müdürü ve işletme müdürü) ile yapılan görüşmelere ve ilgili literatüre dayalı olmak kaydıyla, tedarikçi seçiminde yedi temel kriter belirlenmiştir. Bu kriterler; ürün teslimat performansı, satış sonrası hizmet, marka bilinirliği, fiyat avantajı, ödeme avantajı, güvenilirlik ve stok kapasitesidir. Sonuç olarak önerilen model doğrultusunda tedarikçiler değerlendirilerek sıralama yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Tedarikçi Seçimi, Aralık Tip -2 Bulanık Topsis, Çok Kriterli Karar Verme, Konaklama İşletmeleri.*

*Doç. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, İİBF İşletme Bölümü Öğretim Üyesi, kemalvatansever@hotmail.com

** Dr. Öğr. Üy., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, ALTSO Turizm MYO, Turizm ve Otel İşl. Programı Öğretim Üyesi, slhtellioglu@gmail.com

Supplier Selection Using Interval Type-II Fuzzy TOPSIS Method in an Accommodation Company

Abstract

Supplier selection is a “multi-criteria decision making” problem because of the high number of factors affecting the selection of suppliers. Supplier selection is an MCDM problem for accomodation company and is very important because of the wide range of products and high product consumption in all-inclusive hotels. In this study, a model is presented to solve the supplier selection problem by using the interval type - 2 fuzzy TOPSIS (IT2FT) method in a five-star hotel in Alanya and using the all-inclusive concept.. Due to the interval type -2 fuzzy method solves uncertainty better than traditional type - 1 fuzzy cluster, this method was preferred in this study.

The main purpose of the study is to provide decision support to managers under uncertainty conditions. For this purpose, the milk and milk products suppliers of the hotel were evaluated. According to the interviews with the senior managers of the company (purchasing manager, finance manager and business manager) and based on the relevant literature, seven basic criteria were determined in the selection of suppliers. These criteria are; product delivery performance, after-sales service, brand awareness, price advantage, payment advantage, reliability and stock capacity. As a result, suppliers were evaluated and ranked according to the proposed model.

Keywords: *Supplier Selection, Interval Type -2 Fuzzy TOPSIS, Multi-Criteria Decision Making, Accomodation Companies*

Giriş

Satınalma departmanı başta her şey dahil sistemini kullanan konaklama işletmeleri olmak üzere işletmelerin önemli fonksiyonlarından biridir. Her şey dahil sisteminin en önemli özelliği ürün çeşitliliği ve yüksek miktarda ürün tüketimi olarak belirtilmekte ve bu faktörler nedeniyle bu sistemi kullanan işletmelerde satın alma departmanının önemi giderek artmaktadır. Satın alma bölümünün iyi yönetildiği işletmelerin maliyetlerinde azalma, ürün teslimatlarında iyileşme ve hizmet performanslarında gelişme olmaktadır (Zubar and Parthiban, 2014: 101).

Satın alma departmanlarının en önemli görevi, işletme amaçları doğrultusunda çalışılacak en uyumlu ve güvenilir tedarikçileri belirlemektir. Tedarikçilerin belirlenmesi ve seçimi süreci, faaliyet gösterilen sektörden sektöre farklılık gösterse de temel bir takım kriterlere bağlıdır. Bu kriterlerin en önemlileri; maliyet, ürün kalitesi, teslim süresidir. Bu kriterler işletmelerin doğru tedarikçiyi seçmeleri için oldukça önemlidir (Gurung ve Phipon, 2016: 13). Tedarikçi seçiminin bu öneminden ve konaklama işletmelerinin son zamanlarda tedarikçilere giderek daha fazla bağımlı hale gelmesinden dolayı yanlış tedarikçi seçimi bu işletmeleri doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Tedarikçi seçimi bu etkenlerden dolayı konaklama işletmelerinin hizmet performansını etkileyen önemli faktörlerden biridir (Simic, vb., 2017: 85). Ayrıca turizm sektöründeki giderek artan rekabetten dolayı da doğru ve güvenilir tedarikçinin seçilmesi bu işletmelere rakiplerine göre rekabet avantajı sağlamaktadır (Agarwal vd., 2011: 801).

Tedarikçi seçimi bir ÇKKV problemidir ve bu problem bir takım nitel ve nicel faktörleri içermektedir. ÇKKV probleminde, karar vericiler en iyi tedarikçiyi belirlemek için bir dizi alternatifi değerlendirmektedirler (Gurung ve Phipon, 2016: 13). 1960'lerden beri yapılan çalışmalarda tedarikçi performansının ölçülmesine yönelik farklı kriterlerin analizine odaklanıldığı görülmektedir (Simic, vb., 2017: 85). Tedarikçi seçimi problemine yönelik çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanımı da oldukça yaygındır (Agarwal vd., 2011: 801). Zadeh tarafından önerilen bulanık küme teorisi de karar alma süreçlerinde yaşanan belirsizlikle mücadelede aktif rol oynamaktadır. Bulanık küme teorisi insan doğasından kaynaklanan hataları minimize edip daha rasyonel kararlar alınmasına yardım etmektedir (Zadeh, 1965: 339). Bulanık küme teorisi ÇKKV teknikleri ile de sıklıkla bir arada kullanılmaktadır. Bulanık ÇKKV tekniklerinin tedarikçi seçimi problemlerinde kullanımı, karar vericilere karar desteği sağlayıp, esneklik kazandırmaktadır.

Çalışmada öncelikle Bulanık ÇKKV tekniklerinin kullanımına ilişkin literatüre yer verilmiştir. Sonrasında tedarikçi seçimi ve çalışmada yürütülen metodoloji hakkında bilgiler verilmiştir. Metodoloji bölümünde, aralık tip 2 bulanık kümeler ve bu kümelerde yürütülen aritmetik işlemler anlatılmış ve devamında önerilen model olan aralık tip 2 bulanık TOPSIS modeli hakkında bilgi verilmiştir. Son olarak Alanya’da faaliyette bulunan 5 yıldızlı bir konaklama işletmesinin süt ve süt ürünleri grubuna yönelik tedarikçileri, önerilen model ile değerlendirilmiş ve sonuçlar karar vericilerle paylaşılmıştır.

1- İlgili Literatür

Bulanık küme teorisi ile ilgili bilinen ilk çalışma Zadeh’in (1965) “Bulanık Kümeler” başlıklı çalışmasında yayınlanmıştır. Geçmiş yıllarda bu çalışmaya benzer çalışmalar yer alsa da önceki araştırmaların tümünü tamamlayan Zadeh’in çalışmasıydı. Zadeh’in bulanık küme teorisi yayınlandığı tarihten itibaren dünyadaki çok sayıda araştırmacı için birçok farklı alanda kullanılan bir araştırma konusu oldu (Simic vd., 2017: 86).

Bulanık küme teorisi yıllar içerisinde ÇKKV çalışmalarında da sıkça kullanılmıştır. Buna yönelik ilk çalışmalar 1970’lerden itibaren görülmeye başlamıştır. Bellman ve Zadeh (1970) bulanık amaç, bulanık kısıtlama ve bulanık karar olmak üzere üç temel kavramı tanıtmayı ve çok aşamalı karar süreçlerindeki uygulamalarının araştırılmasını amaçlamışlardır. Baas ve Kwakernaak (1977), bulanık küme teorisinden faydalanarak belirsizlik altında çok kriterli karar vermeye dayalı yeni bir yöntem önermişlerdir. Yöntem, basit bir derecelendirme ve sıralama yöntemine dayanmakta ve her bir alternatif için ağırlıklı nihai derecelendirmelerin hesaplanmasını ve ağırlıklı nihai derecelendirmelerin karşılaştırılmasını içermektedir. Zimmerman (1978), bulanık doğrusal programlama yaklaşımının doğrusal vektör maksimum problemi üzerinde uygulanmasına yönelik çalışmıştır. Zimmerman bu çalışmasında çok ölçütlü programlama ile ilgili bazı yaklaşımların varsayımlarını ve sonuçlarını bulanık doğrusal programlama ile karşılaştırmıştır.

2000’li yıllardan sonra bulanık küme teorisi ile yapılan çalışmalara bakıldığında ise tip-2 bulanık küme teorisi ile ilgili çalışmalar daha sık görülmeye başlanmıştır. Bunun sebebi; tip-2 bulanık küme teorisinin kurala dayalı bulanık mantık sistemlerindeki belirsizlikleri modellemeye ve bu belirsizliklerin etkilerini en aza indirmeye olanak tanınmasıdır. Tip-1 bulanık kümeler bu tür belirsizlikleri modellemede tip 2 kadar başarılı değildir. Tip-2 bulanık kümelerin üyelik işlevleri üç boyutlu iken, tip-1 bulanık kümelerin üyelik işlevleri iki boyutludur. (Mendel

ve John, 2002: 117). Son yıllarda, geleneksel bulanık kümeler kavramının bir uzantısı olarak, tip-2 bulanık kümeler daha fazla tercih edilmektedir, çünkü belirsizlikle başa çıkabilme özelliğine sahiptir. Bu nedenle, daha güvenilir sonuçlar elde etmek için, aralık tip-2 bulanık kümelerine dayanan ÇKKV yaklaşımları çeşitli konularda ve farklı alanlarda kullanılmaktadır (Çelik vd., 2015: 329). Aralık tip-2 bulanık küme teorisi tedarikçi seçimine yönelik olarak çok sayıda çalışmada kullanılsa da farklı birçok amaç için de kullanılmaktadır. Dolayısıyla ilgili literatürü iki grupta toplamak mümkündür.

Aralık tip-2 bulanık küme teorisi son on yılda, birçok araştırmacının dikkatini çeken en popüler yapay zekâ araştırma konularından biri olmuştur (Qin, 2017: 250) ve tedarikçi seçiminde yaygın olarak kullanılmıştır. Ghorabae vd., (2014) tedarikçi seçimi için aralık tip-2 bulanık kümeler bağlamında bulanık çok kriterli grup karar verme problemlerini sunmuş ve sayı aralıklarını sıralamak için yeni bir yöntem(COPRAS) önermişlerdir. Turk vd., (2014), aralık tip-2 bulanık kümeler kullanarak tedarikçi seçimi için üç farklı yöntem uygulamışlardır ve bu yöntemler tedarikçilerin ölçütlerinin ve performansının önemine göre uyarlamışlardır. Kar ve Chatterjee (2014), risk faktörlerine dayalı olarak ham petrol tedarikçilerinin alternatiflerinin sıralamasını belirlemek için aralık tip-2 bulanık kümeler yöntemini uygulamışlardır. Heidarzade vd., (2016), aralık tip-2 bulanık değerler kullanmış ve iki aralıklı tip-2 bulanık küme arasındaki mesafeyi hesaplamak için de yeni bir formül geliştirmişlerdir. Bu yaklaşımı kullanarak hiyerarşik kümeleme tabanlı bir yöntem önermişler ve tedarikçi seçim problemini 8 kriter ve 8 tedarikçi ile analiz etmişlerdir. Abdullah ve Otteman (2017), tedarikçi seçimi için aralık tip-2 bulanık küme teorisini uyguladıkları çalışmasında karar vericilerin adımlarının bazılarını entropi ile değiştirerek TOPSIS yaklaşımını farklı aralıklarla ortaya koymuşlardır. Paksoy ve Öztürk (2019), uygun tedarikçi seçimi için üç farklı yöntem üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada önce kural tabanı olmayan aralık tip-2 bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemi daha sonra ise aralık tip-2 bulanık-kural tabanlı analitik hiyerarşi prosesi kullanılmıştır. İki yöntem sonucunda elde edilen sıralama sonuçları üzerinde Kendall Tau Korelasyonuna dayalı sıralama performansı değerlendirmesi işlemi yapılmıştır. Yucesan vd., (2019), plastik enjeksiyon döküm tesisinde Best-Worst Metodu (BWM) ve aralık tip-2 bulanık küme teorisine dayanan yeşil tedarikçi seçimi için çok fazlı bir ÇKKV modeli uygulamışlardır

Aralık tip-2 bulanık küme teorisi farklı çalışmalar kapsamında da kullanılmaktadır. Wu ve Tan (2006), tanklardaki sıvı seviye sistemini kontrol etmek için aralık tip-2 bulanık mantık denetleyicileri ile birlikte genetik algoritmalar kullanmışlardır. Bernardo vd., (2012), finansal

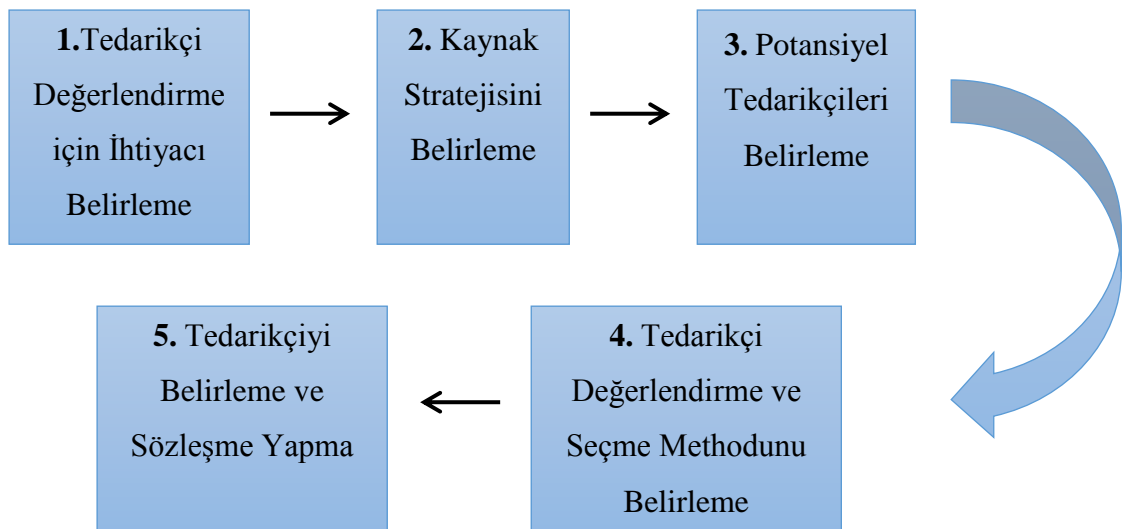
uygulamaların modellenmesi ve tahmini için bir tip-2 bulanık mantık sistemini kullanmışlardır. Xing vd., (2019), arazi örtüsü sınıflamasındaki belirsizliğe odaklanmak için aralık tip 2 bulanık küme teorisini kullanmışlardır. Qin ve ark. (2020), aralık tip-2 bulanık küme teorisine dayanarak akıl yürütme yöntemi ile risk analizi yapmıştır.

2. Tedarikçi Seçimi

İşletmeler için finansal, operasyonel ve stratejik açıdan ürün ve hizmet alımı oldukça önemlidir. Satın alınan ürünlerin maliyeti işletmelerin toplam maliyetleri içerisinde önemli bir yer tutmakta ve bu ürünlerin kalitesi işletmelerin hizmet kalitesini önemli ölçüde belirlemektedir. İşletmeler açısından bir diğer önemli faktör ise tedarikçilerin ürünleri zamanında teslim etmesidir. İşletmeler ürün temin edebileceği tedarikçiyi ya da tedarikçileri seçerken işletmenin hizmet sürecini ve verimliliklerini olumsuz etkilemeyecek tedarikçileri tercih etmeli ve bu tedarikçiler işletmenin stratejik hedeflerine uyum gösterebilmelidir (Rowbotham vd., 2007: 308).

İşletmeler doğru tedarikçiye ancak tedarikçi yönetimi ile ulaşabilmektedirler. İşletmelerin tedarikçi yönetimini başarılı ve uzun süreli yapabilmelerini sağlayacak en önemli faktörlerden biri de tedarikçi seçme ve değerlendirme sürecidir. Geçmişte ürün ya da hizmet satın alırken en uygun fiyatı veren tedarikçiyi seçmek yeterliken bugün işletmelerin tedarikçileri birçok kriter gere incelemesi ve değerlendirmesi gerekmektedir. Tedarikçi değerlendirme sürecinde beş aşama söz konusudur ve bu aşamalar Şekil 1’de gösterilmektedir.

Şekil 1: Tedarikçi Değerlendirme Aşamaları



Kaynak: Monzka vd., 2009: 237.

Tedarikçileri değerlendirirken kullanılan yöntemler işletmeden işletmeye farklılıklar gösterebilmekte (Elazgöz, 2006: 108-109) ve işletmenin faaliyet gösterdiği sektöre, satın alınan ürünün türüne ve koşullarına bağlı olarak farklı kriterler kullanılabilir. Ancak tedarikçileri değerlendirirken kullanılan en yaygın kriterler; fiyat, kalite ve teslimat performansdır (Kannan ve Tan, 2006: 763). Bu kriterlere ek olarak; Chang vd., (2011), teknolojik yetenek, servis, ürün teslimatında istikrar, teslim süresi, değişim taleplerine zamanında cevap, üretim kapasitesi ve finansal durum kriterlerini, Wu vd., (2013), stok kapasitesi, ödeme şartları, mesafe kriterlerini, Abdullah ve Otteman (2017) ise teknolojik düzey ve esneklik kriterlerini kullanmışlardır.

Turizm sektöründe giderek artan rekabetten dolayı konaklama işletmeleri müşterilerine sunduğu olanakları ve hizmet kalitesini arttırmaya çalışmaktadır. İşletmeler ancak bu sayede rekabet gücünü ve pazar payını arttırabilmektedir. Konaklama işletmelerindeki yüksek ürün çeşidi ve tüketiminden dolayı doğru tedarikçi seçimi işletmenin karlılığını ve hizmet kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu bağlamda konaklama işletmeleri faaliyetlerine katkı sağlayan doğru tedarikçileri tercih etmeli ve bu tedarikçiler ile iyi ilişkiler kurabilmelidir. Doğru tedarikçi seçimi ve tedarik zincirinin başarılı bir şekilde yönetilmesi işletmenin hizmet sürecinin aksamaması, optimum maliyet ile ürün tedarik etmesi ve faaliyetlerini sürdürebilmesi açısından oldukça önemlidir (Tellioglu ve Etilioglu, 2019: 147).

3. Metodoloji

Çalışmada beş yıldızlı bir konaklama işletmesinin süt ve süt ürünleri grubuna yönelik olarak çalıştığı tedarikçilerin değerlendirilmesi ve performanslarının ölçülmesi amaçlanmaktadır. İşletmelerde gerek çalışılan tedarikçilerin sayısal olarak fazlalığı ve gerekse çalışılacak tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerin fazla ve çeşitli oluşu, tedarikçi seçimi probleminin doğal olarak bir ÇKKV problemine evrilmesine yol açmaktadır. Dolayısıyla tedarikçi seçimi bir ÇKKV problemidir. Benzer koşullar konaklama işletmeleri için de geçerlidir. Özellikle yüksek sezon olarak nitelenen yaz aylarında her şey dahil konseptinde çalışan konaklama işletmelerinde gıda ürünlerinin tedarik edilmesi ve bu süreçte çalışılan tedarikçiler işletme faaliyetlerinin sürdürülebilirliği noktasında en önemli konudur.

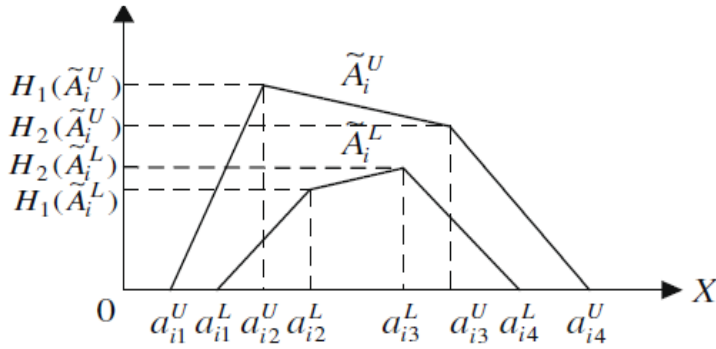
Karar verme problemleri çözümlenirken içerdiği belirsizlikle mücadelede bulanık kümeler kullanılmaktadır. Son yıllarda araştırmacılar kesin üyelik fonksiyonlarının tanımlanmasının imkânsız olduğu durumlarda ve dilsel belirsizlik, muğlaklık, yetersiz bilgiye sahip olma gibi

belirsizliğin farklı türleri ile mücadelede tip-2 bulanık kümeleri kullanmaya başlamışlardır. Bir aralık tip-2 bulanık kümeyi şu şekilde gösterebiliriz (Çebi ve Otay, 2015; 334):

$$\begin{aligned}\tilde{A}_i &= (\tilde{A}_i^U, \tilde{A}_i^L) \\ \tilde{A}_i^U &= (a_{i1}^U, a_{i2}^U, a_{i3}^U, a_{i4}^U; H_1(\tilde{A}_i^U), H_2(\tilde{A}_i^U)) \\ \tilde{A}_i^L &= (a_{i1}^L, a_{i2}^L, a_{i3}^L, a_{i4}^L; H_1(\tilde{A}_i^L), H_2(\tilde{A}_i^L)) \\ H_1(\tilde{A}_i^U), H_2(\tilde{A}_i^U), H_1(\tilde{A}_i^L), H_2(\tilde{A}_i^L) &\in [0,1]\end{aligned}$$

Eşitlikteki \tilde{A}_i^U ve \tilde{A}_i^L tip I bulanık kümeler gibi oluşturulmuş üst ve alt yamuksal üyelik fonksiyonlarını ifade eder ve $a_{i1}^U, a_{i2}^U, a_{i3}^U, a_{i4}^U, a_{i1}^L, a_{i2}^L, a_{i3}^L, a_{i4}^L$ ile ifade edilen değerler ise tip 2 bulanık sayıların referans noktalarıdır. $H_j(\tilde{A}_i^U)$ ve $H_j(\tilde{A}_i^L)$ ise $a_{i(j+1)}^U$ ve $a_{i(j+1)}^L$ nin üyelik değerlerini ifade eder. Bir tip 2 bulanık küme \tilde{A} nın üyelik fonksiyonu Şekil 2’ de olduğu gibidir.

Şekil 2: Aralık Tip 2 Bulanık Küme \tilde{A} (Çebi ve Otay, 2015; 334; Lee ve Chen, 2008; 3261)



Bu çalışmada tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçiminde aralık tip 2 bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Yöntemin aşamalarına geçmeden yöntemin işlem basamaklarını daha iyi takip edebilmek ve kavrayabilmek için aralık tip-2 bulanık kümelerde yapılan aritmetik işlemlerden bazılarını özetlemek gerekmektedir. İlgili literatür incelendiğinde yöntemin işlem basamaklarına geçilmeden önce özet aritmetik işlemlerin verildiği görülmektedir (Lee ve Chen, 2008; Chen ve Lee, 2010; Chen vd., 2012; Çebi ve Otay, 2015; Deveci vd., 2017; Ayvaz ve Kuşakcı, 2017):

3.1.Aralık Tip 2 Bulanık Kümelerde Aritmetik İşlemler

İki tip 2 bulanık sayının toplanması;

$$\tilde{\tilde{A}}_1 \oplus \tilde{\tilde{A}}_2 = \left(\begin{array}{l} a_{11}^U + a_{21}^U, a_{12}^U + a_{22}^U, a_{13}^U + a_{23}^U, a_{14}^U + a_{24}^U; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^U), H_1(\tilde{A}_2^U)), \min(H_2(\tilde{A}_1^U), H_2(\tilde{A}_2^U)), \\ a_{11}^L + a_{21}^L, a_{12}^L + a_{22}^L, a_{13}^L + a_{23}^L, a_{14}^L + a_{24}^L; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^L), H_1(\tilde{A}_2^L)), \min(H_2(\tilde{A}_1^L), H_2(\tilde{A}_2^L)) \end{array} \right) \quad (1)$$

Tip 2 bulanık sayılarda çıkarma;

$$\tilde{\tilde{A}}_1 - \tilde{\tilde{A}}_2 = \left(\begin{array}{l} a_{11}^U - a_{24}^U, a_{12}^U - a_{23}^U, a_{13}^U - a_{22}^U, a_{14}^U - a_{21}^U; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^U), H_1(\tilde{A}_2^U)), \min(H_2(\tilde{A}_1^U), H_2(\tilde{A}_2^U)), \\ a_{11}^L - a_{24}^L, a_{12}^L - a_{23}^L, a_{13}^L - a_{22}^L, a_{14}^L - a_{21}^L; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^L), H_1(\tilde{A}_2^L)), \min(H_2(\tilde{A}_1^L), H_2(\tilde{A}_2^L)) \end{array} \right) \quad (2)$$

Tip 2 bulanık sayılarda çarpma;

$$\tilde{\tilde{A}}_1 \otimes \tilde{\tilde{A}}_2 = \left(\begin{array}{l} a_{11}^U * a_{21}^U, a_{12}^U * a_{22}^U, a_{13}^U * a_{23}^U, a_{14}^U * a_{24}^U; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^U), H_1(\tilde{A}_2^U)), \min(H_2(\tilde{A}_1^U), H_2(\tilde{A}_2^U)), \\ a_{11}^L * a_{21}^L, a_{12}^L * a_{22}^L, a_{13}^L * a_{23}^L, a_{14}^L * a_{24}^L; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^L), H_1(\tilde{A}_2^L)), \min(H_2(\tilde{A}_1^L), H_2(\tilde{A}_2^L)) \end{array} \right) \quad (3)$$

Tip 2 bulanık sayının sabit bir sayıyla çarpımı ve sabit bir sayıya bölünmesi;

$$k * \tilde{\tilde{A}}_1 = \left(\begin{array}{l} (k \times a_{11}^u, k \times a_{12}^u, k \times a_{13}^u, k \times a_{14}^u); H_1(\tilde{A}_1^u), H_2(\tilde{A}_1^u), \\ (k \times a_{11}^l, k \times a_{12}^l, k \times a_{13}^l, k \times a_{14}^l); H_1(\tilde{A}_1^l), H_2(\tilde{A}_1^l) \end{array} \right) \quad (4-5)$$

$$\frac{\tilde{\tilde{A}}_1}{k} = \left(\begin{array}{l} \left(\frac{1}{k} \times a_{11}^u, \frac{1}{k} \times a_{12}^u, \frac{1}{k} \times a_{13}^u, \frac{1}{k} \times a_{14}^u \right); H_1(\tilde{A}_1^u), H_2(\tilde{A}_1^u), \\ \left(\frac{1}{k} \times a_{11}^l, \frac{1}{k} \times a_{12}^l, \frac{1}{k} \times a_{13}^l, \frac{1}{k} \times a_{14}^l \right); H_1(\tilde{A}_1^l), H_2(\tilde{A}_1^l) \end{array} \right)$$

Tip 2 bulanık sayının sırasının (rank) belirlenmesi;

$$\tilde{\tilde{A}}_i = (\tilde{A}_i^U, \tilde{A}_i^L) = \left(\begin{array}{l} (a_{i1}^U, a_{i2}^U, a_{i3}^U, a_{i4}^U); H_1(\tilde{A}_i^U), H_2(\tilde{A}_i^U), \\ (a_{i1}^L, a_{i2}^L, a_{i3}^L, a_{i4}^L); H_1(\tilde{A}_i^L), H_2(\tilde{A}_i^L) \end{array} \right) \quad (6)$$

Şeklinde ifade edilen tip 2 bulanık sayının rankını ikizkenar yamuk şeklinde aralık tip 2 bulanık kümelerle şu şekilde tanımlayabiliriz:

$$\begin{aligned}
\text{Rank}(\tilde{A}_i) = & M_1(\tilde{A}_i^U) + M_1(\tilde{A}_i^L) + M_2(\tilde{A}_i^U) + M_2(\tilde{A}_i^L) + M_3(\tilde{A}_i^U) + M_3(\tilde{A}_i^L) - \\
& \frac{1}{4}(S_1(\tilde{A}_i^U) + S_1(\tilde{A}_i^L) + S_2(\tilde{A}_i^U) + S_2(\tilde{A}_i^L) + S_3(\tilde{A}_i^U) + S_4(\tilde{A}_i^L)) + \\
& H_1(\tilde{A}_i^U) + H_1(\tilde{A}_i^L) + H_2(\tilde{A}_i^U) + H_2(\tilde{A}_i^L)
\end{aligned} \quad (7)$$

Eşitlikte $M_p(\tilde{A}_i^j)$; a_{ip}^j ve $a_{i(p+1)}^j$ elemanlarının ortalamasını ifade eder.

$$M_p(\tilde{A}_i^j) = (a_{ip}^j + a_{i(p+1)}^j) / 2, \quad 1 \leq p \leq 3 \quad (8)$$

$S_q(\tilde{A}_i^j)$ ise a_{iq}^j ve $a_{i(q+1)}^j$ elemanlarının standart sapmasını ifade eder.

$$S_q(\tilde{A}_i^j) = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{k=q}^{q+1} \left(a_{ik}^j - \frac{1}{2} \sum_{k=q}^{q+1} a_{ik}^j \right)^2}, \quad 1 \leq q \leq 3, \quad (9)$$

$S_4(\tilde{A}_i^j)$; $a_{i1}^j, a_{i2}^j, a_{i3}^j$ ve a_{i4}^j elemanlarının standart sapmasını ifade eder.

$$S_4(\tilde{A}_i^j) = \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 \left(a_{ik}^j - \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 a_{ik}^j \right)^2} \quad (10)$$

$H_p(\tilde{A}_i^j)$; \tilde{A}_i^j ikizkenar yamuk üyelik fonksiyonundaki $a_{i(p+1)}^j$ elemanının üyelik değerini ifade eder ve burada, $1 \leq p \leq 2$, $j \in \{U, L\}$ ve $1 \leq i \leq n$ 'dir.

3.2. Aralık Tip-2 Bulanık TOPSIS

Aralık tip 2 bulanık TOPSIS modeli aşağıdaki adımları içermektedir (Chen ve Lee, 2010; Chen vd., 2012) :

Adım 1: Karar matrisi ve ağırlıklı karar matrisinin oluşturulması

$$Y_p = (\tilde{f}_{ij}^p)_{m \times n} = \begin{bmatrix} \tilde{f}_{11}^p & \tilde{f}_{12}^p & \dots & \tilde{f}_{1n}^p \\ \tilde{f}_{21}^p & \tilde{f}_{22}^p & \dots & \tilde{f}_{2n}^p \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{f}_{m1}^p & \tilde{f}_{m2}^p & \dots & \tilde{f}_{mn}^p \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\bar{Y} = (\tilde{f}_{ij})_{m \times n}, \quad (12)$$

$$\tilde{f}_{ij} = \left(\frac{\tilde{f}_{ij}^1 \oplus \tilde{f}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{f}_{ij}^k}{k} \right), \quad (13)$$

burada \tilde{f}_{ij} aralık tip 2 bulanık kümedir ve k karar vericilerin sayısını ifade eder.

Adım 2: W_p ağırlık matrisi ve \bar{W} ortalama ağırlık matrisinin oluşturulması.

$$W_p = \left(\tilde{w}_i^p \right)_{1 \times m} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1^p & \tilde{w}_2^p & \dots & \tilde{w}_m^p \end{bmatrix}, \quad (14)$$

$$\bar{W} = \left(\tilde{w}_i^p \right)_{1 \times m}, \quad (15)$$

$$\tilde{w}_i = \frac{\tilde{w}_i^1 \oplus \tilde{w}_i^2 \oplus \dots \oplus \tilde{w}_i^k}{k}, \quad (16)$$

burada \tilde{w}_i aralık tip-2 bulanık kümedir ve k karar vericilerin sayısını ifade eder.

Adım 3: \bar{Y}_w ağırlıklı karar matrisinin oluşturulması.

$$\bar{Y}_w = \left(\tilde{v}_{ij} \right)_{m \times n} = \begin{bmatrix} \tilde{v}_{11} & \tilde{v}_{12} & \dots & \tilde{v}_{1n} \\ \tilde{v}_{21} & \tilde{v}_{22} & \dots & \tilde{v}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{v}_{m1} & \tilde{v}_{m2} & \dots & \tilde{v}_{mn} \end{bmatrix} \quad (17)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{w}_i \otimes \tilde{f}_{ij}, \quad 1 \leq i \leq m, \quad \text{ve} \quad 1 \leq j \leq n \quad (18)$$

Adım 4: 7 nolu eşitlik aracılığıyla \tilde{v}_{ij} aralık tip-2 bulanık kümenin sıralama değeri $Rank(\tilde{v}_{ij})$ hesaplanır. \bar{Y}_w^* sıralı ağırlıklı karar matrisi oluşturulur.

$$\bar{Y}_w^* = \left(Rank(\tilde{v}_{ij}) \right)_{m \times n}, \quad 1 \leq i \leq m \quad \text{ve} \quad 1 \leq j \leq n \quad (19)$$

Adım 5: Pozitif ideal çözümü $x^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_m^+)$ ve negatif ideal çözümü $x^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_m^-)$ belirleme.

$$v_i^+ = \begin{cases} \max_{1 \leq j \leq n} \{ Rank(\tilde{v}_{ij}) \}, & \text{eğer } f_i \in F_1 \\ \min_{1 \leq j \leq n} \{ Rank(\tilde{v}_{ij}) \}, & \text{eğer } f_i \in F_2 \end{cases} \quad (20)$$

ve

$$v_i^- = \begin{cases} \min_{1 \leq j \leq n} \{ Rank(\tilde{v}_{ij}) \}, & \text{eğer } f_i \in F_1 \\ \max_{1 \leq j \leq n} \{ Rank(\tilde{v}_{ij}) \}, & \text{eğer } f_i \in F_2 \end{cases} \quad (21)$$

Eşitlikte F_1 fayda kriterleri kümesini ve F_2 maliyet kriterleri kümesini ifade etmektedir.

Adım 6: Her bir alternatifin pozitif ($d^+(x_j)$) ve negatif ($d^-(x_j)$) ideal çözüme uzaklıklarının hesaplanması.

$$d^+(x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\text{Rank}(\tilde{v}_{ij}) - v_i^+)^2}, \quad (22)$$

$$d^-(x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\text{Rank}(\tilde{v}_{ij}) - v_i^-)^2}, \quad 1 \leq j \leq n \quad (23)$$

Adım 7: Pozitif ideal çözüm açısından göreceli yakınlık derecelerinin hesaplanması.

$$C(x_j) = \frac{d^-(x_j)}{d^+(x_j) + d^-(x_j)}, \quad 1 \leq j \leq n \quad (24)$$

Adım 8: $C(x_j)$ değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanması. Büyük değerler ilgili alternatifin daha yüksek önceliğe sahip olduğunu ifade eder.

4. Uygulama

Çalışmada Alanya’da faaliyette bulunan, her şey dahil konseptiyle müşterilerine hizmet veren ve ülkemizin önde gelen 5 yıldızlı otel gruplarından birine ait olan bir konaklama işletmesinin grubunun süt ve süt ürünleri tedarikçileri değerlendirilmiş, performansları ölçülerek sıralama yapılmıştır.

1. Adım: Tedarikçi seçiminde yönelik ilgili literatürden ve firmanın satın alma müdürü, finans müdürü ve işletme müdürünün karar verici olarak belirlendiği heyetin fikir ve önerileri doğrultusunda, süt ve süt ürünleri grubunda yer alan ve firmanın yoğun bir şekilde alım yaptığı 4 tedarikçiyi değerlendirmek için 7 temel kriter belirlenmiştir. Bu kriterler; ürün teslimat performansı, satış sonrası hizmet, marka bilinirliği, fiyat avantajı, ödeme avantajı, güvenilirlik ve stok kapasitesidir.

Tablo 1: Tedarikçi Seçim Kriterleri

	Prahanski & Benton	Chang vd	Noural & Kannan	Shin vd.	Veber vd.	Wu vd.	Türk vd.	Abdullah & Otteman
Fiyat	x	x	x	x	x	x	x	x
Marka/Kalite	x	x	x	x		x	x	x
Teslimat	x	x	x	x	x	x	x	x
Satış Sonrası Hizmet	x	x	x		x	x	x	
Ödeme Avantajı			x			x		
Güvenilirlik			x	x	x			
Stok Kapasitesi						x		

Kriter ağırlıklarını ve alternatifleri değerlendirmede kullanılan ölçekler (Chen ve Lee, 2010)

Tablo 2 ve Tablo 3' de olduğu gibidir.

Tablo 2: Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesinde Kullanılan Dilsel Değişkenler

Dilsel Değişken	Tip 1 Bulanık Küme	Aralık Tip 2 Bulanık Küme
Çok Düşük (ÇD)	(0,0,0,0.1;1,1)	(0,0,0,0.1;1,1), (0,0,0,0.1;1,1)
Düşük (D)	(0,0.1,0.1,0.3;1,1)	(0,0.1,0.1,0.3;1,1), (0,0.1,0.1,0.3;1,1)
Orta Düşük (OD)	(0.1,0.3,0.3,0.5;1,1)	(0.1,0.3,0.3,0.5;1,1), (0.1,0.3,0.3,0.5;1,1)
Orta (O)	(0.3,0.5,0.5,0.7;1,1)	(0.3,0.5,0.5,0.7;1,1), (0.3,0.5,0.5,0.7;1,1)
Orta Yüksek (OY)	(0.5,0.7,0.7,0.9;1,1)	(0.5,0.7,0.7,0.9;1,1), (0.5,0.7,0.7,0.9;1,1)
Yüksek (Y)	(0.7,0.9,0.9,1;1,1)	(0.7,0.9,0.9,1;1,1), (0.7,0.9,0.9,1;1,1)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9,1,1,1;1,1)	(0.9,1,1,1;1,1), (0.9,1,1,1;1,1)

Tablo 3: Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel Değişkenler

Dilsel Değişken	Tip 1 Bulanık Küme	Aralık Tip 2 Bulanık Küme
Çok Zayıf (ÇZ)	(0,0,0,1;1,1)	(0,0,0,1;1,1), (0,0,0,1;1,1)
Zayıf (Z)	(0,1,1,3;1,1)	(0,1,1,3;1,1), (0,1,1,3;1,1)
Orta Zayıf (OZ)	(1,3,3,5;1,1)	(1,3,3,5;1,1), (1,3,3,5;1,1)
Orta (O)	(3,5,5,7;1,1)	(3,5,5,7;1,1), (3,5,5,7;1,1)
Orta İyi (Oİ)	(5,7,7,9;1,1)	(5,7,7,9;1,1), (5,7,7,9;1,1)
İyi (İ)	(7,9,9,10;1,1)	(7,9,9,10;1,1), (7,9,9,10;1,1)
Çok İyi (Çİ)	(9,10,10,10;1,1)	(9,10,10,10;1,1), (9,10,10,10;1,1)

Karar vericilerin yaptıkları değerlendirmeler sonucu eşitlik 11-13 aracılığıyla bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 4: Bulanık Karar Matrisi

\tilde{f}_{11}	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{12}	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{13}	((0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{14}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{21}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{22}	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{23}	((0,70 0,87 0,87 0,97 1,00 1,00) (0,70 0,87 0,87 0,97 1,00 1,00))
\tilde{f}_{24}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{31}	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{32}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{33}	((0,57 0,77 0,77 0,90 1,00 1,00) (0,57 0,77 0,77 0,90 1,00 1,00))
\tilde{f}_{34}	((0,57 0,77 0,77 0,90 1,00 1,00) (0,57 0,77 0,77 0,90 1,00 1,00))
\tilde{f}_{41}	((0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{42}	((0,63 0,83 0,83 0,97 1,00 1,00) (0,63 0,83 0,83 0,97 1,00 1,00))
\tilde{f}_{43}	((0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{44}	((0,63 0,80 0,80 0,93 1,00 1,00) (0,63 0,80 0,80 0,93 1,00 1,00))
\tilde{f}_{51}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{52}	((0,57 0,77 0,77 0,93 1,00 1,00) (0,57 0,77 0,77 0,93 1,00 1,00))

\tilde{f}_{53}	((0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{54}	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{61}	((0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{62}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{63}	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{64}	((0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{71}	((0,70 0,87 0,87 0,97 1,00 1,00) (0,70 0,87 0,87 0,97 1,00 1,00))
\tilde{f}_{72}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{73}	((0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{74}	((0,70 0,87 0,87 0,97 1,00 1,00) (0,70 0,87 0,87 0,97 1,00 1,00))

2. Adım: Sonrasında eşitlik 14-16 aracılığıyla bulanık ağırlık matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 5: Bulanık Ağırlık Matrisi

\tilde{w}_1	((0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{w}_2	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{w}_3	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{w}_4	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{w}_5	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{w}_6	((0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{w}_7	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))

3. Adım: Eşitlik 17-18 yardımıyla ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 6: Ağırlıklandırılmış Bulanık Karar Matrisi

\tilde{v}_{11}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{12}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{13}	((0,63 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,63 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{14}	((0,75 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,75 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{21}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{22}	((0,64 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,64 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{23}	((0,58 0,84 0,84 0,97 1,00 1,00) (0,58 0,84 0,84 0,97 1,00 1,00))
\tilde{v}_{24}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{31}	((0,59 0,87 0,87 1,00 1,00 1,00) (0,59 0,87 0,87 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{32}	((0,64 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,64 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{33}	((0,43 0,72 0,72 0,90 1,00 1,00) (0,43 0,72 0,72 0,90 1,00 1,00))
\tilde{v}_{34}	((0,43 0,72 0,72 0,90 1,00 1,00) (0,43 0,72 0,72 0,90 1,00 1,00))
\tilde{v}_{41}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{42}	((0,49 0,78 0,78 0,97 1,00 1,00) (0,49 0,78 0,78 0,97 1,00 1,00))
\tilde{v}_{43}	((0,54 0,84 0,84 1,00 1,00 1,00) (0,54 0,84 0,84 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{44}	((0,49 0,75 0,75 0,93 1,00 1,00) (0,49 0,75 0,75 0,93 1,00 1,00))
\tilde{v}_{51}	((0,64 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,64 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{52}	((0,43 0,72 0,72 0,93 1,00 1,00) (0,43 0,72 0,72 0,93 1,00 1,00))
\tilde{v}_{53}	((0,54 0,84 0,84 1,00 1,00 1,00) (0,54 0,84 0,84 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{54}	((0,59 0,87 0,87 1,00 1,00 1,00) (0,59 0,87 0,87 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{61}	((0,81 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,81 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{62}	((0,75 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,75 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{63}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{64}	((0,81 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,81 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{71}	((0,58 0,84 0,84 0,97 1,00 1,00) (0,58 0,84 0,84 0,97 1,00 1,00))
\tilde{v}_{72}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))

\tilde{v}_{73}	((0,58 0,87 0,87 1,00 1,00 1,00) (0,58 0,87 0,87 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{74}	((0,58 0,84 0,84 0,97 1,00 1,00) (0,58 0,84 0,84 0,97 1,00 1,00))

4. Adım: Eşitlik 7 yardımı ile aralık tip 2 bulanık kümenin rank değerleri hesaplanmıştır.

$$\bar{Y}_w^* = \begin{bmatrix} 9,36 & 9,36 & 9,15 & 9,56 \\ 9,36 & 9,17 & 8,82 & 9,36 \\ 8,98 & 9,17 & 8,10 & 8,10 \\ 9,36 & 8,46 & 8,80 & 8,31 \\ 9,17 & 8,12 & 8,80 & 8,98 \\ 9,77 & 9,56 & 9,36 & 9,77 \\ 8,82 & 9,36 & 8,97 & 8,82 \end{bmatrix}$$

5. Adım: Eşitlik 20-21 ile pozitif ve negatif ideal sonuçlar belirlenmiştir.

$$X^+ = [9,56 \ 9,36 \ 9,17 \ 9,36 \ 9,17 \ 9,77 \ 9,36]$$

$$X^- = [9,15 \ 8,82 \ 8,10 \ 8,31 \ 8,12 \ 9,36 \ 8,82]$$

6. Adım: Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklıkları eşitlik 22-23 aracılığıyla hesaplanmıştır.

$$d^+(x_1) = 0,61$$

$$d^-(x_1) = 1,87$$

$$d^+(x_2) = 1,42$$

$$d^-(x_2) = 1,30$$

$$d^+(x_3) = 1,55$$

$$d^-(x_3) = 0,85$$

$$d^+(x_4) = 1,60$$

$$d^-(x_4) = 1,17$$

7. Adım: Pozitif ideal çözüm açısından görelî yakınlık değerleri eşitlik 24 ile belirlenmiştir.

$$C(x_1) = \frac{1,87}{1,87 + 0,61} = 0,75$$

$$C(x_2) = \frac{1,30}{1,30 + 1,42} = 0,48$$

$$C(x_3) = \frac{0,85}{0,85 + 1,55} = 0,35$$

$$C(x_4) = \frac{1,17}{1,17 + 1,60} = 0,42$$

$$C(x_1) \geq C(x_2) \geq C(x_4) \geq C(x_3)$$

Sonuç

Konaklama işletmelerindeki yüksek ürün çeşitliliği ve tüketiminden dolayı satın alınan ürünlerin maliyeti işletmenin toplam maliyeti içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu önemli faktörden dolayı bu işletmelerde en önemli faaliyetlerden biri doğru tedarikçi seçimidir. Geçmiş yıllarda ürün satın alırken en uygun fiyatı veren tedarikçiyi seçmek yeterliyken bugün tedarikçilerin performansının birçok kritere göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Doğru tedarikçilerin işletmelerin kârlılığına ve hizmet kalitesine olan olumlu katkılarından dolayı işletmeler tedarikçileri mutlaka doğru yöntemler ile seçmeli ve doğru tedarikçiler uzun süreli iş ilişkileri geliştirmelidir. Doğru tedarikçi seçimi ayrıca işletmelerin rekabetçi pazar koşullarında faaliyetlerini sürdürebilmesini sağlayan önemli faktörlerden bir tanesidir. İşletmeler için doğru tedarikçi seçiminin önemli olduğunun belirtilmesine rağmen birçok işletme bu bilimsel yöntemlerden yeterince faydalanmamakta ve tedarikçi seçimini sübjektif kriterlere göre yapmaktadır.

Bu çalışmada, uygun tedarikçiyi belirlemek için aralık tip-2 bulanık TOPSIS (IT2FT) yönteminden faydalanılmıştır. Aralık tip-2 bulanık kümeler belirsizlikler ile başa çıkabilmede tip-1 bulanık kümelere göre daha başarılı olduğu için ÇKKV problemlerinin çözümünde son yıllarda sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Sektörel olarak değerlendirildiğinde de çevresel etmenler ve geleceğin belirsizliğinin çok ciddi boyutlarda etki ettiği konaklama işletmelerinde bu yöntemlerin kullanılması firmalara doğru karar verme noktasında avantajlar sağlayacaktır. Yüksek sezon olarak nitelenen yaz aylarında, binlerce turistin aynı anda konakladığı ve her şey dahil konseptiyle hizmet veren bir firma göz önüne alındığında tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi probleminin ne kadar önemli olduğu ortadadır. Araştırmanın yapıldığı işletmedeki en uygun tedarikçiyi tespit etmek için belirlenen yedi kriter ve dört tedarikçi üç

uzman tarafından değerlendirilmiştir. Yedi kriter arasında en önemli kriterlerin ürün teslimi ve güvenilirliği olduğu belirlenmiştir. Literatürden farklı olarak maliyet avantajı uygulama yapılan işletme için en önemli kriter değildir. Bunun nedeni firmanın ülkemizin en büyük konaklama işletmelerinden biri olması ve kurumsal itibarın işletme için çok önemli olmasıdır. Yedi kriter arasında uzmanların değerlendirmesi incelendiğinde, en uygun tedarikçinin bir numaralı tedarikçi olduğu görölmektedir. Dolayısıyla işletme uzun vadeli ticari ilişkilerini şekillendirirken bir numaralı tedarikçi ile daha büyük miktarlarda alım yapma noktasında sözleşme yapabilir.

Çalışmanın yapıldığı konaklama işletmesi ülkemizin önde gelen ve en büyük zincir otellerinden biridir. Dolayısıyla benzer ölçekte faaliyette bulunan işletmeler için benzer kriterlerle aynı yöntemi kullanarak tedarikçi seçimi problemleri çözülebilir. Bunun yanı sıra farklı ÇKKV teknikleri ile de uygulamalar yapılıp karşılaştırılabilir. Ancak ölçek olarak daha küçük konaklama işletmelerine yönelik çalışmalarda farklı kriterlerin ön plana çıkması da muhtemeldir.

Kaynakça

- Abdullah, Lazim ve Otteman, Adawiyah (2017). Multi-criteria Decision Making Method based on Interval Type-2 Fuzzy Sets for Supplier Selection. *Journal of Informatics and Mathematical Sciences*, 9 (1). 45-56.
- Agarwall, P., Manjari, S., Mishira, V., Bag, M. ve Singh, V. (2011). A Review of Multi-Criteria Decision Making Techniques for Supplier Evaluation and Selection. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 2, 801-810.
- Ayvaz, B. ve Kuşakcı, A. O. (2017). A trapezoidal type-2 fuzzy multi-criteria decision making method based on TOPSIS for supplier selection: An application in textile sector. 23(1), 71-80
- Baas, S. M. ve Kwakernaak, H. (1977). Rating and Ranking of Multiple-Aspect Alternatives Using Fuzzy Sets. *Automatica*, 13, 47-58.
- Belman, E. ve Zadeh, L.A. (1970). Decision-Making In A Fuzzy Environment. *Electronic Research Laboratory University of California*.
- Bernardo, D., Hagrass, H., ve Tsang, E. (2012). An Interval Type-2 Fuzzy Logic System for the Modeling and Prediction of Financial Applications. *Lecture Notes in Computer Science*, 95–105. Kamel M., Karray F., Hagrass H. (edt) *Autonomous and Intelligent Systems. AIS 2012. Lecture Notes in Computer Science*, vol 7326. Berlin: Springer.
- Chang, B., Chang, C. ve Wu, C. (2011). Fuzzy DEMATEL Method for Developing Supplier Selection Criteria. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1850-1858
- Chen, S. M., ve Lee, L. W. (2010). Fuzzy Multiple Attributes Group Decision-Making Based on the Interval Type-2 TOPSIS Method. *Expert Systems with Applications*, 37(4), 2790-2798.
- Chen, S. M., Yang, M. W., Lee, L. W. ve Yang, S. W. (2012). Fuzzy multiple attributes group decision-making based on ranking interval type-2 fuzzy sets. *Expert Systems with Applications*, 39(5), 5295-5308.
- Çebi, F., ve Otay, İ. (2015). Multi-Criteria and Multi-Stage Facility Location Selection Under Interval Type-2 Fuzzy Environment: A Case Study for a Cement Factory. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 8(2), 330-344.
- Çelik, E. Gül, M. Aydın, N. Gümüş, A ve Güneri, A. (2015). A Comprehensive Review of Multi Criteria Decision Making Approaches Based on Interval Type-2 Fuzzy Sets. *Knowledge-Based Systems Volume 85*, September 2015, 329-341.
- Deveci, M., Demirel, N. Ç., ve Ahmetoğlu, E. (2017). Airline new route selection based on interval type-2 fuzzy MCDM: A case study of new route between Turkey-North American region destinations. *Journal of Air Transport Management*, 59, 83-99.

Elazgöz, İ. (2006). Tedarik Zinciri Yönetimi Yaklaşımının Maliyet Hesaplama Çalışmalarına Etkisi((Basılmamış Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Gurung, S. ve Phipon, R. (2016). Multi-Criteria Decision-Making for Supplier Selection using AHP and TOPSIS method. *International Journal of Engineering Inventions*, 6 (2), 13-17.

Ghorabae , M., Amiri, M. Sadaghiani, J.S. ve Goodarzi, G. H. (2014). Multiple Criteria Group Decision-Making for Supplier Selection Based on COPRAS Method with Interval Type-2 Fuzzy Sets. *Int J Adv Manuf Technol*, 2014 (75), 1115–1130

Heidarzade, A, Mahdavi, I ve Amiri, N.M. (2016). Supplier Selection Using a Clustering Method Based on a New Distance for Interval Type-2 Fuzzy Sets: A Case Study. *Applied Soft Computing* Volume 38, January 2016, 213-231.

Kar, S ve Chatterjee, K. (2014). Supplier Selection Using Ranking Interval Type-2 Fuzzy Sets *Proceedings of the 3rd International Conference on Frontiers of Intelligent Computing: Theory and Applications (FICTA) 2014*, 9-17

Kannan, V.R. ve Tan, K.C. (2006). Buyer-Supplier Relationships The Impact of Supplier Selection and Buyer-Supplier Engagement on Relationship and Firm Performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 36 (10), 755-775.

Lee, L. W., ve Chen, S. M. (2008, July). Fuzzy multiple attributes group decision-making based on the extension of TOPSIS method and interval type-2 fuzzy sets. In *2008 International Conference on Machine Learning and Cybernetics (Vol. 6, pp. 3260-3265)*. IEEE.

Mendel, J. M. ve Rober, B. J. (2002). Type-2 Fuzzy Sets Made Simple. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 10(2), 117-127.

Monzka, R. Handfield, R. Giunipero, L. & Petterson, J. (2009). *Purchasing and Supply Chain Management (Fourth Edition)*. Ohio: South-Western Cengage Learning.

Noorul Haq, A. ve Kannan, G. (2006). Fuzzy Analytical Hierarchy Process for Evaluating and Selecting a Vendor in a Supply Chain Model. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, (2006) 29: 826–835

Paksoy, T. ve Ozturk, M. (2019). Aralık Tip-2 Bulanık Kural Tabanlı Ahp Yaklaşımı ile Tedarikçi Seçimi. *Verimlilik Dergisi*, 2019 (3), 115-140.

Prahanshi, C. ve Penton, W.C. (2004). Supplier Evaluations: Communication Strategies to Improve Supplier Performance. *Journal of Operations Management*, 22 (2004), 39–62.

Rowbotham, F. Galloway, L ve Azhashemi, M. (2007). *Operation Managenent in Context*. 2.th Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann

Simic, D. Kovaceviz, I. Svircevic, V. ve Simic S. (2017). 50 Years of Fuzzy Set Theory and Models for Supplier Assessment and Selection: A Literature Review. *Journal of Applied Logic*. 24, 2017, 85-96.

Shin, H., Collier, D. ve Wilson D. (2000). Supply Management Orientation and Supplier/Buyer Performance. *Journal of Operations Management* 18 (2000), 317–333.

Tellioglu, S. ve Etlioğlu, M. (2019). Herşey Dahil Otellerdeki Satınalma Yöneticilerinin Satınalma Davranışlarını ve Kararlarını Etkileyen Faktörler. *SBEDERGİ:Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 3,4,132-149.

Turk, S. John, R ve Ozcan, E. (2014). Interval Type-2 Fuzzy Sets in Supplier Selection. 14th UK Workshop on Computational Intelligence UKCI2014, 8-10 Sept 2014, University of Bradford

Qin, J. (2017). Interval Type-2 Fuzzy Hamy Mean Operators and Their Application in Multiple Criteria Decision Making. *Granul. Comput.* 2(2017),249–269.

Qin, J., X., Y. ve Pedrycz, W. (2020). Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) for Risk Assessment Based on Interval Type-2 Fuzzy Evidential Reasoning Method. *Applied Soft Computing Journal* 89 (2020), 1-14.

Wu, C., Hsies, C. ve Chang, K. (2013). A Hybrid Multiple Criteria Decision Making Model for Supplier Selection. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013, 1-8.

Wu, D. ve Tan, D. (2006). Genetic Learning and Performance Evaluation of Interval Type-2 Fuzzy Logic Controllers. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 19 (2006), 829–841.

Xing, H., He, H., Hu, D. Jiang, T. ve Yu, X. (2019). An interval Type-2 Fuzzy Sets Generation Method for Remote Sensing Imagery Classification. *Computers & Geosciences*, 133 (2019),1-9

Veber, C., Current, J. ve Benton, W.C. (1991). Vender Selection Criteria and Methods. European Journal of Operational Research, 50 (1991), 2-18.

Yucesan, M., Mete, S., Serin, F., Çelik, E. ve Gül, M. (2019). An Integrated Best-Worst and Interval Type-2 Fuzzy TOPSIS Methodology for Green Supplier Selection .Mathematics, 7(182), 1-19

Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy Sets. Information and Control, 8, 338-353.

Zimmerman, H. (1978). Fuzzy Programming and Linear Programming with Several Objective Functions. Fuzzy Sets and Systems Volume 1, Issue 1, January 1978, Pages 45-55.

Zubar, H. A. ve Parthiban, P. (2014). Analysis of Supplier Selection Methods Through Analytical Approach. Int. J. Logistics Systems and Management, 18 (1), 100-125.

BIST Lokanta ve Oteller Sektöründeki Turizm İşletmelerinin Finansal Performanslarının MACBETH ve EDAS Yöntemleri ile İncelenmesi

Talip ARSU*

Ejder AYÇİN**

Geliş Tarihi (Received): 04.03.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 21.05.2020

Öz

Turizm sektörü dolaylı veya dolaysız olarak birçok sektörün gelişmesinde katkısı olduğundan dolayı ülke ekonomisinin gelişmesinde büyük bir paya sahiptir. Turizm sektörünün kalkınması da bu sektörde yer alan işletmelerin finansal güçleri ile doğru orantılıdır. Bu noktadan hareketle çalışmanın amacı, BIST lokantalar ve oteller sektöründeki turizm işletmelerinin finansal performanslarını MACBETH ve EDAS yöntemleri ile değerlendirmek olarak belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan kriterler sekiz finansal orandan oluşmaktadır. Bu finansal oranları seçerken mevcut alanyazından faydalanılmıştır. Araştırma verilerinin analizinde MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) ve EDAS (Evaluation Based on Distance from Average Solution) yöntemleri kullanılmıştır. Öncelikle subjektif değerlendirmelerden kriter ağırlıklarını belirlemek için MACBETH yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra bulunan bu kriter ağırlıkları EDAS yönteminde kullanılarak turizm işletmeleri finansal performanslarına göre değerlendirilmiştir. BIST oteller ve lokantalar sektöründeki 11 işletmenin 2018 bilançosunda yer alan finansal verileri analizde kullanılmıştır. MACBETH yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarına göre en önemli kriterler sırasıyla net kar marjı, nakit oranı ve özsermaye karlılık oranı olarak belirlenmiştir. EDAS yöntemine göre belirlenen finansal performansı en yüksek olan işletmeler ise sırasıyla MAALT, KSTUR ve PKENT olarak tespit edilmiştir. MACBETH yöntemine göre en önemli kriter olan net kar marjı oranı, EDAS yöntemi sonuçlarını doğrudan etkilemiştir. Çünkü finansal performansı en yüksek olan MAALT, KSTUR ve PKENT işletmelerinin net karı diğer işletmelere göre önemli derecede fazladır. Bu da MACBETH yöntemi sonucu bulunan ağırlıkların EDAS yöntemi için en belirleyici unsur olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Buradan hareketle, MACBETH ve EDAS tabanlı model turizm işletmelerini finansal performanslarına göre sıralama amacını başarı ile yerine getirmiştir.

Anahtar Kelimeler: MACBETH, EDAS, Turizm İşletmeleri, Finansal Performans, BIST

* Dr. Öğr. Üyesi, Aksaray Üniversitesi, SBE Turizm ve Otel İşletmeciliği Bölümü, Aksaray, Türkiye.

** Dr. Öğr. Üyesi, Kocaeli Üniversitesi, İşletme Bölümü, Kocaeli, Türkiye

Investigation of Financial Performance of Tourism Enterprises in BIST Restaurants and Hotels Sector by MACBETH and EDAS Methods

Abstract

Tourism sector has a large share in the development of the country's economy as it contributes directly or indirectly to the development of many sectors. The development of the tourism sector is directly proportional to the financial strength of the enterprises in this sector. From this point of view, the aim of the study is to evaluate the financial performances of tourism enterprises in BIST restaurants and hotels sector by using MACBETH and EDAS methods. The criteria used in the research consist of financial ratios. While selecting these financial ratios, the existing literature was used. MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) and EDAS (Evaluation Based on Distance from Average Solution) methods were used in the analysis of the research data. Firstly, MACBETH method was used to determine criterion weights from subjective evaluations. Then, these criteria weights were evaluated according to the financial performance of tourism enterprises by using EDAS method. The financial data of 11 companies in BIST hotels and restaurants sector in 2018 balance sheet were used in the analysis. The most important criteria according to the criteria we obtained by MACBETH method were determined as net profit margin, cash ratio and equity profitability ratio, respectively. The companies with the highest financial performance determined according to EDAS method were identified as MAALT, KSTUR and PKENT respectively. Net profit margin ratio, which is the most important criterion according to MACBETH method, directly affected the results of EDAS method. Because the net profit of MAALT, KSTUR and PKENT enterprises with the highest financial performance is significantly higher than the other enterprises. This showed that the weights found as a result of MACBETH method are the most determinant factor for EDAS method. From this point of view, MACBETH and EDAS based model successfully fulfilled the purpose of ranking tourism enterprises according to their financial performance.

Keywords: MACBETH, EDAS, Tourism Companies, Financial Performance, BIST

Giriş

Turizm, bölgesel kalkınmayı teşvik ettiği, ülkelere döviz girdisi sağladığı ve özellikle istihdam olanakları oluşturduğu için gelişmekte olan ülkelerde ulusal ekonomilere giderek daha fazla katkıda bulunmaktadır (de Saumarez, 2004, s. 158). Bu durum turistik faaliyetlere elverişli birçok ülkede turizm sektörünün gelişmesine ön ayak olmuştur. Ayrıca hızla büyüyen turizm pazarının büyük bir bölümünü kontrol etmek isteyen ülkeler için rekabet giderek daha önemli hale gelmiştir (Navickas & Malakauskaitė, 2009). Çünkü turizm sektörü sürekli gelişen bir sektör olmanın yanında diğer sektörler için de kaynak sağlamaktadır. Turizm sektörü 54 ayrı sektörle doğrudan ve dolaylı olarak ilişkili olduğundan dolayı turizm sektörünün gelişmesi diğer sektörlerin gelişmesi anlamına da gelmektedir (Çeken, 2014, s. 28). Diğer bütün sektörler için ekonomik girdi sağlayan turizm sektörü, özellikle imalat, toptan ve perakende ticaret, telekomünikasyon gibi sektörlerin gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Ülke ekonomisine de doğrudan katkısı olan turizm gelirlerinin ihracat gelirleri içindeki payı 1969 yılında %6,8'den 2002 yılında %34,4'e kadar yükselmiş, 2018 yılında ise %17,5 seviyelerine gerilemiş olmasına rağmen hala ihracat gelirlerinde büyük bir paya sahiptir (Türkiye Seyahat Acentaları Birliği (TÜRSAB), 2019). Toplam ihracat içinde bu kadar büyük bir gelire sahip olan turizm sektörü konusunda Türkiye, uzun yıllardır büyük yatırımlar gerçekleştirmektedir.

Turizm ekonomisinin artan öneminin farkına varan birçok ülke ve bölge, küresel uluslararası gezginler ve turistler arasında imajlarını ve çekiciliğini artırmak için yatırımlarını turizm sektörünün gelişimine aktarmaya başlamıştır (Hong, 2009, s. 106). Türkiye de cumhuriyetin kuruluşunun 100. yılında 55 milyon turist ve 55 milyar turizm geliri hedefi ile turizm yatırımlarına son yıllarda daha fazla ağırlık vermeye başlamıştır (Türkiye Turizm Yatırımcıları Derneği (TTYD), 2019). Turizmin ülke ekonomisine olan katkısını arttırmak için turizm yatırımlarını son yıllarda arttıran Türkiye, 140 ülkenin katıldığı ve 2 yılda bir Dünya Ekonomik Forumu tarafından yayınlanan "The Travel and Tourism Competitiveness Report 2019" da 43. sıraya yükselmiştir (World Economic Forum (WEF), 2019). Turizm faaliyetlerine elverişli olan Türkiye, ilerleyen yıllarda yapılacak yatırımların da etkisiyle Dünya turizm sektörü sıralamasında üst sıralara çıkacaktır.

Turizm sektörünün gelişmesinde temel ve alt sektörlerinin hepsinin payı olsa da sektörün gelişiminin lokomotifini oteller ve lokantalar oluşturmaktadır. Bu yüzden oteller ve lokantalar sektörünün gelişimi turizm sektörünün gelişiminde en önemli paya sahiptir. Çünkü turizm araştırmalarının büyük bir kısmında yatak sayısı, otel sayısı vb. değişkenler turizm

etkinliğinin en temel göstergeleri olarak ön plana çıkmaktadır. Bu da turizm sektörünün gelişiminde otellerin en büyük paya sahip olduğunu destekler niteliktedir. Turizm sektörünün gelişiminde bu denli büyük bir paya sahip olan oteller ve lokantaların finansal yapısının sağlamlığı da sektörün gelişmesinde büyük bir etkiye sahiptir. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın amacı oteller ve lokantalar sektöründeki işletmelerin finansal performanslarını Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden (ÇKKV) MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) ve EDAS (Evaluation Based on Distance from Average Solution) yöntemleri ile incelemek olarak belirlenmiştir. Çalışmada öncelikle MACBETH yöntemi ile finansal performans incelemesinde kriter olarak kullanılan finansal oranlar ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra MACBETH yöntemi ile bulunan bu ağırlıklar EDAS yönteminde çözüme dahil edilerek turizm işletmeleri finansal performansına göre sıralanmıştır.

1. Literatür Taraması

Mevcut literatür incelendiğinde işletmelerin finansal performansının incelendiği birçok çalışmaya rastlanmaktadır. Özellikle turizm sektörü bu konuda araştırmacıların sıklıkla üzerinde araştırma yaptığı bir sektör olarak ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmaların büyük bir çoğunluğundan finansal performans incelenirken kriter olarak finansal oranlar kullanılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları şu şekilde özetlenebilir;

Ecer & Günay (2014), BIST’de işlem gören turizm işletmelerinin finansal performansını ÇKKV yöntemlerinden Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemi ile incelemiştir. Bu amaçla oluşturulan veri seti, turizm sektöründe yer alan dokuz işletmenin 2008-2012 yılları arasındaki finansal verileri kullanılarak hesaplanan 17 orandan oluşmaktadır. Likidite, kaldıraç, karlılık ve faaliyet ana başlıklarından oluşan finansal oranlar içerisinde en önemli oranların yer aldığı başlık kaldıraç oranlarıdır. Ayrıca işletmeler isim kullanılmadan finansal performanslarına göre sıralanmıştır.

Ergül (2014), 2005-2012 yılları arasında BIST’de işlem gören turizm işletmelerinin finansal performansını ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS ve ELECTRE yöntemlerini kullanarak incelemiştir. 11 finansal oranın kullanıldığı çalışmada yedi işletme analize dahil edilmiştir. Çalışmada TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri ile bulunan finansal performans sıralamaları karşılaştırılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre TOPSIS ve ELECTRE yöntemlerinin karar vermeyi kolaylaştıran başarılı yöntemler olduğu sonucuna varılmıştır.

Özçelik & Kandemir (2015), BIST’de işlem gören turizm işletmelerinin performansını ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS kullanarak incelemiştir. Çalışmada 2010-2014 yılları arasındaki finansal veriler kullanılarak likidite, kaldıraç, karlılık ve faaliyet göstergeleri olan 8 finansal oran hesaplanmış ve değerlendirme kriteri olarak belirlenmiştir.

Erdoğan & Yamaltdinova (2018), BIST’e kayıtlı turizm işletmelerinin 2011-2015 yılları arasındaki finansal performansını ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS ile analiz etmiştir. Çalışmanın analizine 2011-2015 yıllarında faaliyetlerine devam eden 13 turizm işletmesi dahil edilmiştir. Analizde likidite, faaliyet, karlılık ve mali yapı göstergeleri olarak nitelendirilen 12 finansal oran kullanılmıştır. Çalışma sonucunda analize dahil edilen yıllar içerisinde Net Turizm ve Marmaris Altinyunus sürekli iyi performans sergilerken, Metemtur en fazla dalgalanma gösteren işletme olmuştur.

Yakut, Harbalıoğlu, & Pekkan (2015), BIST’de işlem gören dokuz turizm işletmesinin finansal performansını ÇKKV yöntemlerinden Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği yöntemleri kullanarak incelemiştir. Finansal performans incelemesi yaparken üçü girdi dördü çıktı olmak üzere 7 finansal oran kullanılmıştır.

Karadeniz, Koşan , Günay, & Dalak (2016), ÇKKV yöntemlerinden GİA yöntemiyle turizm alt sektörlerinden kara yolcu taşımacılığı, deniz yolcu taşımacılığı, konaklama, yiyecek- içecek hizmetleri, seyahat ve eğlence-dinlence sektörlerinin etkinliğini incelemiştir. Bu etkinlik incelemesinde likidite, finansal yapı, varlık kullanımı ve karlılık göstergelerinden 32 finansal oran kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre en başarılı alt sektör seyahat acentesi ve ilgili hizmetler sektörü, en başarısız alt sektör ise deniz yolcu taşımacılığıdır.

Mevcut literatürde turizm sektörünün finansal performansı ÇKKV yöntemlerinin dışında kalan yöntemlerle de sıklıkla incelenmiştir. Koşan & Karadeniz (2014), turizm sektörünün alt sektörlerinden konaklama ve yiyecek hizmetleri alt sektörünün finansal performansını, finansal oranların da yer aldığı bir veri seti ile Dupont Finansal Analiz Sistemi kullanarak incelemiştir. Altın & Süslü (2018), Düzeltilmiş En Küçük Kareler yöntemini kullanarak BIST’de işlem gören sekiz turizm işletmesinin finansal performansı, finansal oranların da yer aldığı bir veri seti kullanılarak incelenmiştir. Turizm sektörü dışında yapılan finansal performans analizlerinde de ÇKKV yöntemleri kullanılmaktadır. Moghimi & Anvari (2014) çimento fabrikalarının finansal performansını değerlendirmek için bulanık AHP ve TOPSIS, Chen, Hsu, & Tzeng (2011) içinde finansal verilerinde bulunduğu bir veri seti ile bir

otelin performansını değerlendirmek için DEMATEL ve ANP, Ghadikolaei, Esbouei, & Antucheviciene (2014) otomotiv firmalarının finansal performansını incelemek için bulanık bulanık AHP, bulanık VIKOR, bulanık ARAS ve bulanık COPRAS kullanmıştır.

Bu çalışmanın verilerinin analiz edildiği MACBETH ve EDAS yöntemleri çeşitli çok kriterli karar verme ortamlarında kullanılmaktadır. Keshavarz Ghorabae, Zavadskas, Olfat, & Turskis (2015) tarafından literatüre kazandırılan EDAS yöntemi, tedarikçi seçimi (Keshavarz Ghorabae, Zavadskas, Amiri, & Turskis, 2016), akıllı telefon seçimi (Aggarwal, Choudhary, & Mehrotra, 2018), personel seçimi (Karabasevic, Zavadskas, Stanujkic, Popovic, & Brzakovic, 2018), halı üreticisi seçimi (Stevic, Vasiljevic, Zavadskas, Sremac, & Turskis, 2018), yeşil tedarikçi seçimi (Zhang, Wei, Gao, Wei, & Wei, 2019) gibi birçok problemde kullanılmıştır. Bununla birlikte finansal oranların da yer aldığı bir veri seti ile Ünal (2019) tarafından BIST sigorta şirketlerinin performansının ölçülmesinde, Akbulut (2019) tarafından İş Bankasının 2009-2018 yılları arasındaki performansının analizinde kullanılmıştır.

Keeny & Raiffa (1993) tarafından literatüre kazandırılan MACBETH yöntemi, tedarikçi seçimi (Karande & Chakraborty, 2013), tersine lojistik servis sağlayıcısı seçimi (Dhouib, 2014), kredi risk değerlendirmesi (Ferreira F. A., Santos, Marques, & Ferreira, 2014), tesis yer seçimi (Bachrane, Khaled, El Alami, & Hanoune, 2016), kara terminali seçimi (Komchornrit, 2017) problemlerinde kullanılmıştır. Ayrıca Ferreira, Santos, Rodrigues, & Spahr (2014) tarafından bankaların finansal performansının ölçülmesinde, Ayçin & Çakın (2019) tarafından finansal oranlar kullanılarak KOBİ'lerin finansal performansının değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

MACBETH ve EDAS yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı çalışmalara literatürde daha az rastlanmaktadır. Kundakçı (2019) tarafından yapılan çalışmada MACBETH ve EDAS yöntemleri bütünleşik olarak kullanılarak buhar kazanı alternatifleri değerlendirilmiştir. Fakat yapılan literatür incelemesinde turizm işletmelerinin finansal performansının incelenmesinde MACBETH veya EDAS yöntemlerinin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bunun yanında finansal performans değerlendirmesinde MACBETH ve EDAS yöntemlerinin bütünleşik kullanıldığı bir çalışmaya da rastlanamamıştır. Literatürde bu yöntem ile incelenen çalışma olmaması bu çalışmanın özgün yanını oluşturmaktadır.

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Örneklemini, Veri Toplama Yöntemi ve Verileri

Araştırmanın örneklemini 2018 yılında BIST oteller ve lokantalar sektöründe faaliyetlerine devam eden turizm işletmeleri oluşturmaktadır. Bu sektörde yer alan işletmeler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1

Uygulama Kapsamındaki İşletmeler

BIST Kodu	İşletme Adı
AYCES	Altın Yunus Çeşme Turistik Tesisler A.Ş.
AVTUR	Avrasya Petrol ve Turistik Tesisler Yatırımlar A.Ş.
ETILR	Etiler Gıda ve Ticari Yatırımlar Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KSTUR	Kuştur Kuşadası Turizm Endüstri A.Ş.
MAALT	Marmaris Altinyunus Turistik Tesisler A.Ş.
MARTI	Martı Otel İşletmeleri A.Ş.
MERIT	Merit Turizm Yatırım ve İşletme A.Ş.
METUR	Metemtur Otelcilik ve Turizm İşletmeleri A.Ş.
PKENT	Petrokent Turizm A.Ş.
TEKTU	Tek-Art İnşaat Ticaret Turizm Sanayi ve Yatırımlar A.Ş.
ULAS	Ulaşlar Turizm Yatırımları ve Dayanıklı Tüketim Malları Ticaret Pazarlama A.Ş.
UTPYA	Utopya Turizm İnşaat İşletmecilik Ticaret A.Ş.

BIST oteller ve lokantalar sektöründeki 12 işletmeden 11’inin 2018 yılı bilançosunda yer alan finansal verileri analizde kullanılmıştır. ULAS kodlu işletme, net satış değerinin sıfır olması nedeniyle analiz dışı bırakılmıştır.

İşletmelerin finansal performanslarının değerlendirilmesi için finansal oranlardan yararlanılmıştır. 2019 yılı finansal rapor bildirimleri bu çalışmanın verileri derlenirken yayınlanmadığı için 2018 yılı finansal verileri kullanılmıştır. Finansal performansın konu olduğu çalışmaların birçoğunda uygulamaya konu olan sektöre uygun farklı oranlar kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan oranlar belirlenirken de literatür ve uzman görüşleri dikkate alınmıştır. Çalışmada değerlendirme kriteri olarak kullanılan oranlar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2

Değerlendirme Kriterleri ve Tanımlamalar

Gösterge	Kriter Kodu	Kriter Adı	Kriter Yönü	Tanımlama	Kaynak
Likidite	K1	Cari Oran	Maks	Dönen Varlık/Kısa Vadeli Borç	Ecer & Günay (2014), Erdoğan & Yamaltdinova (2018), Özçelik & Kandemir (2015), Karkacier & Yazgan (2017), Ergül (2014)
	K2	Nakit Oranı	Maks	(Hazır değerler + Menkul Kıymetler)/Kısa Vadeli Borçlar	Ecer & Günay (2014), Erdoğan & Yamaltdinova (2018), Özçelik & Kandemir (2015)
Kaldıraç	K3	Borç Oranı	Min	Toplam Borç/Toplam Varlıklar	Ecer & Günay (2014), Özçelik & Kandemir (2015), Karkacier & Yazgan (2017), Ergül (2014)
	K4	Özsermaye Çarpanı	Min	Toplam Varlıklar/Öz Sermaye	Ecer & Günay (2014), Karkacier & Yazgan (2017)
Karlılık	K5	Net Kar Marjı	Maks	Net Kâr/Net Satışlar	Ecer & Günay (2014), Erdoğan & Yamaltdinova (2018), Özçelik & Kandemir (2015), Karkacier & Yazgan (2017), Ergül (2014)
	K6	Özsermaye Karlılık Oranı	Maks	Net Kâr/Öz Sermaye	Ecer & Günay (2014), Erdoğan & Yamaltdinova (2018), Özçelik & Kandemir (2015), Karkacier & Yazgan (2017)
Mali Yapı	K7	Özsermaye Devir Hızı	Maks	Net Satışlar / Özsermaye	Erdoğan & Yamaltdinova (2018), Özçelik & Kandemir (2015)
Personel Verimliliği	K8	Personel Giderleri/Net Satışlar	Min	Personel Giderleri / Net Satışlar	Ergül (2014)

Araştırmada likidite göstergelerinden cari oran ve nakit oranı, finansal yapı göstergelerinden borç oranı ve özsermaye çarpanı, karlılık göstergelerinden net kâr marjı ve özsermaye karlılık oranı, faaliyet göstergelerinden özsermaye devir hızı ile personel verimliliği göstergelerinden personel giderleri/net satışlar oranları kullanılmıştır. Çalışmada kriter olarak kullanılan oranların hesaplanması için kullanılan finansal tablo verileri Kamuoyu Aydınlatma Platformundan (KAP) elde edilmiştir (KAP, 2019).

2.2. Araştırmada Kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Araştırma verilerinin analizinde MACBETH ve EDAS yöntemleri kullanılmıştır. Öncelikle sübjektif değerlendirmelerden kriter ağırlıklarını belirlemek için MACBETH yöntemi kullanılmıştır. Bunun için turizm ve finans konularında akademik çalışmaları yer alan beş akademisyenden uzman görüşü alınarak MACBETH yönteminin çözüm aşamaları sonucu kriter ağırlıklarına ulaşılmıştır. Daha sonra bulunan bu kriter ağırlıkları EDAS yönteminde kullanılarak turizm işletmeleri finansal performanslarına göre değerlendirilmiştir.

2.2.1. MACBETH

MACBETH, kategorik değerlendirme tekniği ile karar alternatiflerin göreceli çekiciliklerini ölçen bir yöntemdir. Yöntemde karar vericilerin kalitatif değerlendirme yapmakta ancak bu değerlendirmeler nicel verilere dönüştürerek çözüm elde edilmektedir (Bana e Costa & Chagas, 2004, s. 323). İlk olarak Keeny & Raiffa (1993) tarafından literatüre kazandırılan MACBETH yöntemi çok nitelikli fayda teoremine dayalı hesaplamalar yapmaktadır. Karar probleminde yer alan kriterler alternatiflerin kısmi faydasını göstermektedir. Kısmi faydaların bir değer fonksiyonu ile birleştirilmesi ile toplam fayda değeri hesaplanmaktadır (Cuadrado & Fernandez, 2013, s. 590).

MACBETH yöntemi yedi aşamadan oluşan bir uygulama sürecine sahiptir (Karande & Chakraborty, 2013, s. 262-264; Kundakçı, 2016, s. 18-19; Carnero & Gomez, 2016, s. 3-4):

1. Aşama: Bu aşamada değerlendirme kriterleri tanımlanır ve değer ağacı oluşturulur.

2. Aşama: Değer ağacı oluşturulduktan sonra karar alternatifleri belirlenir. Daha sonra alternatiflerin her bir kritere göre ordinal performans düzeyleri tanımlanır. “100” en iyi seviye, “0” ise nötr seviye olmak üzere en az iki tane referans nokta belirlenir

3. Aşama: Bu adımda m alternatif sayısını göstermek üzere her bir kriter için $m \times m$ büyüklüğünde matrisler oluşturulur. Bu matrislerde alternatifler önem düzeyine göre soldan sağa doğru sıralanır ve ordinal performans düzeyleri sayısal performans düzeylerine çevrilir. Aynı süreç tüm kriterler için uygulanır.

4. Aşama: Kriterler ve alternatifler için Tablo 3’de yer alan MACBETH semantik ölçeği kullanılarak ikili karşılaştırmalar yapılır.

Tablo 3

MACBETH Semantik Ölçeği

Semantik Ölçek	Sayısal Ölçek	Açıklama
Yok	0	Alternatifler arasında fark yoktur.
Çok Zayıf	1	Bir alternatif diğerine göre çok zayıf derecede tercih edilir.
Zayıf	2	Bir alternatif diğerine göre zayıf derecede tercih edilir.
Orta Derecede	3	Bir alternatif diğerine göre orta derecede tercih edilir.
Güçlü	4	Bir alternatif diğerine göre güçlü derecede tercih edilir.
Çok Güçlü	5	Bir alternatif diğerine göre çok güçlü derecede tercih edilir.
Aşırı Derecede	6	Bir alternatif diğerine göre aşırı derecede tercih edilir.

5. Aşama: Karar verici tarafından yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlılığı kontrol edilir. Eğer matris tutarsız ise yargıları tutarlı hale getirebilmek için *M-MACBETH* yazılımından yararlanılarak muhtemel öneriler gelişmek mümkündür.

6. Aşama: Doğrusal programlama modeline dayalı olarak MACBETH ölçeğine göre belirlenen yargılar uygun bir sayısal ölçeğe dönüştürülür.

7. Aşama: Son aşamada ise alternatiflerin her bir kritere göre puanları ile kriterlerin ağırlıkları çarpılıp toplanarak her bir alternatifin puanı Eşitlik (1) ve (2)'de gösterilen şekilde elde edilir.

$$v(A_i) = \sum_{j=1}^n w_j (v_j(A_i)) \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1, w_j > 0 \quad \text{ve} \quad \begin{cases} v_j(A^{iyi}) = 100 \\ v_j(A^{nötr}) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

2.2.2. EDAS

EDAS yöntemi, birden fazla karar alternatifinin değerlendirildiği problemlerde, ortalama çözüm uzaklığına göre hesaplamalar ile değerlendirme yapılan bir yöntemdir. EDAS yöntemi altı aşamadan oluşan bir uygulama sürecine sahiptir (Keshavarz Ghorabae, Zavadskas, Olfat, & Turskis, 2015, s. 438-439).

1.Aşama: Karar Matrisinin Oluşturulması: Karar probleminde yer alan kriterler ve karar alternatiflerinden oluşan karar matrisi Eşitlik (3)'te gösterilen şekilde oluşturulur. Burada, x_{ij} değerleri, i . karar alternatifinin, j . kritere göre performansını göstermektedir.

$$X = [X_{ij}]_{n \times m} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

2.Aşama: Ortalama Çözüm Matrisinin Elde Edilmesi: Her kriter için kriterlerin aldıkları değerlerin ortalaması alınarak ortalama çözüm matrisi (AV), Eşitlik (4)'te gösterilen şekilde elde edilir.

$$AV = [AV_j]_{1 \times m} \quad (4)$$

Eşitlik (4)'te gösterilen AV_j değerleri, j. kriterin ortalamasını göstermekte ve Eşitlik (5)'ten yararlanılarak hesaplanır.

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n} \quad (5)$$

3.Aşama: Ortalamadan Uzaklık Matrislerinin Elde Edilmesi: Tüm kriterler için ortalamadan uzaklıklar, ortalamadan pozitif uzaklık (PDA) ve ortalamadan negatif uzaklık (NDA) olmak üzere iki farklı şekildedir. Pozitif ve negatif uzaklık matrisleri Eşitlik (7) ve (7)'de gösterilmiştir.

$$PDA = [PDA_{ij}]_{n \times m} \quad (6)$$

$$PDA = [PDA_{ij}]_{n \times m} \quad (7)$$

Pozitif ve negatif uzaklık matrisindeki değerler, kriterlerin fayda ya da maliyet yönlü olma durumlarına göre farklı şekillerde hesaplanmaktadır. Fayda yönlü kriterler için Eşitlik (8) ve (9)'dan yararlanılarak bu değerler hesaplanır.

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (8)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad (9)$$

Maliyet yönlü kriterler için ortalamadan pozitif ve negatif uzaklık değerleri ise Eşitlik (10) ve (11)'den yararlanılarak hesaplanır.

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad (10)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (11)$$

4.Aşama: Ağırlıklı Toplam Değerlerin Elde Edilmesi: Tüm karar alternatifleri için ağırlıklı toplam değerler, ağırlıklı toplam pozitif değer (SP_i) ve ağırlıklı toplam negatif değer (SN_i) olacak şekilde Eşitlik (12) ve (13)'te gösterilen şekilde hesaplanır.

$$SP_i = \sum_{j=1}^m w_j \times PDA_{ij} \quad (12)$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^m w_j \times PND A_{ij} \quad (13)$$

Buradaki w_j değerleri, kriterlerin önem ağırlıkları göstermektedir.

5.Aşama: Ağırlıklı Toplam Değerlerin Normalizasyonu: Bir önceki aşamada hesaplanan (SP_i) ile (SN_i) değerleri Eşitlik (14) ve (15)'ten yararlanılarak normalize edilir.

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max(SP_i)} \quad (14)$$

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{\max(SN_i)} \quad (15)$$

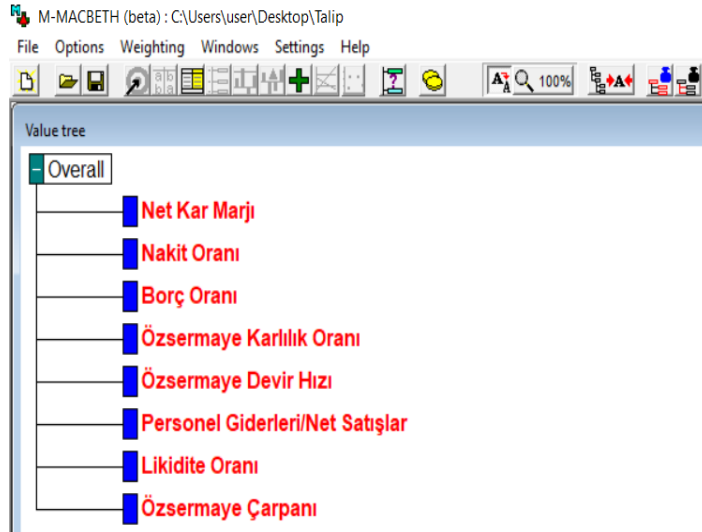
6.Aşama: Değerlendirme Skorlarının Hesaplanması: Her karar alternatifi için değerlendirme skorları (AS_i) Eşitlik (16)'dan yararlanılarak hesaplanır. Bu skorlar 0 ile 1 arasında değer almaktadır ve hesaplamalar sonucunda en yüksek skora sahip karar alternatifi en iyi alternatif olarak belirlenmelidir.

$$AS_i = \frac{1}{2} (SNP_i + NSN_i) \quad (16)$$

3. Bulgular

Uygulamanın ilk aşamasında MACBETH yöntemiyle kriterin önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Bunun doğrultuda öncelikle kriterlere ilişkin değerlendirmeler elde etmek amacıyla, turizm ve finans konularında akademik çalışmalar yapan beş akademisyenin uzman görüşünden yararlanılmıştır. Kriterlere yönelik hesaplamaların yapılması için *M-MACBETH* paket programından yararlanılmıştır. Tüm uzmanların görüşleri doğrultusunda ilk olarak değer ağaçları oluşturulmuştur. Birinci uzmanın görüşleri doğrultusunda oluşturulan ve M-MACBETH paket programında yer alan değer ağacı Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1. Birinci Uzman İçin Oluşturulan Değer Ağacı



Bir sonraki aşamada *M-MACBETH* programı ile kriter ağırlıklarının hesaplanabilmesi için, tüm uzmanlar kriterlere yönelik değerlendirmelerini Tablo 1'deki MACBETH semantik ölçeğine göre yapmışlardır. Birinci uzmanın görüşleri doğrultusunda hesaplanan kriter ağırlıkları, Şekil 2'de gösterildiği üzere, *M-MACBETH* programının ekran görüntüsünün en sağındaki sütununda yer almaktadır.

Şekil 2. Birinci Uzman İçin Hesaplanan Kriter Ağırlıkları

Weighting (Overall)										Current scale	
[R5]	[R2]	[R3]	[R6]	[R7]	[R8]	[R1]	[R4]	[all lower]			
[R5]	no	weak	weak	weak-mod	weak-mod	weak-mod	moderate	moderate	positive	26.09	extreme
[R2]		no	weak	weak	weak-mod	moderate	moderate	moderate	positive	21.74	v. strong
[R3]			no	weak-mod	weak	weak-mod	weak-mod	weak-mod	positive	17.39	strong
[R6]				no	weak-mod	weak-mod	weak-mod	weak-mod	positive	13.04	moderate
[R7]					no	vweak-weak	weak	weak	positive	8.70	weak
[R8]						no	vweak-weak	vweak-weak	positive	6.52	very weak
[R1]						no	very weak	positive	4.35	no	
[R4]							no	positive	2.17		
[all lower]								no	0.00		

Consistent judgements

Yapılan değerlendirmeler sonucu kriter ağırlıkları tüm uzmanlar için ayrı ayrı hesaplanmış ve bu ağırlıkların ortalaması alınarak nihai kriter ağırlıkları Tablo 4’te gösterilen şekilde elde edilmiştir.

Tablo 4

MACBETH Yöntemiyle Hesaplanan Kriter Ağırlıkları

Kriterler	Önem Ağırlığı (Uzman 1)	Önem Ağırlığı (Uzman 2)	Önem Ağırlığı (Uzman 3)	Önem Ağırlığı (Uzman 4)	Önem Ağırlığı (Uzman 5)	Nihai Ağırlık
K1	0,0435	0,1045	0,1810	0,0127	0,0856	0,0855
K2	0,2174	0,1642	0,1398	0,2278	0,1742	0,1847
K3	0,1739	0,1119	0,1024	0,1772	0,1539	0,1439
K4	0,0217	0,0821	0,0437	0,0253	0,0547	0,0455
K5	0,2609	0,2835	0,1386	0,2785	0,2208	0,2365
K6	0,1304	0,1791	0,1573	0,1266	0,1466	0,1480
K7	0,0870	0,0672	0,1548	0,1013	0,0755	0,0972
K8	0,0652	0,0075	0,0824	0,0506	0,0887	0,0589

Tablo 4’te gösterilen MACBETH yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarına göre, en önemli kriterler sırasıyla K5-net kar marjı (%23,65), K2-nakit oranı (%18,47) ve K6-özsermaye karlılık oranı (%14,80) olarak belirlenmiştir.

MACBETH yöntemiyle kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra, uygulamanın ikinci adımında EDAS yöntemiyle işletmelerin finansal performansları değerlendirilecektir. Uygulama kapsamındaki 11 işletmenin 2018 yılı finansal verilerine göre hesaplanan finansal oranları ile oluşturulan karar matrisi Tablo 5’te gösterilmiştir. K5 ve K6 kriterlerinde negatif değerler bulunduğundan, bu değerler Z-skoru standartlaştırma dönüşümü kullanılarak pozitif hale dönüştürülmüştür.

Tablo 5

Karar Matrisi

İşletme/Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
AYCES	0,222	0,067	0,237	1,311	1,405	2,714	0,254	0,240
AVTUR	4,958	0,007	0,159	1,189	1,825	2,751	0,058	0,026
ETILR	0,246	0,003	0,487	1,948	0,964	2,471	0,341	0,290
KSTUR	3,636	3,197	0,157	1,186	1,813	3,156	0,653	0,195
MAALT	10,607	10,586	0,531	2,133	3,841	2,964	0,064	0,260
MARTI	0,390	0,005	0,916	7,889	0,681	1,122	1,366	0,091
MERIT	1,507	0,002	0,143	1,168	2,032	2,966	0,247	0,319
METUR	1,617	0,057	0,872	5,821	0,732	0,007	2,503	0,078
PKENT	0,966	0,024	0,601	2,506	1,573	3,448	2,529	0,007
TEKTU	1,140	0,005	0,266	1,362	0,009	2,629	0,036	0,040
UTPYA	0,357	0,016	0,707	3,418	0,964	2,172	0,767	0,012

Her kriter için ortalama çözüm değerleri Eşitlik (5) yardımıyla elde edilerek Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6

Ortalama Çözüm Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
AV_j	2,33	1,27	0,46	2,72	1,44	2,40	0,80	0,14

Bir sonraki aşamada her kriter için ortalamadan uzaklıklar hesaplanmıştır. Ortalamadan pozitif uzaklık (*PDA*) değerleri fayda yönlü kriterler için Eşitlik (8), maliyet yönlü kriterler için ise Eşitlik (10)’dan yararlanılarak Tablo 7’de gösterilen şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 7

Ortalamadan Pozitif Uzaklıklar

İşletme/Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
AYCES	0,000	0,000	0,486	0,518	0,000	0,131	0,000	0,000
AVTUR	1,126	0,000	0,655	0,563	0,268	0,146	0,000	0,816
ETILR	0,000	0,000	0,000	0,284	0,000	0,030	0,000	0,000
KSTUR	0,559	1,518	0,660	0,564	0,259	0,315	0,000	0,000
MAALT	3,549	7,337	0,000	0,216	1,667	0,235	0,000	0,000
MARTI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,704	0,359
MERIT	0,000	0,000	0,689	0,571	0,411	0,236	0,000	0,000
METUR	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,123	0,449
PKENT	0,000	0,000	0,000	0,079	0,092	0,436	2,156	0,952
TEKTU	0,000	0,000	0,424	0,500	0,000	0,095	0,000	0,720
UTPYA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,916

Ortalamadan negatif uzaklık (*NDA*) değerleri fayda yönlü kriterler için Eşitlik (9), maliyet yönlü kriterler için ise Eşitlik (11)'den yararlanılarak Tablo 8'de gösterilen şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 8

Ortalamadan Negatif Uzaklıklar

İşletme/Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
AYCES	0,905	0,947	0,000	0,000	0,024	0,000	0,683	0,697
AVTUR	0,000	0,994	0,000	0,000	0,000	0,000	0,928	0,000
ETILR	0,894	0,998	0,054	0,000	0,330	0,000	0,575	1,048
KSTUR	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,186	0,379
MAALT	0,000	0,000	0,151	0,000	0,000	0,000	0,920	0,834
MARTI	0,833	0,996	0,984	1,899	0,527	0,533	0,000	0,000
MERIT	0,354	0,999	0,000	0,000	0,000	0,000	0,692	1,255
METUR	0,306	0,955	0,890	1,139	0,492	0,997	0,000	0,000
PKENT	0,585	0,981	0,302	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TEKTU	0,511	0,996	0,000	0,000	0,994	0,000	0,955	0,000
UTPYA	0,847	0,988	0,533	0,256	0,330	0,095	0,043	0,000

Ortalamadan uzaklık değerleri hesaplandıktan sonra, uygulamanın ilk aşamasında MACBETH yöntemiyle Tablo 4'te gösterilen kriterlerin nihai önem ağırlıkları bu aşamada uygulamaya dahil edilir. Ağırlıklandırılmış pozitif uzaklık değerlerinin toplamı (SP_i) Eşitlik (12) yardımıyla hesaplandıktan sonra, Eşitlik (14) yardımıyla bu toplam değerler normalize edilir. Ağırlıklandırılmış pozitif uzaklık değerleri, bu değerlerin toplamı ve normalizasyonu Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9

Ortalamadan Pozitif Uzaklıkların Ağırlıklandırılmış Toplamları ve Normalizasyonu

İşletme/Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	SPi	N-SPi
AYCES	0,000	0,000	0,070	0,024	0,000	0,019	0,000	0,000	0,113	0,054
AVTUR	0,096	0,000	0,094	0,026	0,063	0,022	0,000	0,048	0,349	0,166
ETILR	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,004	0,000	0,000	0,017	0,008
KSTUR	0,048	0,281	0,095	0,026	0,061	0,047	0,000	0,000	0,557	0,266
MAALT	0,302	1,357	0,000	0,010	0,394	0,035	0,000	0,000	2,097	1,000
MARTI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,068	0,021	0,089	0,043
MERIT	0,000	0,000	0,099	0,026	0,097	0,035	0,000	0,000	0,257	0,123
METUR	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,206	0,027	0,232	0,111
PKENT	0,000	0,000	0,000	0,004	0,022	0,065	0,209	0,056	0,355	0,169
TEKTU	0,000	0,000	0,061	0,023	0,000	0,014	0,000	0,042	0,141	0,067
UTPYA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,026

Ağırlıklandırılmış negatif uzaklık değerlerinin toplamı (SN_i) Eşitlik (13) yardımıyla hesaplandıktan sonra, Eşitlik (15) yardımıyla bu toplam değerler normalize edilir. Ağırlıklandırılmış negatif uzaklık değerleri, bu değerlerin toplamı ve normalizasyonu Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10

Ortalamadan Negatif Uzaklıkların Ağırlıklandırılmış Toplamları ve Normalizasyonu

İşletme/Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	SNi	N-SNi
AYCES	0,077	0,175	0,000	0,000	0,006	0,000	0,066	0,041	0,365	0,469
AVTUR	0,000	0,184	0,000	0,000	0,000	0,000	0,090	0,000	0,274	0,601
ETILR	0,076	0,185	0,008	0,000	0,078	0,000	0,056	0,062	0,464	0,325
KSTUR	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,022	0,040	0,941
MAALT	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,089	0,049	0,160	0,767
MARTI	0,071	0,184	0,142	0,087	0,124	0,079	0,000	0,000	0,687	0,000
MERIT	0,030	0,185	0,000	0,000	0,000	0,000	0,067	0,074	0,356	0,482
METUR	0,026	0,177	0,128	0,052	0,116	0,148	0,000	0,000	0,647	0,059
PKENT	0,050	0,182	0,044	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,275	0,600
TEKTU	0,043	0,184	0,000	0,000	0,235	0,000	0,093	0,000	0,555	0,193
UTPYA	0,072	0,183	0,077	0,012	0,078	0,014	0,004	0,000	0,439	0,361

EDAS yönteminin son aşamasında tüm işletmeler için değerlendirme skorları (AS_i) Eşitlik (16)'dan yararlanılarak hesaplanır. İşletmelerin değerlendirme skorları ve finansal performanslarına göre elde edilen sıralamaları Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11

EDAS Yöntemi Sonuçları ve Sıralamalar

İşletme/Kriter	ASi	Sıralama
AYCES	0,261	6
AVTUR	0,384	4
ETILR	0,167	8
KSTUR	0,603	2
MAALT	0,883	1
MARTI	0,021	11
MERIT	0,302	5
METUR	0,085	10
PKENT	0,385	3
TEKTU	0,130	9
UTPYA	0,193	7

MACBETH ve EDAS yöntemlerinin bütünleşik olarak uygulandığı, BIST oteller ve lokantalar sektöründeki 11 işletmenin finansal performanslarının değerlendirildiği çalışmanın sonuçları Tablo 11’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre finansal performansı en yüksek olan işletmenin MAALT olduğu tespit edilmiştir. MAALT işletmesini sırasıyla KSTUR ve PKENT takip etmiştir. Finansal performansı en düşük olan işletmeler ise sırasıyla MARTI, METUR ve TEKTU olarak tespit edilmiştir.

4. Sonuç ve Tartışma

Türkiye’de elverişli koşullar sebebiyle büyük bir gelişim potansiyeline sahip olan turizm sektörü aynı zamanda çok büyük yatırımlar gerektirdiğinden dolayı risk faktörü yüksek olan bir sektördür. İşletmeler için risk faktörünü ortadan kaldırmanın yollarından biri de güçlü bir finansal yapı oluşturmaktır. Çünkü turizm sektöründe yapılan yatırımların geri dönüşü uzun yıllar aldığından dolayı finansal olarak güçlü olmayan işletmeler ciddi sorunlar yaşamaktadır. Bu amaçla, bu çalışmada turizm sektörünün temelini oluşturan oteller ve lokantalar sektöründeki işletmelerin finansal performansı incelenmiştir.

KAP’dan elde edilen finansal tablolar kullanılarak yapılan inceleme için 2018 yılı finansal verileri kullanılmıştır. Finansal verilerden literatür ve uzman görüşleri doğrultusunda beş temel göstergeye (likidite, kaldıraç, karlılık, mali yapı ve personel verimliliği) göre sekiz finansal oran hesaplanmıştır. Bu sekiz finansal oran, yapılacak analizin kriterlerini oluşturmaktadır. Öncelikle beş akademisyenden uzman görüşü alınarak MACBETH yöntemi ile kriterler ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra ise bu ağırlıklar EDAS yönteminde kullanılarak işletmeler finansal performanslarına göre sıralanmıştır.

MACBETH yöntemine göre yapılan ağırlıklandırma sonucunda uzmanlara göre en önemli finansal oran karlılık göstergelerinden K5-net kar marjı (%23,65) olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla likidite göstergelerinden K2-nakit oran (%18,47) ve karlılık göstergelerinden K6- öz sermaye karlılık oranı (%14,8) takip etmektedir. Yani uzmanlar karlılık oranlarının diğer oranlara nazaran daha önemli olduğu sonucuna varmıştır. Uzmanlara göre en önemsiz finansal oranlar ise personel verimliliği göstergelerinden K8-personel giderleri/net satışlar oranı (%5,89) ve kaldıraç göstergelerinden K4- öz sermaye çarpanı (%4,55) olarak ön plana çıkmıştır.

EDAS yöntemine göre yapılan sıralamaya göre ise finansal performansı en yüksek işletme MAALT olarak belirlenmiştir. Bu işletmeyi sırasıyla KSTUR ve PKENT işletmeleri izlemiştir. Finansal performansı en düşük işletmeler ise TEKTU, METUR ve MARTI işletmeleri olarak ön plana çıkmıştır. MAALT işletmesinin diğer işletmelerden daha iyi performans sergilediği, TEKTU ve METUR işletmelerinin ise diğer işletmelerden daha kötü performans sergilediği sonucu mevcut literatürü destekler niteliktedir (Erdoğan & Yamaltdinova, 2018; Ergül, 2014; Özçelik & Kandemir, 2015). Finansal performansı diğer işletmelerden daha iyi olan MAALT, KSTUR ve PKENT'in karlılık göstergelerinin diğer işletmelerden daha iyi olması sergilenen performansın nedenlerinden biri olarak ön plana çıkmaktadır. Çünkü uzman görüşleri doğrultusunda hesaplanan MACBETH ağırlıklarına göre en önemli finansal oranlar karlılık göstergelerinde yer almıştır. Görece olarak daha kötü performans sergileyen TEKTU, METUR ve MARTI'nın karlılık göstergelerindeki finansal oranlarının diğer işletmelerden kötü olması da bu sonucu destekler niteliktedir.

Ulaşılan sonuçlar incelendiğinde işletmeler finansal performansını iyileştirmek için uzman görüşlerine göre de en önemli kriterler arasında bulunan maksimizasyon yönlü karlılık ve likidite oranlarını iyileştirmelidir. Bu açıdan incelendiğinde karlılık oranlarını iyileştirmek için işletmeler net karlarını arttıracak iyileştirmeler üzerinde çalışmalı, kar marjlarını yükseltmenin çözümlerini aramalı veya daha düşük öz sermaye ile faaliyetlerini sürdürmeye çalışmalıdır. Bununla birlikte işletmeler likidite oranlarını iyileştirmek için kısa vadeli borçlarını azaltmalı ve dönen varlıklarının miktarını arttırmalıdır.

Turizm işletmelerinin finansal performansının incelenmesi problemini bütünleşik MACBETH ve EDAS uygulaması başarıyla çözmüştür. Gelecekte yapılacak çalışmalarda diğer sektörler için de aynı yöntemler bütünleşik olarak kullanılarak çözüme ulaşılabilir. Ayrıca seçilecek olan farklı finansal oranlar veya analize dahil edilecek daha fazla sayıda işletme, farklı

sonuçların ortaya çıkmasına sebep olacağından sonraki çalışmalarda farklı finansal oranlar kullanılabilir veya işletme sayısı artırılabilir.

Kaynakça

- Aggarwal, A., Choudhary, C., & Mehrotra, D. (2018). Evaluation of Smartphones in Indian Market Using EDAS. *Procedia Computer Science*, 132, 236-243. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.193>
- Akbulut, O. Y. (2019). CRITIC ve EDAS Yöntemleri ile İş Bankası'nın 2009-2018 Yılları Arasındaki Performansının Analizi. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 249-263. doi:10.30784/epfad.594762
- Akçakanat, Ö., Aksoy, E., & Teker, T. (2018). CRITIC ve MDL Temelli EDAS Yöntemi ile TR-61 Bölgesi Bankalarının Performans Değerlendirmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(32), 1-24.
- Altın, H., & Süslü, C. (2018). Borsa İstanbul'da İşlem Gören Turizm Şirketlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi: Lokanta ve Oteller Üzerine Bir Uygulama. *Maliye ve Finans Yazıları*(109), 30-50. doi:<https://doi.org/10.33203/mfy.341805>
- Ayçin, E., & Çakın, E. (2019). KOBİ'lerin Finansal Performansının MACBETH-COPRAS Bütünleşik Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi. *Journal of Yasar University*, 14(55), 251-265. doi:10.19168/jyasar.483594
- Bachrane, M., Khaled, A., El Alami, J., & Hanoune, M. (2016). Investment Location Selection Based on Economic Intelligence and Macbeth Decision Aid Model. *Journal of Information Technology Research*, 9(3), 37-48. doi:10.4018/JITR.2016070103
- Bana e Costa, C. A., & Chagas, M. P. (2004). A Career Choice Problem: An Example of How to Use MACBETH to Built a Quantitative Value Based on Qualitative Value Judgments. *European Journal of Operational Research*, 153, 323-331. doi:[https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00155-3](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00155-3)
- Carnero, M. C., & Gomez, A. (2016). A Multicriteria Decision Making Approach Applied to Improving Maintenance Policies in Healthcare Organizations. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 16(1), 1-22. doi:10.1186/s12911-016-0282-7
- Chen, F. H., Hsu, T. S., & Tzeng, G. H. (2011). A Balanced Scorecard Approach to Establish a Performance Evaluation and Relationship Model for Hot Spring Hotels Based on A Hybrid MCDM Model Combining DEMATEL and ANP. *International Journal of Hospitality Management*, 30(4), 908-932. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2011.02.001>
- Cuadrado, M. R., & Fernandez, M. G. (2013). Methodology to Select the Best Business Game in Higher Education. *American Journal of Industrial and Business Management*, 3(7), 589-594. doi:10.4236/ajibm.2013.37068

- Çeken, H. (2014). *Turizm Ekonomisi*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- de Sausmarez, N. (2004). Crisis Management for the Tourism Sector: Preliminary Considerations in Policy Development. *Tourism and Hospitality Planning & Development*, 1(2), 157-172. doi:10.1080/1479053042000251070
- Dhouib, D. (2014). An Extension of MACBETH Method for A Fuzzy Environment to Analyze Alternatives in Reverse Logistics for Automobile Tire Wastes. *Omega*, 42(1), 25-32. doi:https://doi.org/10.1016/j.omega.2013.02.003
- Ecer, F., & Günay, F. (2014). Borsa İstanbul'da İşlem Gören Turizm Şirketlerinin Finansal Performanslarının Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Ölçülmesi. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 25(1), 35-48. doi:10.17123/atad.vol25iss195016
- Erdoğan, M., & Yamaltdinova, A. (2018). Borsa İstanbul'a Kayıtlı Turizm Şirketlerinin 2011-2015 Dönemi Finansal Performanslarının TOPSİS ile Analizi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 19-36. doi:https://doi.org/10.17541/optimum.335722
- Ergül, N. (2014). BİST- Turizm Sektöründeki Şirketlerin Finansal Performans Analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 325-340.
- Ferreira, F. A., Santos, S. P., Rodrigues, P. M., & Spahr, R. W. (2014). How to create indices for bank branch financial performance measurement using MCDA techniques: an illustrative example. *Journal of Business Economics and Management*, 15(4), 708-728. doi:10.3846/16111699.2012.701230
- Ferreira, F. A., Santos, S., Marques, C. S., & Ferreira, J. (2014). Assessing Credit Risk of Mortgage Lending Using MACBETH: A Methodological Framework. *Management Decision*, 52(2), 182-206. doi:10.1108/MD-01-2013-0021
- Ghadikolaei, A. S., Esbouei, S. K., & Antucheviciene, J. (2014). Applying Fuzzy MCDM for Financial Performance Evaluation of Iranian Companies. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(2), 274-291. doi:https://doi.org/10.3846/20294913.2014.913274
- Hong, W. C. (2009). Global competitiveness measurement for the tourism sector. *Current Issues in Tourism*, 12(2), 105-132. doi:10.1080/13683500802596359
- KAP. (2019). 12 14, 2019 tarihinde Kamuoyu Aydınlatma Platformu: [https://www.kap.org.tr/tr/adresinden alındı](https://www.kap.org.tr/tr/adresinden%20alindi)
- Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., Stanujkic, D., Popovic, G., & Brzakovic, M. (2018). An Approach to Personnel Selection in the IT Industry Based on the EDAS Method. *Transformations in Business & Economics*, 17(2), 54-65.
- Karadeniz, E., Koşan , L., Günay, F., & Dalak , S. (2016). Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Turizm Alt Sektörlerinin Finansal Performanslarının Ölçülmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(44), 1117-1134.

- Karande, P., & Chakraborty, S. (2013). Using MACBETH Method for Supplier Selection in Manufacturing Environment. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4(2), 259-279. doi:10.5267/j.ijiec.2013.01.002
- Karkacier, O., & Yazgan, A. E. (2017). Turizm Sektöründe Gri İlişkisel Analiz (Gia) Yöntemiyle Finansal Performans Değerlemesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(37), 154-162.
- Keeny, R. L., & Raiffa, H. (1993). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. New York: Cambridge University Press.
- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Amiri, M., & Turskis, Z. (2016). Extended EDAS Method for Fuzzy Multi-criteria Decision-making: An Application to Supplier Selection. *International Journal of Computers Communications & Control*, 11(3), 358-371. doi:https://doi.org/10.15837/ijccc.2016.3.2557
- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Olfat, L., & Turskis, Z. (2015). Multi-Criteria Inventory Classification Using A New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435-451. doi:http://dx.doi.org/10.15388/Informatica.2015.57
- Komchornrit, K. (2017). The Selection of Dry Port Location by a Hybrid CFA-MACBETH-PROMETHEE Method: A Case Study of Southern Thailand. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(3), 141-153. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ajsl.2017.09.004
- Koşan, L., & Karadeniz, E. (2014). Konaklama ve Yiyecek Hizmetleri Alt Sektörünün Finansal Performansının Dupont Finansal Analiz Sistemi Kullanılarak İncelenmesi. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 11(2), 75-89.
- Kundakçı, N. (2016). Macbeth ve Multi-MOORA Yöntemlerine Dayalı Birleşik Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı. *Alphanumeric Journal*, 4(1), 17-26. doi:https://doi.org/10.17093/aj.2016.4.1.5000178402
- Kundakçı, N. (2019). An Integrated Method Using MACBETH and EDAS Methods for Evaluating Steam Boiler Alternatives. *Journal of Multi- Criteria Decision Analysis*, 26(1-2), 27-34. doi:10.1002/mcda.1656
- Moghimi, R., & Anvari, A. (2014). An Integrated Fuzzy MCDM Approach and Analysis to Evaluate The Financial Performance of Iranian Cement Companies. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71, 685-698. doi:10.1007/s00170-013-5370-6
- Navickas, V., & Malakauskaitė, A. (2009). The Possibilities for the Identification and Evaluation of Tourism Sector Competitiveness Factors. *Engineering Economics*, 1(61), 37-44.

- Özçelik, H., & Kandemir, B. (2015). BIST'de İşlem Gören Turizm İşletmelerinin TOPSIS Yöntemi ile Finansal Performanslarının Değerlendirilmesi. *Balikesir University The Journal of Social Sciences Institute*, 18(33), 97-114. doi:<https://doi.org/10.31795/baunsobed.645449>
- Stevic , Z., Vasiljevic, M., Zavadskas, E. K., Sremac, S., & Turskis, Z. (2018). Selection of Carpenter Manufacturer using Fuzzy EDAS Method. *Engineering Economics*, 29(3), 281-290. doi:<https://doi.org/10.5755/j01.ee.29.3.16818>
- Türkiye Seyahat Acentaları Birliği (TÜRSAB). (2019, 12 13). *Turizmin Ekonomideki Yeri*. tursab.org.tr: <https://www.tursab.org.tr/istatistikler/turizmin-ekonomideki-yeri> adresinden alındı
- Türkiye Turizm Yatırımcıları Derneği (TTYD). (2019, 12 4). *2023'e Doğru Türk Turizminde Yatırım Hamlesi*. <http://ttyd.org.tr/>: <http://ttyd.org.tr/tr/2023-e-dogru-turk-turizminde-yatirim-hamlesi> adresinden alındı
- Ünal, E. A. (2019). Bütünleşik Entropi ve EDAS Yöntemleri Kullanılarak BIST Sigorta Şirketlerinin Performanslarının Ölçülmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(4), 555-566. doi:10.29106/fesa.649946
- World Economic Forum (WEF). (2019, 12 24). *The Travel & Tourism Competitiveness Report 2019*. <http://www3.weforum.org/>: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TTCR_2019.pdf adresinden alındı
- Yakut, E., Harbalıoğlu, M., & Pekkan, N. Ü. (2015). Turizm Sektöründe BIST'a Kayıtlı İşletmelerin Veri Zarflama Analizi ve Toplam Faktör Verimliliği ile Finansal Performanslarının İncelenmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 235-257.
- Zhang, S., Wei, G., Gao, H., Wei, C., & Wei , Y. (2019). EDAS Method for Multiple Criteria Group Decision Making with Picture Fuzzy Information and Its Application to Green Suppliers Selections. *Technological and Economic Development of Economy*, 25(6), 1123-1138. doi:<https://doi.org/10.3846/tede.2019.10714>

Türkiye’de Sigara Yasaklarının Sigara Kullanımı Üzerindeki Etkisi*

Özlem İPEK†

Egemen İPEK‡

Geliş Tarihi (Received): 04.03.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 11.05.2020

Öz

Bu çalışmanın amacı 2009 yılında Türkiye’de yürürlüğe konulan %100 dumansız hava sahası uygulamasının bireysel sigara tüketimi üzerindeki olası etkisinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda Türkiye İstatistik Kurumu tarafından derlenen ve 2008 ve 2012 yıllarına ait Küresel Yetişkin Tütün Araştırması verileri kullanılarak farkların farkı yöntemi yardımıyla %100 dumansız hava sahası uygulamasının sigara tüketimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada farkların farkı yönteminin tercih edilmesi nedeniyle yasaklama öncesi ve sonrasındaki dönemde zamana bağlı etkilerin dışlanarak sadece yasak nedeniyle ortaya çıkan bireylerin sigara tüketimindeki değişimin ölçülmesine olanak sağlanmıştır. Çalışmadan elde edilen en önemli analiz sonucu 2009 yılında Türkiye’de uygulamaya konulan dumansız hava sahası uygulamasının günlük sigara tüketimi üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı ve negatif olduğudur. Ayrıca farkların farkı yönteminden elde edilen sonuçlarına göre sigara içen kişilerin yasa nedeniyle günlük ortalama 1.506 adet daha az sigara tükettikleri ve bu azaltıcı etkinin sigara içen kişilerde günlük ortalama sigara tüketim miktarını yaklaşık olarak %8 azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Sigara, Sigara Yasakları, Sigara Tüketimi, Farkların Farkı*

* Bu çalışma 12 – 14 Şubat 2020 tarihlerinde Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesinde düzenlenen EYİ2020 sempozyumunda sunulmuş olan özet bildirinin tam metin halidir.

† Dr., Gümüşhane Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, osekmen@gumushane.edu.tr

‡ Dr., Tarsus Üniversitesi, UBF, Finans ve Bankacılık Bölümü, egemenipek@tarsus.edu.tr

The Impact of Smoking Bans on Smoking Behaviour in Turkey

Abstract

The purpose of this study is to determine the potential impact on individual cigarette consumption of 100% smoke-free law which entered into force in Turkey in 2009. This effect is investigated using the difference in differences method through the 2008 and 2012 Global Adult Tobacco Survey data provided by the Turkey Statistical Institute. In the study, using the diff-in-diff method enables to measure the change in individual cigarette consumption emerging by only the law eliminating the time-related effects in the pre and post law period. The most important analysis result obtained from the study is that the effect of smoke-free law which entered into force in Turkey in 2009 on daily cigarette consumption is statistically significant and negative. In addition, according to the results obtained from the diff-in-diff method, it is found that smokers tend to consume an average of 1.506 less cigarettes per day due to the law. This reducing effect leads to decrease of average daily cigarette consumption of smokers by approximately 8%.

Keywords: *Smoking, Smoking Bans, Cigarette Consumption, Difference in Differences*

Giriş

Günümüzde sigara kullanmanın veya dumanına maruz kalmanın sağlık üzerinde ciddi olumsuz etkileri olduğu kabul edilmektedir. Bunun sonucu olarak dünya üzerinde birçok ülkede hükümetler vatandaşlarını sigara içmekten caydırmak için çeşitli politikalar benimsemişlerdir. Kamuoyu bilgilendirme ve reklam kampanyaları sigara kullanımı üzerinde davranış değişiklikleri oluşturmakta önemli bir güç olmakla birlikte, hükümetler tarafından uygulanan vergiler, kamu alanlarındaki yasaklamalar ve yaş sınırlamaları sigarayla mücadelede diğer önemli politika araçlarıdır.

Türkiye’de erkeklerde tütün kullanımı %41.4 iken bu oran kadınlarda %16.3’tür. 10-14 yaş grubundaki gençlerin %5.52’si aktif kullanıcı durumundadır. Dünya genelinde sigara kullanımına bağlı ölüm oranı erkeklerde %26.1 kadınlarda %7.6 ile en yüksek olan ülke Türkiye’dir (Tobaccoatlas, 2016). Sigara kullanımındaki bu ciddi oranlar nedeniyle, sigara ile mücadele etmek için Türkiye’de ilk olarak 1996 yılında 4207 sayılı Tütün Mamullerinin Zararlarının Önlenmesine Dair Kanunun yürürlüğe konulmuştur. 2008 yılında 5727 sayılı kanun çerçevesinde söz konusu kanunda ciddi değişikliklere gidilmiş ve 2009 yılında özel hukuk kişilerine ait olan lokanta, kahvehane, kafeterya, birahane gibi işletmelerde tütün ürünlerinin tüketilmesinin yasaklanması Türkiye %100 dumsız hava sahasına kavuşmuştur. Türkiye sigara ile mücadelesindeki kararlılığını Dünya Sağlık Örgütü Tütün Kontrolü Çerçeve Sözleşmesini 2005 yılında imzalayan ilk, 2009 yılı itibariyle %100 dumsız hava sahasına sahip dünyadaki altı ülkeden biri olarak göstermiştir (Altan vd., 2012: 16; Özcebe vd., 2018: 24).

Sigara kullanımına etki eden sosyoekonomik faktörlerin belirlenmesi ve analizi üzerine geniş bir literatür mevcut olmasına rağmen hükümetler tarafından yürürlüğe konulan sigara kullanımını yasaklayan çeşitli kanunların sigara içme davranışı üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar nispeten sınırlı kalmıştır. Adda ve Cornaglia (2010: 24) yaptıkları çalışmada Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) uygulanan iş yerinde sigara kullanım yasaklarının bireylerin sigara tüketimi üzerinde bir etki yaratmadığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Anger vd., (2011: 599) tarafından yapılan çalışmada ise Almanya’da yürürlüğe konulan kamusal alanda sigara içme yasağının farklı sosyoekonomik gruplar üzerinde heterojen etkiler yaratmış olmasına rağmen popülasyon içindeki ortalama sigara tüketiminin değiştirmedığı görülmüştür. Carpenter (2009) çalışmasında Kanada’da yerel olarak uygulanan yüzden fazla işyerindeki sigara yasaklarının ilgili işyerlerinde çalışanlar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yasanın özellikle mavi yakalı çalışanların olduğu iş yerlerinde daha etkin uygulandığı ve bu gruptaki kişilerin yaklaşık olarak %28-33 oranında daha az sigara dumanına maruz kaldıkları

tahmin edilmiştir (Carpenter, 2009: 1043). Yazarlar tarafından diğer gruplardaki çalışanlar için bu oranın küçük ve etkisiz olduğu ileri sürülmüştür. Sigara yasaklarının uygulandığı iş yerlerindeki çalışanlar üzerindeki doğrudan etkilerinin araştırıldığı bir diğer çalışmada ABD’de devlet daireleri, okullar ile barlar gibi kamusal ve özel alanlarda ki çalışanlar üzerinden Bitler vd., (2011) tarafından tahmin edilmeye çalışılmıştır. Yazarlar sigara yasaklarının barlardaki kullanımını ciddi oranda kısıtladığını ve bar çalışanları arasındaki sigara kullanım oranının düşürdüğünü ancak diğer iş yerlerinde istatistiksel olarak önemli bir farka neden olmadığını ileri sürmüşlerdir.

ABD özelinde sigara yasaklarının etkilerinin az ya da çok sınırlı kaldığını iddia eden yukardaki çalışmaların aksine bu yasakların sigara kullanımı üzerinde önemli azaltıcı etkilerin olduğunu öne süren çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalardan bir tanesi Yürekli ve Zhang (2000) tarafından yapılmış olup ABD’de 1970-1995 dönemi kapsayan süreçte sigara yasaklarının kişi başı sigara tüketimi 4.7 paket, ülke genelinde ise 1.1 milyar paket azalmasına neden olduğu tahmin edilmiştir. Benzer şekilde Tauras (2006: 341) çalışmasında ABD’de uygulanan dumansız hava sahası yasakları nedeniyle sigara kullanan gençlerde ortalama sigara tüketiminin azaldığı ancak gençler arasındaki sigara kullanımının neredeyse değişmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Morozumi ve Ii (2006) Japonya 2001 Hanehalkı Bütçe Anketi (HBA) verilerinden yararlanarak yaptıkları çalışmada sigara yasaklarının etkisini önceki çalışmalardan farklı olarak farkların farkı (DID) (difference in difference) yöntemi ile tahmin etmişlerdir. Çalışma yerlerinde uygulanan sigara yasaklarının etkili olduğu ve günde yaklaşık olarak 4 adet daha az sigara tüketimine neden olduğu tahmin edilmiştir. Sigara yasaklarının uygulandığı ülke sayısının artması ve mikro veri setlerinin ulaşılabilir olması ile sigara yasaklarının etkileri üzerine yapılan çalışmalarda artış gözlemlenmiştir.

Buonanno ve Ranzani (2013) kamusal alanda sigara yasaklarının etkisini DID yöntemi yardımıyla İtalya için araştırmışlardır. Yasakların sigara tüketimi üzerindeki etkili olduğu bu etkinin sigara katılımında %1.3; sigara kullanım miktarında günlük ortalama %8 azalmaya neden olduğunu tahmin etmişlerdir. De Chaisemartin vd., (2011) Fransa’da çalışma yerlerinde sigara kullanımının yasaklanması adına yürürlüğe konulan yasanın etkilerini DID yöntemi ile tahmin etmişlerdir. Yazarlar yasanın ardından sigara bırakma servislerine müracaatların %24 arttığını, dışarda sigara içilmesinin zorunlu olması nedeniyle bu oranın soğuk ve yağışlı bölgelerde daha yüksek olduğu ve sigarayı bırakma oranının ise %26 arttığı bulunmuştur. Ancak yazarlar DID analizi sonucunda yasanın etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir.

Boes vd., (2015) kapalı alanda sigara içilmesine dair İsviçre’de yürürlüğe konulan yasaklarının etkisini DID yöntemi ile analiz etmişlerdir. Yazarlar çalışmada söz konusu yasağın sigara kullanım oranı üzerinde negatif etkisi olduğu ancak bu negatif etkinin yasanın uygulamaya konulmasından bir yıl sonra ortaya çıktığı sonucuna ulaşılmıştır. Jones vd., (2015) çalışmasında hanehalkı panel veri seti yardımıyla kamusal alanda sigara yasağının etkisi panel DID yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. İngiltere ve İskoçya’da yürürlüğe giren yasanın etkisinin kısa dönemde hem toplam tüketim miktarı hem de kullananların sıklığı açısından sınırlı etkiye sahip olduğu tahmin edilmiştir. Kamusal alanda sigara yasaklarının etkisini DID yöntemi yardımıyla 15 Avrupa Birliği ülkesi üzerinden araştırdıkları çalışmada Origo ve Lucifora (2013: 77) genel olarak yasaların sigara kullanımı ve tüketimi üzerindeki etkisinin sınırlı kaldığı yönünde bulgular elde etmişlerdir. Dahası sigara yasaklarının çalışanlar üzerinde fiziksel iyi oluşa neden olmasının yanında ruhsal olarak olumsuz etkilerinin daha yüksek olduğu iddia edilmiştir.

Türkiye özelinde ise sigara tüketimini belirlemeye yönelik çalışmalar olmakla birlikte sigara yasaklarının etkisini inceleyen çalışma sayısı ise çok azdır. 2009 yılında Türkiye’de uygulama konulan dumansız hava sahasının etkileri üzerine yapılan çalışmalarda yasaklamaların ikram sektöründe (kahvehane, restoran, kafe) çalışanlar ve müşteriler tarafından olumlu karşılandığı ancak sigara tüketimini azaltma yönündeki etkisinin ise sınırlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bilir vd., 2010; Özcebe ve Bilir, 2012, Balcı vd., 2016). Yasanın sigara tüketimini üzerindeki etkisinin sınır kalmasının nedeni olarak yasanın uygulamaya konulması üzerinden geçen sürenin kısa olması neden olarak gösterilmiştir. Türkiye’de uygulanan dumansız hava sahası yasaklarının İzmir bölgesinde yaşayan kişiler üzerindeki etkisi Turan vd., (2014) tarafından anket çalışması ile araştırılmıştır. Yazarlar kişilerin yasa sonrasında içtikleri sigara sayısında, yasa öncesine göre ortalama 3.19 adet azalma olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Turan vd., 2014: 34). Waren vd., (2012: 714) tarafından yapılan çalışmada ise söz konusu yasaklamalar ve vergi uygulamalarının 2009 ve 2010 yıllık toplam sigara satışı üzerindeki etkisi analiz edilmiş ve sigara satışlarında %13.6 oranında bir düşüş olduğu tahmin edilmiştir.

Son olarak, Çetinkaya vd., (2014) tarafından yapılan çalışmada 2003-2011 HBA verileri yardımıyla yapılan analizde iş yerlerinde 2009 yılında uygulanan sigara içme yasağının etkisi araştırılmıştır. Yazarların tercih ettikleri yöntemin sahip olduğu kısıtlar nedeniyle söz konusu yasanın sigara tüketimi üzerindeki etkisi sınırlı olarak tespit edilebilmiştir.

Hükümetler tarafından uygulamaya konulan politikalar ile bireylerin sigarayı bırakmalarını sağlamak kendi başına önemli bir sonuç olsa bile bu tür politikaların ne kadar etkili olduğunun gösterilmesi de büyük önem arz etmektedir. Ülkemiz özelinde yasakların

etkisinin sınırlı kaldığı yönünde bulgular elde edilmekte birlikte yapılan çalışmalarda yasa üzerinden yeterli zamanın geçmemesi, örneklem kümesinin sınırlı olması gibi nedenlerin bu sonuçların elde edilmesinde önemli bir neden olduğu görülmektedir. Ayrıca zaman içinde oluşan farklılıklar ile politika değişimi ile oluşan farklılıkların ayrıştırılması sağlanarak sadece politika değişiminden kaynaklanan etkilerin analiz edilmesi zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Tüm bu nedenlerle çalışmanın amacı 2009 yılında Türkiye’de yürürlüğe konulan dumansız hava sahası uygulamasının sigara tüketimi üzerindeki etkisinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda 2008 ve 2012 Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından derlenen Küresel Yetişkin Tütün Araştırması (KYTA) verileri kullanılarak DID yöntemi yardımıyla söz konusu yasanın etkisi analiz edilmiştir.

Çalışmanın sunumu şu şekilde planlanmıştır. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde veri seti ve DID yöntemi hakkında bilgilere yer verilmektedir. İkinci bölümde modelin tahmin sonuçları tartışılmakta ve sonuç bölümüyle çalışma sona ermektedir.

Veri Seti

Çalışmada KYTA veri setinden yararlanılmıştır. Söz konusu veri seti 2008 Kasım ve 2012 Mayıs aylarında olmak üzere TÜİK tarafından iki defa uygulanmıştır. Türkiye genelinde her yerleşim yeri örnek seçimi için kapsama dâhil edilmiştir. Nüfusu 200’ün altında bulunan yerleşim yerleri (küçük köyler) yeterli örnek hane sayısına ulaşamayacağı düşünüldüğünden kapsam dışı bırakılmıştır. Haneler ziyaret edilerek anket verileri derlenmiştir. KYTA (2008) 9030, KYTA (2012) 9851 sayıda 15 ve daha yukarı yaştaki bireylerle yapılan yüz yüze görüşmeler neticesinde TÜİK tarafından oluşturulmuştur. Açıklayıcı değişken seçiminde literatür takip edilmekle birlikte, KYTA veri setinden kaynaklı olarak¹ sınırlı sayıda demografik değişken ampirik modele eklenebilmiştir.

Çalışmada kullanılan cinsiyet değişkeni erkek için 1, kadın için 0 değerini alan ikili değişkendir. Eğitim seviyesi 1 ile 7 arasında tamsayı değeri alan kategorik değişken olup değerler sırasıyla okul bitirmede, ilkokul, ilköğretim, ortaokul, lise, yüksekokul veya fakülte, yüksek lisans veya doktora eğitimi olmak üzere bireyin en son bitirdiği eğitim kurumunu temsil etmektedir. Yaş grubu kişinin bulunduğu yaş grubunu temsil etmekte olup 1 ile 4 arasında tam sayısı değeri alan kategorik değişkendir. Yaş grubu 15-24 ise 1; 25-44 ise 2; 45-64 ise 3; 65 yaş üzeri ise 4 değerini almaktadır. Yerleşim yeri kır ve kent düzeyinde belirlenmiş olup kent ise 1 diğer durumlarda 0 değerini almaktadır. Tiryakilik değişkeni ise soru kılavuzunda yer alan

¹ <http://www.tuik.gov.tr/MicroVeri/KYTA/turkce/metaveri/deggissken-acciiklamalarii/index.html>

Genellikle ilk tütünü uyandıktan ne kadar süre sonra kullanırsınız? (Şu anda her gün kullananlar için), (4) 5 dakikadan az, (3) 6-30 dakika arası, (2) 31-60 dakika arası, (1) 60 dakikadan fazla kategorik değişkeni yardımıyla oluşturulmuştur. Tütün değişkeni kişinin bir gün içinde tükettiği sigara ve sarma sigaranın toplam adet sayısını temsil etmektedir.

Tablo 1

Değişkenlere Ait Özet İstatistikler

Değişken	2008 (Uygulama Öncesi)				Test	2012 (Uygulama Sonrası)				Test
	Sigara Kullanmayan		Sigara Kullanan			Sigara Kullanmayan		Sigara Kullanan		
	Ort.	Std. S.	Ort.	Std. S.		Ort.	Std. S.	Ort.	Std. S.	
Cinsiyet	0.35	0.47	0.78	0.41	100.00***	0.36	0.48	0.75	0.43	130.00***
Eğitim	2.58	1.57	3.12	1.58	-14.45***	2.82	1.70	3.38	1.62	-13.49***
Yaş	2.47	0.92	2.27	0.70	9.55***	2.57	0.96	2.29	0.71	12.17***
Tütün	0	0	18.03	11.65	-12.10***	0	0	19.53	15.42	-11.00***
Yerleşim	0.48	0.49	0.56	0.49	40.10***	0.47	0.49	0.58	0.49	84.43***
Tiryakilik	0	0	2.23	1.02	-170.0***	0	0	2.23	1.05	-180.00***
Gözlem	6317		2380			7417		2110		

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Not: Test istatistiği kategorik değişkenler için Ki-kare, sürekli değişkenler için t-test değerlerini vermektedir. *** %1 istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

Çalışmada uygulanan analiz yönteminin tahmin edilmesinde kullanılan değişkenlere ait özet istatistikler Tablo 1’de verilmiştir. Değişkenlere ait 2008 ve 2012 yılı ortalama değerlerinin yer aldığı Tablo1 incelendiğinde erkek bireylerde sigara kullanımının daha yüksek olduğu, sigara kullanım yaş ortalamasının söz konusu dönemde çok az da olsa arttığı görülmektedir. Sigara kullanan kişilerin günlük ortalama sigara (adet) miktarının uygulama sonrasında 18.03’den 19.53’e çıktığı görülmektedir.

Yöntem ve Bulgular

DID yöntemi en basit haliyle iki farklı grup ($g=1, 2$) (kontrol ve uygulama grubu) ve iki farklı zaman periyodu ($t=1, 2$) (uygulama öncesi ve uygulama sonrası) olacak şekilde oluşturulmuştur. İlk periyotta, her iki grup kontrol grubu olarak ele alınırken, ikinci periyotta sadece 2. gruptaki uygulama grubu ele alınır. $T_2=1$ ikinci grupta gözlemlenen durum için kukla değişkendir. T_g zamandan bağımsız grup değişkeni olması nedeniyle zamana bağlı alt indis içermemektedir. $P_2=1$ ise 2. zaman periyodundaki gözlemleri temsil etmekte olup, zaman nedeniyle gruplar arası bir farkın olmadığını ima eder ve dolayısıyla herhangi bir grup alt indis almamaktadır. Dolayısıyla ikili DID yönteminde uygulama değişkeni grup ve zaman değişkenlerinin bir çarpımı olmaktadır ($D_{gt}=T_g \times P_t$). DID modelinin dizaynı ve notasyonunu basitçe şöyle açıklayabiliriz. $D_{gt}=0$ sigara yasakları uygulamaya konulmadan önceki sigara içenler ve içmeyenleri (çünkü bu durumda $P_t=0$), $D_{gt}=1$ ise sadece sigara yasakları

uygulandıktan sonraki dönemde sigara içenleri temsil etmektedir (çünkü T_g ve P_t aynı anda 1 olduğunda $D_{gt}=1$ olur).

İkili DID yönteminde, ortak trend varsayımı uygulama olan ve uygulama olmayan durumdaki olası çıktının basit istatistiksel modeline dayanır. Uygulama olmayan olası çıktı Denklem (1)'de gösterilmiştir.

$$Y_{gt}(0) = \beta_0 + \beta_1 T_g + \beta_2 P_t + \epsilon_{gt} \quad (1)$$

Politika uygulamasının olmaması durumunda grup 1'in ortalama çıktısı birinci periyotta β_0 , ikinci periyotta ise $\beta_0 + \beta_2$ olur. Aynı şekilde politika uygulama uygulamasının olmaması halinde ise grup 2'nin ortalama çıktısı birinci periyotta $\beta_0 + \beta_1$ ikinci periyotta ise $\beta_0 + \beta_1 + \beta_2$ olur. Ortak trend varsayımı durumunda T_g katsayısı zamandan bağımsız olarak iki grup arasındaki farklılığı yakalar. Örtük olarak, grup katsayısı iki grup arasında sistematik olarak farklılık gösteren ve analiz boyunca değişmeyen tüm gözlemlenemeyen değişikliklerin birleşik etkilerini yakalar. Benzer şekilde P_t katsayısı, iki periyot arasında değişen, ancak her iki gruptaki sonuçları aynı şekilde etkilemeyen gözlemlenmemiş değişikliklerin birleşik etkisini yakalar. Bu nedenle β_1 grup etkisi, β_2 zaman trendi olarak adlandırılır. Uygulamanın olası etkisi uygulama olmaması durumundaki olası etki ile uygulama etkisinin toplamından oluşur ve genellikle gözlemler boyunca sabit olarak kısıtlanır. Bu durum Denklem (2)'de gösterilmiştir.

$$Y_{gt}(1) = Y_{gt}(0) + \beta_3 \quad (2)$$

Olası iki sonuç etkisi spesifikasyonu genel gösterime bağlı olarak uygulama göstergesi ile birleştirilmiş realize edilmiş sonuçlar aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$Y_{gt} = Y_{gt}(0) + D_{gt}[Y_{gt}(1) - Y_{gt}(0)] \quad (3)$$

Denklem 3'de gösterilen model spesifikasyonu ile olası sonuç yer değiştirildiğinde ise DID modeli Denklem (4) halini alır.

$$Y_{gt} = \beta_0 + \beta_1 T_g + \beta_2 P_t + \epsilon_{gt} + D_{gt}[Y_{gt}(0) + \beta_3 - Y_{gt}(0)] \quad (4)$$

Denklem (4) üzerinden $D_{gt}=T_g \times P_t$ olduğu ve $Y_{gt}(0)$ terimleri birbirini götürdüğü için ikili DID denklemi Denklem (5)'te gösterilmiştir.

$$Y_{gt} = \beta_0 + \beta_1 T_g + \beta_2 P_t + \beta_3 (T_g \times P_t) + \epsilon_{gt} \quad (5)$$

DID denklemi doğrusal olduğu için kolaylıkla en küçük kareler yöntemi kullanılarak tahmin edilebilir. Etkileşim katsayısı olan β_3 ortak trend varsayımı altında uygulamanın etkisini gösterir.

Denklem (5)'te en basit haliyle ifade edilen DID denkleminin çalışmada kullanılmak üzere uyarlanmış hali aşağıdaki gibidir:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 P_{2012} + \beta_3 (T \times P_{2012}) + \theta_i X_i + \epsilon_{gt} \quad (6)$$

Burada Y_{it} : i. kişinin aylık sigara tüketim miktarı, T sigara kullanım kuklası, eğer kişi sigara kullanıyorsa 1 diğer durumlarda 0, P_{2012} dumansız hava sahası politika kuklasıdır. X_i : sigara tüketimine etkisi olduğu düşünülen kişinin yaşı, cinsiyeti, eğitim seviyesi, tiryakilik durumu ve yerleşim yeri gibi kontrol değişkenler matrisidir.

Çalışmanın temel amacı dumansız hava sahası uygulamasının bireysel sigara kullanımı açısından etkilerinin analiz edilmesidir. Yine de çalışmanın analizinde bireyler tarafından bir gün içinde kullanılan sigara ve sarma sigara sayısından oluşan tütün değişkeninin bağımlı değişken olduğu regresyon modelinde sigara kullanıma etki ettiği düşünülen kişinin cinsiyeti, eğitim seviyesi, yaşı, tiryakilik durumu ve yerleşim yeri değişkenlerini bağımsız değişken olarak modele eklenerek daha tutarlı bir analiz modelinin oluşturulması hedeflenmiştir. Analiz bulgularının verildiği Tablo 2'ye bakıldığında erkek bireylerin kadın bireylerden günde 1.19 adet daha fazla sigara tükettikleri, eğitim seviyesi arttıkça bireylerin sigara tüketimlerinin azaldığı tahmin edilmektedir. Kentsel kesimde yaşayan bireyler kırsal kesimde yaşayan bireylere göre günlük 0.309 adet daha az sigara tüketimi yapmaktadırlar.

Tablo 2

Analiz Bulguları

Değişkenler	Katsayı	Robust Std. Hata	t değeri
Cinsiyet	1.199***	0.093	12.936
Eğitim	-0.084***	0.032	-2.602
Yaş	0.106**	0.045	2.373
Tiryakilik	4.870***	0.199	24.422
Yerleşim	-0.410***	0.096	-4.272
Temel Grup	Kontrol	-0.167	
	Uygulama	8.130	
	Fark	8.297***	0.405
İzlenen Grup	Kontrol	-0.163	
	Uygulama	6.627	
	Fark	6.790***	0.439
Farkların Farkı	-1.506***	0.379	-3.98

Not: **, ***, sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde katsayıların anlamlılığını ifade etmektedir.

2009 yılında yürürlüğe konulan %100 dumansız hava sahası uygulamasının günlük sigara tüketimi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı ve eksi 1.506 olarak tahmin edilmiştir. Yapılan analizde dumansız hava sahası uygulamasının etkisinin sigara tüketimi üzerinde azaltıcı bir etkiye sahip olduğu ve bu etkinin günlük ortalama sigara tüketim miktarı dikkate alındığında yaklaşık olarak %8 seviyesinde olduğu tahmin edilmiştir. Elde edilen bu sonuç Yürekli ve Zhang (2000); Morozumi ve Li (2006); Buonanno ve Ranzani (2013); De Chaisemartin vd., çalışmaları ile örtüşmektedir. Ancak Türkiye özelinde yapılan (Bilir vd., 2010; Özcebe ve Bilir, 2012; Balcı vd., 2016) çalışmalarından elde edilen sonuçlar ile

karşılaştırıldığında ise sigara yasaklarının etkisi daha yüksek olarak tahmin edilmiştir. Bu farklılığın ortaya çıkmasındaki en önemli etkenin söz konusu çalışmalarda sigara yasaklarının uygulanmaya konulmasından çok kısa bir süre sonra verilerin toplanmış olması gösterilebilir. Çünkü Boes vd., (2015:1513) çalışmasında belirttiği gibi sigara yasaklarının etkisinin görülebilmesi için yasa üzerinden en az bir yıllık bir sürenin geçmiş olması gerekmektedir. Farkların farkı yönteminin önemli varsayımlarından olan paralellik varsayımı birden fazla kontrol dönemlerinin olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Mora ve Reggio, 2012; Wing vd. 2018). Bu nedenle çalışmada yıllar arası olası otokorelasyonu engellemek için robust standart hatalar üretilmiştir. Ayrıca, Villa (2016) tarafından önerilen Dengeleyici t-testi (Balancing t-test) yardımıyla, uygulama öncesi dönemde temel ve izlenen gruplar arasındaki değişkenlerin ortalamaları arasındaki fark ölçülmüştür. Test sonuçları Tablo 3'te yer almakta olup modelde kullanılan değişkenlerinin tümü için söz konusu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 3

Dengeleyici t-Test Sonuçları

Değişkenler	Temel Grup Ortalama	İzlenen Grup Ortalama	Fark	t Değeri	Prob
Cinsiyet	0.361	0.754	0.394	33.96	0.0000***
Eğitim	2.825	3.384	0.559	13.44	0.0000***
Yaş	1.573	1.299	-0.274	12.18	0.0000***
Tiryakilik	0.000	2.236	2.236	181.43	0.0000***
Yerleşim	0.473	0.587	0.113	9.23	0.0000***
Tütün	0.000	19.535	19.535	109.05	0.0000***

Not: ***, %1 düzeyinde katsayıların anlamlılığını ifade etmektedir.

Sonuçlar

Bu çalışmada, Türkiye'de 2009 yılında yürürlüğe konulan %100 dumansız hava sahası uygulamasının sigara tüketimi üzerindeki etkileri ulusal düzeyde analiz edilmiştir. Çalışmada 2008 ve 2012 yıllarına ait KYTA veri setinden yararlanılmıştır. Yasaklama öncesi ve sonrası dönemde sigara tüketimindeki değişimin zamana bağlı etkilerinin ayrıştırılıp sadece yasak nedeniyle ortaya çıkan değişimin etkisinin ölçülebilmesi için farkların farkı yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada dumansız hava sahası uygulamasının bireysel sigara tüketimi üzerindeki etkisi günlük 1.506 adet olarak tahmin edilmiştir. Elde edilen bu sonuç Yürekli ve Zhang (2000); Morozumi ve Ii (2006); Buonanno ve Ranzani (2013); De Chaisemartin vd. çalışmaları ile örtüşmekle birlikte, hem diğer ülke örneklerinin (Adda ve Cornaglia, 2010; Anger vd., 2011; Carpenter, 2009; Bitler vd., 2011) hem de Türkiye örneklerinin aksine (Bilir vd., 2010; Özcebe ve Bilir, 2012, Balcı vd. 2016) daha yüksek tahmin edilmiştir.

ABD ve Avrupa ülke örneklerine nazaran yasanın sigara tüketimi üzerindeki azaltıcı etkisinin yüksek çıkmasında söz konusu ülkelerde sigara yasakları uzun yıllar boyunca aktif

olarak uygulanması nedeniyle ilgilenilen sigara yasaklarının etkisinin düşük olabileceğidir. Türkiye özelinde ise yapılan çalışmalarından elde edilen sonuçlara kıyasla daha yüksek olarak tahmin edilmesinde ise söz konusu çalışmalarda yasaklarının uygulanmaya konulmasından çok kısa bir süre sonra toplanan veriler üzerinden tahminler yapılmış olmasıdır. Yapılan bu çalışma ile hem örneklemin kapsamı hem de yasadan sonra geçen süre dikkate alındığında Türkiye için daha tutarlı sonuçların elde edildiği düşünülmektedir. Ancak yine de çalışmada kullanılan KYTA veri setinin panel karakteristiğe sahip olmaması, gözlem dönemlerinin azlığı ve 2012 yılı sonrası başkaca bir veri setinin oluşturulmamış olmaması çalışmanın en önemli kısıtlarıdır. Bu konuda yapılacak sonraki çalışmalarda söz konusu kısıtlamaların giderildiği veri setleri ile sigara yasaklarının etkisinin tespit edilmesi önerilmektedir.

Kaynakça

- Adda, J. ve Cornaglia, F. (2010), The Effect of Bans and Taxes on Passive Smoking, *American Economic Journal: Applied Economics* 2(1), s.1–32.
- Altan, P., Aras Kılınç, E., Aygül, F., İter H. ve Öztürk, M. (2012). Türkiye'de Tütün Kontrolünün Başarı Öyküsü, *Türkiye Klinikleri J Pulm Med-Special Topics*, 5(2), s.16-20.
- Anger, S., Kvasnicka, M. ve Siedler, T. (2011), One Last Puff? Public Smoking Bans and Smoking Behavior, *J. Health Econ.* 30 (3), s.591–601.
- Balcı, E., Öztürk, A., Gün, İ. ve Sarlı, S. (2016), The Situation of Being Supported and Conformed to the Tobacco Control Law by the People Serving in Coffee Houses, Cafes and Restaurants in Kayseri, *Turkish Journal of Public Health*, 14(1).
- Bilir, N., Özcebe, H. ve Aslan, D. (2010), Tobacco Use and Control in Turkey, *Turkish Journal of Public Health*, 7(2), s.61-75.
- Bitler, M., Carpenter, C. ve Zavodny, M. (2011), Smoking Restrictions in Bars and Bartender Smoking in the US, 1992–2007, *Tob. Control*, 20 (3), s.196–200.
- Boes, S., Marti, J. ve Maclean, J. C. (2015), The Impact of Smoking Bans on Smoking and Consumer Behavior: Quasi-experimental Evidence from Switzerland, *Health Economics*, 24(11), s.1502-1516.
- Buonanno, P. ve Ranzani, M. (2013), Thank You for Not Smoking: Evidence from the Italian Smoking Ban, *Health Policy*, 109(2), s.192-199.
- Carpenter, C. S. (2009), The Effects of Local Workplace Smoking Laws on Smoking Restrictions and Exposure to Smoke at Work, *Journal of Human Resources*, 44(4), s.1023-1046.
- Çetinkaya, M., Başaran, A. ve Erkam, S. (2014) Workplace Smoking Bans and Tobacco Consumption in Turkey: Evidence from 2003 2011 Household Budget Surveys, *The Empirical Economics Letters*, 13(11), s.1171-1177.

- De Chaisemartin, C., Geoffard, P. Y. ve Le Faou, A. L. (2011), Workplace Smoking Ban Effects on Unhappy Smokers, *Health Economics*, 20(9), s.1043-1055.
- Jones, A. M., Laporte, A., Rice, N. ve Zucchelli, E. (2015), Do Public Smoking Bans Have an Impact on Active Smoking? Evidence from the UK, *Health Economics*, 24(2), s.175-192.
- Mora, R., ve I. Reggio. (2012) *Treatment Effect Identification Using Alternative Parallel Assumptions*. Working Paper 12-33, Universidad Carlos III de Madrid.
- Morozumi, R. ve Ii, M. (2006), The Impact of Smoke-Free Workplace Policies on Smoking Behaviour in Japan, *Applied Economics Letters*, 13(9), s.549-555.
- Origo, F. ve Lucifora, C. (2013), The Effect of Comprehensive Smoking Bans in European Workplaces, *Health Economics and Policy*, 16(1), s. 55-81.
- Özcebe, H., ve Bilir, N. (2012), Kahvehane, Restoran ve Kafe Çalışan ve Müşterilerinin İkram Sektöründe Sigara İçilmesinin Yasaklanması Konusundaki Görüşleri, *Türkiye Halk Sağlığı Dergisi*, 10(1), s.22-36.
- Özcebe, H., Erguder, T., Balcılar, M., Ursu, P., Reeves, A., Stuckler, D. ve Mauer-Stender, K. (2018), The Perspectives of Politicians on Tobacco Control in Turkey, *European Journal of Public Health*, 28(2), s.17-21.
- Tauras, J. A. (2006), Smoke-Free Air Laws, Cigarette Prices, and Adult Cigarette Demand, *Economic Inquiry*, 44(2), s.333-342.
- TobaccoAtlas, (2016), <https://tobaccoatlas.org/country/turkey/> (Erişim Tarihi: 23.04.2020).
- Turan, P. A., Ergör, G., Turan, O., Doğanay, S. ve Kılınç, O. (2014), 4207 Sayılı Yasanın Yürürlüğe Girmesinden Sonra Sigara İçme Davranışları ve Pasif Maruziyet ile İlgili Değişikliklerin Saptanması, *Tüberk Toraks*, 62(1), s.27-38.
- TÜİK, Küresel Yetişkin Tütün Araştırması 2008; 2012.
- Warren, C. W., Erguder, T., Lee, J., Lea, V., Sauer, A. G., Jones, N. R. ve Bilir, N. (2012), Effect of Policy Changes on Cigarette Sales: the Case of Turkey, *The European Journal of Public Health*, 22(5), s.712-716.
- Wing C., Simon K. ve Bello-Gomez R. (2018), Designing Difference in Difference Studies: Best Practices for Public Health Policy Research, *Annual Review of Public Health*, 39(1), s. 453-469.
- Villa, J. M. (2016). Diff: Simplifying the Estimation of Difference-in-differences Treatment Effects. *The Stata Journal*, 16(1), 52–71. <https://doi.org/10.1177/1536867X1601600108>
- Yürekli, A. A. ve Zhang, P. (2000), The Impact of Clean Indoor-Air Laws and Cigarette Smuggling on Demand for Cigarettes: An Empirical Model, *Health Economics*, 9(2), s.159-170.

Veri Zarflama Analizi ile Düzey – 2 Bölgelerinin GSYİH Katkısının Analizi

Ahmet AKTAŞ*

Mehmet KABAK**

Geliş Tarihi (Received): 29.02.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 30.04.2020

Öz

Gelişmiş veya gelişmekte olan her ülkede karşılaşılabilecek sosyoekonomik sorunlardan biri bölgelerarası kalkınma dengesizliği veya bölgelerarası gelişmişlik farklılığıdır. Her ülkede bu sorun söz konusu olsa da, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bu farklılıklar gelişmiş ülkelere kıyasla daha büyük boyuttadır. Bölgesel kalkınma kavramının temelinde, bölgelerarası gelişmişlik düzeyi ve bölgelerarası gelir farklılıklarını en aza indirme amacı yer almaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı 2020 Yılı Yıllık Programı'na göre Türkiye'de bölgesel gelişme politikası, bölgesel gelişmişlik farklarının azaltılması, bölgelerin rekabet gücünün artırılması ve ekonomik ve sosyal bütünleşmenin güçlendirilmesi amaçları doğrultusunda uygulanmaktadır. Bu çalışmada 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı verileri kullanılarak ülkemizin kalkınma açısından gruplandırıldığı 26 Düzey – 2 bölgesinde tarımda, endüstride ve hizmet sektöründe istihdam oranları ile bölgelerin Gayri Safi Yurt İçi Hasıla'ya katkı düzeylerinin etkililiği incelenmiştir. Etkililiği incelemek için Veri Zarflama Analizi (VZA) tekniğinin temel modellerinden biri olan Çıktı Yönlü Banker Charnes Cooper (BCC) modelinden yararlanılmıştır. Model sonuçları bölgelerde istihdam oranlarının ve bölgelerin GSYİH katkı oranlarının hangi düzeyde olması gerektiğini sunmaktadır. Bölgesel Kalkınma planlarında istihdam desteği kararları bu model yardımıyla desteklenebilir.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Bölgesel Kalkınma, Etkinlik Analizi, İstihdam.

* Arş. Gör., Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, aaktas@gazi.edu.tr

** Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, mkabak@gazi.edu.tr

Analysis of GDP Contribution of NUTS – 2 Regions via Data Envelopment Analysis

Abstract

One of the socioeconomic problems that can be faced in any developed or developing country is the interregional development imbalance or the difference of interregional development. Although this problem exists in every country, these differences are larger in less developed and developing countries compared to the developed countries. The basic aim of regional development concept is minimization of the level of interregional development and interregional income differences. According to Turkish Republic Presidency Annual Program of Year 2020, regional development policy in Turkey, is implemented in order to reduce regional differences, to improve competitiveness of regions and to increase economic and to strengthen the implementation of social and economic cohesion. In this study, the efficiency of employment rates in agriculture, industry and service sector and contribution levels of 26 development regions in Turkey to the Gross Domestic Product are examined using data provided in Turkish Republic Presidency Annual Program of Year 2020. In order to conduct the efficiency analysis, Output Oriented Banker Charnes Cooper (BCC) model, which is one of the main models of Data Envelopment Analysis (DEA), is used. The model results show the target values for level of employment rates in the regions and the level of GDP contribution of the regions. Employment support decisions in Regional Development plans can be supported by results of the model.

Keywords: *Data Envelopment Analysis, Regional Development, Efficiency Analysis, Employment*

Giriş

Bölge kavramı köken olarak Latince'de çevre, alan anlamına gelen regio sözünden gelmektedir. Kentten büyük, ülkeden küçük, sınırları ülke sınırlarıyla çakışan ama o sınırların da ötesinde etkileşimlere sahip olabilen, yerinden yönetimin söz konusu olduğu, katılımcı bir yönetimi ve bütçesi olan yönetim birimi bölge olarak tanımlanır (Arslan, 2010). Bölgeler gelişmişlik açısından, az gelişmiş ve gelişmiş bölgeler olarak iki gruba ayrılabilir (Gündüz, 2006). Az gelişmiş bölgeler, bir zamanda sosyoekonomik ölçütler temelinde ülkenin avantajlı olmayan bölgelerini ifade ederken, gelişmiş bölge diğer bölgelere göre sosyal ve ekonomik ölçütler bakımından avantajlı, sağlık ve eğitim hizmetleri yönünden ortalama üstü durumda olan bölgedir.

Bölgesel kalkınma, bölge refahını artırmak amacıyla insan kaynakları, ekonomik ve toplumsal potansiyellerin harekete geçirilmesini sağlayacak çalışmaların bütünüdür. Bölgesel kalkınma kavramı, bölge içindeki gelişme potansiyelinin kullanılmasını sağlarken, bölge dışından da finansmanı, bilgiyi ve girişimci yeteneklerini bölgeye getirir (Ildırar, 2004).

Bölgesel kalkınma, bir bölgenin ekonomik kalkınmasını sağlamak için hedef bölgelerde ve alanlarda yatırım seviyelerinin artırılmasını öngörür. Bölgesel kalkınma planları oluşturulurken devletin elinde bulunan enerji ve sulama kaynakları ile ulaşım, finansman, sanayi teşvikleri, konut yatırımı gibi araçların tümünün en iyi biçimde kullanılması amaçlanır. Bölgesel gelişmişlik farklılıklarını azaltmaya yönelik plan ve politikalar 1950'lerden beri gelişmekte olan ülkelerin gündeminde yer alarak uygulamaları başlatılmıştır (Gökbunar ve Duramaz, 2015). Bölgesel kalkınma planları oluşturulurken amaç bölgeler arasında dengesizliklerin ve farkların giderilmesidir (Arslan, 2005).

Bölgesel kalkınma, ülkenin kalkınması ile yakın ilişkiye sahiptir. Ülkeyi oluşturan bölgeler kalkınırsa, doğal olarak ülke de kalkınmış demektir. Bir bölgede ekonomik kalkınmayı başlatabilmek için, o bölgede yer altı kaynaklarının olması, yeni bir buluşun ortaya konulması, bölgenin coğrafi konumu gibi etmenlerden bir veya birkaçının varlığı gerekir (Arslan, 2005). Bölgesel kalkınmanın ülke kalkınması açısından kaynak dağılımının etkinliğini sağlama ve gelir dağılımının sosyal adaletini oluşturma amaçları vardır (Gündüz, 2006). Ülke kalkınmasının bölgesel kalkınmadan geçtiği düşünülürse, ilk olarak bölgesel kalkınma planlaması yapılması gerektiği açıktır. Bu planlar oluşturulmadan önce planda ele alınan bölgenin sahip olduğu mevcut potansiyel belirlenmeli ve bunun için de bölgeye ait istatistiksel

veriler toplanarak değerlendirilmelidir. Bölgelere ait istatistiki verilerin toplanması ve değerlendirilmesi için Avrupa Birliği (AB) tarafından AB üyesi ülkelerde 1981 yılında uygulaması başlatılan ve aday ülke olduğu için Türkiye’de de 2000’li yıllardan beri uygulanan İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması (NUTS) sistemi kullanılmaktadır (Taş, 2006). Bu sistem, bölgelere ait istatistiki verilerin toplanması, geliştirilmesi, bölgeler için sosyoekonomik analizler yapılması ve karşılaştırılabilir bir veri tabanı oluşturmak amaçları doğrultusunda Avrupa Toplulukları İstatistik Ofisi (EUROSTAT) tarafından ulusal istatistik enstitülerinin işbirliği yoluyla geliştirilmiştir (Turan, 2005).

1970’lerde oluşturulan NUTS sistemi, 2003 yılında hukuki bir nitelik kazanmış ve bölgeler NUTS I, NUTS II ve NUTS III sınıflarına ayrıştırılmıştır. Bölgelerin karşılaştırma ve kıyaslamaları bu sınıflar gözetilerek yapılmaktadır. NUTS sistemine göre ülkeler NUTS I bölgelerine, NUTS I bölgeleri NUTS II bölgelerine ve NUTS II bölgeleri NUTS III bölgelerine ayrılır. Bölgelerin oluşturulmasında kullanılan nüfus aralıkları Tablo 1 ile aşağıda belirtilmiştir (Hasanoğlu ve Aliyev, 2006):

Tablo 1
NUTS Düzeyleri

Düzyey	En Az Nüfus	En Çok Nüfus
NUTS 1	3.000.000	7.000.000
NUTS 2	800.000	3.000.000
NUTS 3	150.000	800.000

NUTS sisteminin kullanılması sayesinde bölgelere ilişkin değerlendirmeler yapılırken benzer anlayışın kullanılması yoluyla uyum sonuçlar elde edilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca, NUTS II düzeyinin bölgesel politikaların uygulandığı düzey olmasından ötürü, bölgeye ve ülkeye yönelik problemlerin tespiti ve incelenmesi için en uygun düzey olduğu belirlenmiştir (Turan, 2005). NUTS I düzeyinin topluluk problemlerinin takibinde ve NUTS III düzeyi bölge içinde detaylı planların oluşturulmasında faydalı olduğu ifade edilmektedir.

Ülkemizde yaşanan en temel ekonomik ve sosyal sorunlardan birisi de bölgelerarası gelişmişlik farklılığıdır (Gökbunar ve Duramaz, 2015). Bu durumun sebepleri arasında coğrafi koşullar, nitelikli işgücünün dağılımı, yanlış uygulamalar, altyapı eksiklikleri, vb. yer almaktadır. Bu durum az gelişmiş bölgeler ile diğer bölgelerin tam anlamıyla bütünleşmesine engel olmaktadır. 1960’da Devlet Planlama Teşkilatı’nın kurulmasıyla birlikte kalkınma planları oluşturularak politikalar belirlenmiştir. 2000’li yıllar itibariyle AB üyeliği önce uyum süreci başlamış ve bölgesel politikalarla ilgili yükümlülükler doğrultusunda uygulamalar

gerçekleştirilmiştir. 2002 yılından itibaren bölgesel veriler NUTS sistemine uyumlu olacak şekilde toplanmaya başlanmış, ülke 12 NUTS I (Düzyey-1), 26 NUTS II (Düzyey-2) ve her il bir bölge olacak şekilde 81 NUTS III (Düzyey-3) bölgesine ayrılmıştır (Oskay ve Kubar, 2007). Ülkemizdeki sınıflandırmaya göre Düzyey-1, Düzyey-2 ve Düzyey-3 bölgeleri Tablo 2 ile aşağıda verilmiştir.

Tablo 2

Düzyey-1, Düzyey-2 ve Düzyey-3 bölgeleri

Düzyey-1 Bölgeleri	Düzyey-2 Bölgeleri	Düzyey-3 Bölgeleri
TR1	TR10	İstanbul
TR2	TR21	Edirne, Kırklareli, Tekirdağ
	TR22	Balıkesir, Çanakkale
TR3	TR31	İzmir
	TR32	Aydın, Denizli, Muğla
	TR33	Afyon, Kütahya, Manisa, Uşak
	TR41	Bilecik, Bursa, Eskişehir
TR4	TR42	Bolu, Düzce, Kocaeli, Sakarya, Yalova
	TR51	Ankara
TR5	TR52	Karaman, Konya
	TR61	Antalya, Burdur, Isparta
TR6	TR62	Adana, Mersin
	TR63	Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye
	TR71	Aksaray, Kırıkkale, Kırşehir, Nevşehir, Niğde
TR7	TR72	Kayseri, Sivas, Yozgat
	TR81	Bartın, Karabük, Zonguldak
TR8	TR82	Çankırı, Kastamonu, Sinop
	TR83	Amasya, Çorum, Samsun, Yozgat
	TR90	Artvin, Giresun, Gümüşhane, Rize, Trabzon, Ordu
	TRA1	Bayburt, Erzincan, Erzurum
TR9	TRA2	Ağrı, Ardahan, Iğdır, Kars
TRA	TRB1	Bingöl, Elazığ, Malatya, Tunceli
	TRB2	Bitlis, Hakkâri, Muş, Van
TRB	TRC1	Adıyaman, Gaziantep, Kilis
	TRC2	Diyarbakır, Şanlıurfa
TRC	TRC3	Batman, Mardin, Siirt, Şırnak

Ülkenin bir bölgesinde veya ilinde gelişmişlik düzeyinin göstergelerinden birisi gayri safi yurtiçi hasılanın (GSYİH) bölgesel dağılımıdır (İncekara ve Kılınç Savrul, 2011). Bu gösterge ile bölge içinde gelişmişlik farkı ortaya konabilir. Gelişmişliğin bir diğer göstergesi olarak da istihdamın bölge içindeki oransal dağılımı görülmektedir (Gündüz, 2006).

Bu çalışmada Türkiye'deki Düzey-2 bölgelerinin GSYİH içindeki katkı oranlarının istihdamın tarım, hizmet ve endüstriye dağılımı açısından etkililiği incelenmiştir. Bu inceleme için, T.C. Cumhurbaşkanlığı 2020 Yılı Yıllık Programı'nda sunulan, bölgelere ait GSYİH katkı oranı ve istihdamın sektörlere dağılımı verileri kullanılmıştır. Bu veriler göreceli etkinlik analizinde yaygın olarak kullanılan Veri Zarflama Analizi tekniğinin temel modellerinden biri olan Çıktı Odaklı Banker Charnes Cooper (BCC) modeli ile değerlendirilmiş ve bölgelerin etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Sonrasında, etkin olmayan bölgeler için referans kümeler tespit edilerek hedef değerler sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, mevcut istihdam dağılımları doğrultusunda etkin olmayan bölgelerde GSYİH katkılarını artırmak gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çalışmanın devamı şu şekilde ilerlemektedir: 2. bölümde literatürde bölgesel kalkınma üzerine yapılmış analiz çalışmaları kullanılan yöntemler ve ele alınan veriler yönüyle incelenmiştir. 3. bölümde kullanılan yöntem olan Veri Zarflama Analizi tekniği ve BCC modeli tanıtılmıştır. Çalışmanın konusu olan GSYİH katkı oranlarının istihdam dağılımları bakımından etkinliğine yönelik sayısal çalışma 4. Bölümde sunulmuştur. Sonuçlarına ilişkin yorumlar ve gelecek araştırmalara yönelik önerilerin sunulduğu 5. bölümde çalışma tamamlanmıştır.

1. Literatür Taraması

Bölgesel kalkınma ile alakalı etkinlik analizleri son 20 yılda araştırmacıların ilgisini çeken konular arasındadır. Bu bölümde 1999 – 2019 yılları arasında yayınlanmış 15 çalışma özetlenmiştir.

İmalat sektörünün bölgesel etkinliği, Değişim Payı modeli ile bütünleşik Veri Zarflama Analizi kullanılarak incelenmiştir (Dinc ve Haynes, 1999). Amerika'da Kaliforniya ve Ohio eyaletlerinde çeşitli imalat sektörlerinin etkinliğinin yıllar bazında değişimi farklı modeller kullanılarak değerlendirilmiştir.

Norveç'te tarımda aşırı kapasite oluşması sonucunda oluşturulan bölgesel kalkınma desteği planları ile çiftçiler orman ve kırsal işletmelere yönlendirilmiş ve bu planların sonucunda bölgelerin etkinlik değerleri Veri Zarflama Analizi ile hesaplanmıştır (Vennesland, 2005). Çalışmanın ikinci aşamasında bütçe tahsisi için bir optimizasyon çalışması yapılarak kırsal bölgelerde çıktı düzeylerinin en büyüklemesine çalışılmıştır.

Türkiye’de Düzey-1 bölgeleri gelişmişlik açısından Temel Bileşenler Analizi ile sıralanmış, bölgeler arasındaki sosyal ve ekonomik farklılıkların hangi bileşenlerden oluştuğu incelenmiştir (Ersungur, Kızıltan ve Polat, 2007).

Çin’de bölgesel kalkınma düzeyleri ekonomik ve çevresel veriler dikkate alınarak Veri Zarflama Analizi ile incelenmiş ve 31 bölgeden benzer olanların kümelenmesi ile etkin olmayan bölgeler için kıyaslama yol haritası çıkarılmıştır (Lu ve Lo, 2007).

Gelişmişlik açısından geride olan bölgelerin kaynaklarını etkin kullanamadığı düşüncesinden hareket edilerek Türkiye’nin 26 Düzey-2 bölgesi ekonomik, eğitim ve gelişmişlikle alakalı girdi ve çıktılarla değerlendirilmiştir (Öncel ve Şimşek, 2011).

Avrupa Birliği üyesi 10 ülkeden 46 Düzey-1 bölgesine sağlanan fonların çalışma ve verimlilik çıktılarına dönüşümü Veri Zarflama Analizi ile değerlendirilmiştir (Enguix, Garcia ve Gallego, 2012). 3 girdi ve 2 çıktının seçilmesi durumlarını içeren 21 modelden elde edilen sonuçlar kıyaslanarak bölgelerin durumları yorumlanmıştır.

Türkiye’de bölgesel gelişme farklılıklarını incelemek için kişi başı GSYİH değerlerinin etkinliğini girişimcilik ve istihdama dayalı çeşitli değişkenler kullanarak ölçen bir Veri Zarflama Analizi uygulaması gerçekleştirilmiştir (Köse, Eser ve Konur, 2012). 3 farklı modelden elde edilen sonuçlara göre, geri kalmış bölgelerde altyapı yatırımlarının ve yenilik faaliyetlerinin etkinliğe katkı sağladığı görülmüştür.

Türkiye’deki 26 Düzey-2 bölgesinde bölgesel kalkınma ve istihdam ilişkisi Değişim Oranı yöntemi ile incelenmiştir (Akıncı ve Yılmaz, 2013). 2004 – 2011 dönemi için yapılan inceleme sonucunda dönemler içerisinde istihdam değişimlerinin bölgesel kalkınmaya etkileri ve gelişime engel olan nedenlere yönelik yorumlar sunulmuştur.

Türkiye’de Düzey-2 bölgelerinde kişi başı kamu yatırım gerçekleştirmeleri, teşvik belgeli yatırımlar, toplam banka kredileri girdilerinin Gayri Safi Katma Değer (GSKD), teşvik belgeleri ile yaratılan istihdam, açılan işyeri sayısı ve dış ticaret dengesi çıktılarına dönüşümünün analizi Veri Zarflama Analizi ile yapılmıştır (Şengül, Eslemian ve Eren, 2013). Daha sonra girdi ve çıktı değişkenlerinin ekonomik etkinlik üzerindeki etkisi Tobit model ile incelenmiştir.

Toplam kamu yatırımları ve sabit yatırımlara göre yatırım teşvik belgelerinin bölgesel dağılımı girdilerinin bölgelerin sanayi, tarım ve hizmet sektörlerine ait istihdam verilerine dönüşümünün etkinliği Veri Zarflama Analizi kullanılarak değerlendirilmiştir (Bakırcı, Ekinci

ve Şahinoğlu, 2014). 2007 – 2012 dönemine ait Türkiye’deki Düzey-1 bölgelerinin verilerini kullanan çalışma bölgelerdeki ve dönemler arasındaki eşitsizlikleri ortaya koymaktadır.

Ar-Ge, inovasyon ve bilgiye dayalı faaliyetlerin bölgesel gelişmişlik farklılıklarının giderilmesinde önemli olduğundan, Türkiye’de Düzey-1 bölgelerinin inovasyon performansları 2010, 2011 ve 2012 verileri kullanılarak değerlendirilmiştir (Çakın ve Özdemir, 2015). 3 girdi ve 2 çıktı değişkenini dikkate alan regresyon analizi, DEMATEL – ANP ve TOPSIS yaklaşımı ile 12 bölgenin performansları belirlenmiştir.

Türkiye’de faaliyet gösteren 26 kalkınma ajansının faaliyetleri lisans ve yüksek lisans mezunu personel sayıları, destek giderleri, yayınlanan rapor sayısı, düzenlenen toplantı ve eğitim sayıları ile katılım sağlanan toplantı ve eğitim sayıları girdilerinin desteklenen proje sayısına dönüşümündeki etkinliği Veri Zarflama Analizi ile incelenmiştir (Tarı, Pehlivanoğlu ve Özbilgin, 2017). Etkin olmayan ajanslar için referans kümeler ve hedef değerler sunularak performanslarını etkin hale getirmek için izlemeleri gereken yol gösterilmiştir.

Türkiye’de il bazında (Düzey-3) işgücüne katılım oranı, ortalama günlük kazanç ve istihdam oranı çıktılarının, işsizlik oranı ve sosyal güvenlik kapsamındaki aktif çalışanların toplam nüfusa oranı girdileri bakımından etkinliği 2013-2016 yıllarını içeren bir veri seti kullanılarak incelenmiştir (Cam ve Atan, 2018). Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi yardımıyla yıllar bazında etkinliğin ve illerin durumlarının nasıl değiştiği değerlendirilmiştir.

Düzey-2 bölgelerinde kamu yatırım tahsis tutarı ve teşvik belgeli sabit yatırım tutarı girdilerinin teşvik belgesiyle yaratılan istihdama dönüşümü Veri Zarflama Analizi yardımıyla değerlendirilmiştir (Baykul, Işık Maden ve Kutgi, 2019). Bölgelerin etkinlik değerleri ve etkin olmayan bölgeler için hedef değerlerden ne ölçüde sapma olduğu hesaplanarak sonuçlar incelenmiştir.

Visegrad grubu ülkelerinde Düzey-2 bölgelerinin rekabet edebilirliği Veri Zarflama Analizi ile değerlendirilmiştir (Koisova, Grmanova, Skrovankova ve Kostrova, 2019). 35 bölgenin değerlendirildiği çalışmada 3 girdi ve 2 çıktının sonuçlara etkisi Tobit regresyon yaklaşımı ile incelenmiştir.

İncelenen çalışmalara bakıldığında, Veri Zarflama Analizi’nin bölgelerde kalkınma politikalarının etkinliğini değerlendirmede yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmada da etkinlik analizi için Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır.

2. Yöntem

Bir sürecin etkinliği, sürecin çıktılarının girdilerine oranı ile ifade edilir. Diğer bir deyişle, etkinlik girdilerin çıktıya dönüşme oranıdır. Etkinlik değeri daha yüksek süreçler, daha etkin süreçler olarak görülürler. Birden fazla girdi ve/veya çıktıya sahip sistemlerde ise, girdi ve çıktıların önemlerini ifade eden ağırlık değerleri de dikkate alınarak etkinlik hesaplanır. Aynı girdilere ve çıktılara sahip sistemlerin etkinliğini belirlemek için göreceli etkinlik kavramından faydalanılır. Buna göre, çıktılarının girdilerine oranı en yüksek olan sistem(ler) etkin kabul edilecek şekilde etkinlik ölçümü yapılır. Veri Zarflama Analizi tekniği aynı girdilere ve çıktılara sahip sistemlerin göreceli etkinliklerini ölçmek için kullanılan doğrusal programlama temelli bir yöntemdir. Veri Zarflama Analizi modelleri girdi ve çıktı ağırlıklarını belirleyerek her bir karar verme birimi için en iyi etkinlik değerini hesaplamaya çalışır.

Veri Zarflama Analizi modelleriyle etkinlik ölçmek için iki farklı problem varsayımının kararlaştırılması gerekir. Bu varsayımlardan ilki, etkinliği ölçülecek sistemin aynı çıktıyı elde eden en küçük girdiye sahip olmasının (girdi yönlü) veya aynı düzeyde girdi kullanılarak en fazla çıktıyı elde etmesinin (çıkıtı yönlü) tanımlanmasıdır. İkinci varsayım ise, ölçeğe göre sabit getiri (constant return to scale) veya ölçeğe göre değişken getiri (variable return to scale) varsayımlarından hangisinin ele alınan probleme uygun olduğunun kararlaştırılmasıdır. Bu tanımlama kullanılacak modelin CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) veya BCC (Banker, Charnes, Cooper) modellerinden hangisi olacağını gösterir.

Bu çalışmada, Türkiye’de 26 Düzey – 2 kalkınma bölgesinin GSYİH katkı oranlarının etkinliği Veri Zarflama Analizi tekniği kullanılarak istihdamın sektörlere dağılımı girdileri açısından incelenmiştir. Bölgeler arası gelişmişlik düzeyleri dikkate alınmayan diğer faktörlerden ötürü farklı olabileceği düşünüldüğünden ölçeğe göre değişken getiri varsayımının uygun olduğu düşünülmüştür. Ayrıca, aynı istihdam dağılımına sahip iki bölgeden daha yüksek GSYİH katkısı sağlayanın daha etkin olacağı düşünülmüştür. Bu yüzden çıktı odaklı BCC modeli ile etkinlik ölçümü yapılmıştır. Modelin matematiksel gösterimi aşağıda sunulmuştur (Tarım, 2001):

$$\begin{aligned}
& \max z_k \\
& -\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_{jk} + Y_{rk} z_k \leq 0 \quad \forall r \\
& \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{jk} \leq X_{ik} \quad \forall i \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1 \\
& \lambda_{jk} \geq 0 \quad \forall j
\end{aligned}$$

3. Uygulama

Bu çalışmada, 26 Düzey-2 bölgesinin GSYİH katkı oranlarının etkinliği VZA yöntemi ile değerlendirilmiştir. Tek çıktı değişkeni olan analizde istihdamın tarım, endüstri ve hizmet sektörlerine göre dağılımı girdi değişkenleri olarak kabul edilmiştir. Bölgelerarası farklılıklara bağlı olarak etkin sınırın değişiklik gösterebileceği düşünülerek BCC modelinin kullanılması uygun görülmüştür. Aynı istihdam dağılımına sahip bölgelerden daha büyük GSYİH katkısı sağlayanın etkin olacağı kabul edilerek modelin çıktı yönlü olmasına karar verilmiştir. Ayrıca, teknikle ilgili genel kabul görmüş kural olan girdi ve çıktı sayıları toplamının 3 katından fazla karar verme birimi olması gerekliliği de 26 Düzey-2 bölgesi dikkate alındığından sağlanmıştır. Model oluşturulurken dikkate alınan değişkenler şu şekildedir:

- Girdi 1: Tarımda İstihdam Oranı (%)
- Girdi 2: Sanayi Sektöründe İstihdam Oranı (%)
- Girdi 3: Hizmetler Sektöründe İstihdam Oranı (%)
- Çıktı 1: GSYİH Katkısı (%)

4 Kasım 2019 tarihli ve 30938 sayılı Resmi Gazete'nin 1. Mükerrerinde yayınlanan 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programında (2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programının Onaylanması Hakkında Karar, 2019) sunulan bilgiler doğrultusunda değişken değerleri belirlenmiştir. Bölgelere ait veri değerleri Tablo 3 ile aşağıda verilmiştir:

Tablo 3

Uygulama verileri

Bölge	Çıktı	Girdi 1	Girdi 2	Girdi 3
TR10	31,2	1,2	32,2	66,6
TR51	9,0	3,7	23,5	72,8
TR31	6,2	8,5	32,4	59,1
TR41	5,5	11,3	40,8	47,9
TR61	3,6	18,9	15,4	65,7
TR42	6,1	15,0	35,8	49,2
TR32	3,3	26,1	22,6	51,3
TR21	2,4	16,7	35,3	48,0
TR62	3,8	19,4	22,6	58,0
TR22	1,9	28,5	21,7	49,8
TR52	2,4	25,9	28,8	45,2
TR33	3,1	30,7	27,7	41,6
TR81	0,9	32,0	23,1	44,9
TR72	2,3	22,7	28,3	49,0
TR83	2,3	41,9	17,4	40,7
TRC1	2,3	15,0	33,0	51,9
TR90	2,2	40,6	16,3	43,1
TR71	1,4	28,6	20,4	51,1
TR82	0,7	45,2	15,8	39,0
TRB1	1,3	34,5	17,3	48,2
TR63	2,5	24,5	24,7	50,8
TRA1	0,9	35,6	11,6	52,8
TRC2	1,9	36,1	17,4	46,5
TRC3	1,3	14,6	20,2	65,2
TRA2	0,6	53,5	13,8	32,7
TRB2	1,0	36,0	24,5	39,5

DEAP paket programına model girdileri ve çıktıları tanımlanarak bölgelere ait veri değerleri girilmiştir. Sonrasında model tipi seçilerek analiz sonuçları alınmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde CCR modeline göre yalnızca TR10 bölgesi, BCC modeline göre ise TR10, TR51, TR41, TR61, TR52, TRC1, TRA1 ve TRA2 bölgeleri etkin çıkmıştır. Diğer 18 bölge etkin olmayan bölgeler olarak belirlenmiştir. Etkinlik değerleri ve etkin olmayan bölgeler için referans kümeler ve ağırlık değerleri Tablo 4 ile aşağıda verilmiştir.

Tablo 4

Etkinlik analizi sonuçları ve referans kümeler

Bölge	Etkinlik (CCR)	Etkinlik (BCC)	Ölçek Etkinliği	Referans Küme
TR10	1,000	1,000	1,000	TR10 (1,000)
TR51	0,395	1,000	0,395	TR51 (1,000)
TR31	0,224	0,277	0,810	TRA2 (0,096), TR41 (0,228), TR10 (0,677)
TR41	0,245	1,000	0,245	TR41 (1,000)
TR61	0,241	1,000	0,241	TR61 (1,000)
TR42	0,265	0,652	0,406	TRA2 (0,130), TR10 (0,175), TR41 (0,696)
TR32	0,151	0,211	0,714	TRA2 (0,411), TR10 (0,490), TRA1 (0,099)
TR21	0,107	0,293	0,365	TRA2 (0,160), TR10 (0,136), TR41 (0,704)
TR62	0,174	0,227	0,764	TRA2 (0,101), TR10 (0,523), TRA1 (0,376)
TR22	0,090	0,134	0,673	TRA2 (0,453), TR10 (0,442), TRA1 (0,105)
TR52	0,113	1,000	0,113	TR52 (1,000)
TR33	0,159	0,710	0,224	TRA2 (0,471), TR10 (0,046), TR41 (0,484)
TR81	0,043	0,087	0,492	TRA2 (0,561), TR10 (0,296), TR41 (0,143)
TR72	0,100	0,182	0,551	TRA2 (0,353), TR10(0,346), TR41 (0,301)
TR83	0,136	0,338	0,404	TRA2 (0,741), TR10 (0,202), TRA1 (0,057)
TRC1	0,095	1,000	0,095	TRC1 (1,000)
TR90	0,139	0,385	0,361	TRA2 (0,596), TR10 (0,165), TRA1 (0,240)
TR71	0,071	0,111	0,637	TRA2 (0,352), TR10 (0,390), TRA1 (0,258)
TR82	0,046	0,161	0,284	TRA2 (0,770), TR10 (0,122), TRA1 (0,108)
TRB1	0,078	0,164	0,472	TRA2 (0,390), TR10 (0,235), TRA1 (0,375)
TR63	0,105	0,152	0,690	TRA2 (0,434), TR10 (0,508), TR41 (0,057)
TRA1	0,080	1,000	0,080	TRA1 (1,000)
TRC2	0,113	0,245	0,460	TRA2 (0,472), TR10 (0,231), TRA1 (0,297)
TRC3	0,066	0,111	0,598	TRA1 (0,060), TR10 (0,299), TR61 (0,641)
TRA2	0,045	1,000	0,045	TRA2 (1,000)
TRB2	0,054	0,291	0,186	TRA2 (0,593), TR10 (0,033), TR41 (0,374)

Bölgeler için hedef değerler ise Tablo 5 ile aşağıda verilmiştir. Hedef değerler, etkin olmayan bölgelerin etkin sayılabilmesi için girdilerini ve çıktılarını hangi düzeye getirmesi gerektiğini belirten önemli bir göstergedir. Model sonuçlarına göre yalnızca TR71 bölgesi için %0,1 tarımsal işçilik oranı fazlalığı tespit edilmiş, diğer bölgeler için girdi fazlası veya çıktı azlığı gibi bir sonuç gözlenmemiştir.

Tablo 5

Bölgeler için hedef değerler

Bölge	Çıktı	Girdi 1	Girdi 2	Girdi 3
TR10	31,2	1,2	32,2	66,6
TR51	9,0	3,7	23,5	72,8
TR31	22,4	8,5	32,4	59,1
TR41	5,5	11,3	40,8	47,9
TR61	3,6	18,9	15,4	65,7
TR42	9,4	15,0	35,8	49,2
TR32	15,6	26,1	22,6	51,3
TR21	8,2	16,7	35,3	48,0
TR62	16,7	19,4	22,6	58,0
TR22	14,2	28,5	21,7	49,8
TR52	2,4	25,9	28,8	45,2
TR33	4,4	30,7	27,7	41,6
TR81	10,4	32,0	23,1	44,9
TR72	12,7	22,7	28,3	49,0
TR83	6,8	41,9	17,4	40,7
TRC1	2,3	15,0	33,0	51,9
TR90	5,7	40,6	16,3	43,1
TR71	12,6	28,5	20,4	51,1
TR82	4,4	45,2	15,8	39,0
TRB1	7,9	34,5	17,3	48,2
TR63	16,4	24,5	24,7	50,8
TRA1	0,9	35,6	11,6	52,8
TRC2	7,8	36,1	17,4	46,5
TRC3	11,7	14,6	20,2	65,2
TRA2	0,6	53,5	13,8	32,7
TRB2	3,4	36,0	24,5	39,5

Hedef değerlere bakıldığında mevcut istihdam dağılımlarına göre etkin olmayan bölgelerin GSYİH katkılarının daha yüksek olması beklenmektedir. Bu sonuçlar ışığında, sektörlerdeki istihdam düzeylerini değiştirmekten ziyade sektörlerin katma değerini artırıcı politikalara odaklanılmasının daha uygun olacağı yorumu yapılabilir.

4. Sonuç

Bölgesel kalkınma, ülke kalkınmasıyla doğrudan ilişkili bir kavramdır. Bölgeler arası farklılıkların az ve bölgelerin gelişmişlik düzeylerinin dengeli olması ülkelerin önem verdiği konulardan olup gelişmiş ülkelerde bu farklılıklar oldukça azdır.

Bölgenin gelişmişliği, genel olarak endüstriyel faaliyetlerin yoğunluğu ile ilişkilendirilen bir kavram olduğundan istihdamın sektörlere dağılımı gelişmişliği incelemek için dikkate alınabilecek değişkenler arasında düşünülebilir.

Bu çalışmada Türkiye’de 26 Düzey-2 bölgesinde GSYİH katkı oranlarının etkinliği istihdamın sektörlere dağılımı açısından Veri Zarflama Analizi modellerinden çıktı yönlü BCC modeli ile analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda etkin ve etkin olmayan bölgeler tespit edilerek ve etkin olmayan bölgeleri etkin bölgeler haline getirecek hedef değerler belirlenmiştir. Model sonuçları istihdam dağılımı açısından etkinliğin artması için istihdam düzeylerini değiştirmeden çıktı düzeylerini artırmak gerektiğini işaret etmektedir.

Yalnızca ele alınan girdilerin GSYİH katkısını yansıttığı varsayımı çalışmanın kısıtlılığı olarak düşünülebilir. Bu girdilerden farklı olarak GSYİH katkısına etkisi olan farklı girdiler düşünülerek, bu yeni durumda elde edilecek model sonuçlarını kıyaslamak gelecek çalışmalar için önemli bir araştırma konusu olarak düşünülebilir. Bir diğer araştırma konusu olarak farklı yıllara ait verilerin dikkate alınması ile bölgelerdeki istihdam dağılımı ve GSYİH katkı oranı değişimlerinin yıllar bazında ne miktarda etkinlik değişimine sebep olduğunun Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ile hesaplanması konusu düşünülebilir.

Kaynaklar

- 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programının Onaylanması Hakkında Karar (Karar Sayısı: 1733) (2019, 4 Kasım). Resmi Gazete (Sayı: 30938 (Mükerrer)). Erişim adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/11/20191104M1-1.pdf>
- Akıncı, M. ve Yılmaz, Ö. (2013). Türkiye’de Sektörel İstihdam Ve Bölgesel Kalkınma İlişkisi: Shift – Share (Değişim Payı) Analizi. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 63(2), 25-51.
- Arslan, E. (2010). Kalkınma Ajansları ve Kalkınma Ajanslarının Türkiye Ekonomisine Beklenen Katkıları. *Kamu-İş Dergisi*, 11(3), 85-108.
- Arslan, K. (2005). Bölgesel Kalkınma Farklılıklarının Giderilmesinde Etkin Bir Araç: Bölgesel Plânlama ve Bölgesel Kalkınma Ajansları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(7), 275-291.
- Bakırcı, F. Ekinci, E. D. ve Şahinoğlu, T. (2014). Bölgesel Kalkınma Politikalarının Etkinliği: Türkiye Alt Bölgeler Bazında Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(2), 281-298.
- Baykul, A., Işık Maden, S. ve Kutgi, D. (2019). Bölgesel Kalkınma Politikası Aracı Olarak Kamu Yatırımları Ve Teşvikler: Türkiye’de Düzey 2 Bölgeleri Üzerine Bir Etkinlik Analizi. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7, 652 – 669.
- Cam, E. ve Atan, M. (2018). Türkiye’de İl Bazında İstihdam Politikalarının Etkinliği. *Bilgi*, 20(1), 102-123.

- Çakın, E. ve Özdemir, A. (2015). Bölgesel Gelişmişlikte Ar-Ge ve İnovasyonun Rolü: DEMATEL Tabanlı Analitik Ağ Süreci (DANP) ve TOPSIS Yöntemleri ile Bölgelerarası Bir Analiz. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 115-144.
- Dinc, M. ve Haynes, K. E. (1999). Regional Efficiency in the Manufacturing Sector: Integrated Shift-Share and Data Envelopment Analysis. *Economic Development Quarterly*, 13(2), 183-199.
- Enguix, M. d. R. M., García, J. G. ve Gallego J. C. G. (2012). An Impact Analysis of the European Structural Funds on the Variation of the Rate of Employment and Productivity in Objective 1 Regions. *European Planning Studies*, 20(4), 685-705.
- Ersungur, Ş. M., Kızıltan, A. ve Polat, Ö. (2007). Türkiye’de Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması: Temel Bileşenler Analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(2), 55-66.
- Gökbunar, A. R. ve Duramaz, S. (2015). Bölgesel gelişmişlik farklılıklarının bir sosyo-ekonomik politika göstergesi olan sağlık verileri kapsamında değerlendirilmesi: TRB bölgesi Örneği. *Yonetim Ve Ekonomi*, 22(2), 291-309.
- Gündüz, A. Y. (2006). *Bölgesel Kalkınma Politikası*. Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları.
- Hasanoğlu, M. ve Aliyev, Z. (2006). Avrupa Birliği ile Bütünleşme Sürecinde Türkiye’de Bölgesel Kalkınma Ajansları. *Sayıştay Dergisi*, 60, 81-103.
- Ildıran, M. (2004). *Bölgesel Kalkınma ve Gelişme Stratejileri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- İncekara, A. ve Kılınç Savrul, B. (2011). Bölgesel Kalkınma Politikaları ve Türkiye Açısından Bir Değerlendirme. *Sosyoloji Konferansları Dergisi*, 1, 91-132.
- Koisova, E., Grmanova, E., Skrovankova, K. ve Kostrova, J. (2019). Competitiveness of Regions in the Visegrad Group Countries. *Engineering Economics*, 30(2), 203–210.
- Köse, S., Eser, U. ve Konur, F. (2012). Türkiye’de Bölgesel Gelişmişlik Farkları: Bir Veri Zarflama Analizi (Düzyey-2 Bölgeleri). *CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 77-97.
- Lu, W. M. ve Lo, S. F. (2007). A benchmark-learning roadmap for regional sustainable development in China, *Journal of the Operational Research Society*, 58, 841-849.
- Oskay, C. S. ve Kubar, Y. (2007). Avrupa Birliğine Uyum Sürecinde Türkiye’de Bölgesel Kalkınmanın Finansmanında Kalkınma Ajansları. *Selçuk Üniversitesi Karaman İ.İ.B.F. Dergisi*, Yerel Ekonomiler Özel Sayısı, 271-293.
- Öncel, A. ve Şimşek, S. (2011). Türkiye’de Bölgelerarası Kaynak Kullanım Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Ölçülmesi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 37, 87-119.

- Şengül, Ü., Eslemian , S. ve Eren, M. (2013). Türkiye’de İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflamasına Göre Düzey 2 Bölgelerinin Ekonomik Etkinliklerinin VZA Yöntemi ile Belirlenmesi ve Tobit Model Uygulaması. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11, 75-99.
- Tarı, R., Pehlivanoglu, F. ve Özbilgin, M. (2017). Efficiency Measurement of Regional Development Agencies in Turkey by Using Data Envelopment Analysis (DEA). *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(2), 47-78.
- Tarım, A. (2001). *Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı*, T.C. Ankara: Sayıştay Başkanlığı, Araştırma Çeviri İnceleme Dizisi.
- Taş, B. (2006). AB Uyum Sürecinde Türkiye için Yeni bir Bölge Kavramı: İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırması (İBBS). *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 185-197.
- Turan, M. (2005). Bölge Kalkınma Ajansları Nedir? Ne Değildir? Ankara: Paragraf Yayınevi.
- Vennesland, B. (2005). Measuring rural economic development in Norway using data envelopment analysis. *Forest Policy and Economics*, 7, 109–119.

Otonom Kara ve Hava Araçları ile Akıllı Tarım: Hasat Optimizasyonu Üzerine Bir Uygulama¹

Alparslan GÜZEY*

Mehmet Mutlu AKINCI**

Şenol ALTAN***

Geliş Tarihi (Received): 19.04.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 11.05.2020

Öz

Günümüzde tarım sektörü yeni şirketler ve yatırımcılarla bir yüksek teknoloji endüstrisi haline gelmektedir. Teknolojinin hızlı gelişmesi sadece çiftçilerin üretim yeteneklerini geliştirmeyip, robotik ve otomasyon teknolojilerini de geliştirmektedir. Çiftçiler artık hasat toplamada otonom hava araçları ve robotlar kullanarak üretim verimlerini artırmaktadırlar. Bu çalışmada, birbirleriyle iletişim halinde otonom insansız hava ve kara araçlarına tarım arazisinde hedefleri daha önceden belirlenmiş elmaların zaman minimizasyonu ile hasat toplatılması amaçlanmıştır. Mevcut çalışılan problemin çok büyük olmasından dolayı süre optimizasyonu yapılması amacıyla ana problem küçük alt problemlere bölünerek çözülmüştür. Kara araçlarının duraklarının yerlerinin belirlenmesi ve bu yerlerin belirlenme işlemini çözümlenmek için k-ortalama kümeleme yönteminden yararlanılmıştır. Hesaplamalar için ise Julia programlama dili kullanılmıştır. Çalışmada örnek olarak toplatılması düşünülen 500 elma için optimal durak sayısı 3 olarak bulunmuştur. Her bir durakta hava araçlarının elma toplama sürelerini optimize etmek için hazırlanan model ise Gurobi çözücüsü yardımıyla çözümlenip sonuçlara ulaşılmıştır. Çalışmanın sonucunda kara aracının her bir durakta ortalama bekleme süresi yaklaşık 439 sn olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Otonom Araçlar, Akıllı Tarım, K-Ortalama Yöntemi, 0-1 Tamsayılı Programlama, , Optimizasyon

¹ Bu makale, Şubat 2020 tarihinde 20. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumunda sözlü bildiri olarak sunulan çalışmanın genişletilmiş hali olup, TUBİTAK 217E138 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

* Y. Lisans Öğrencisi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, alparslanguzey@gmail.com.

** Dr. Öğr. Üyesi, Erzurum Teknik Üniversitesi, mehmet.akinci@erzurum.edu.tr.

*** Prof. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Ekonometri Bölümü, senol.altan@hbv.edu.tr.

Smart Agriculture with Autonomous Ground and Air Vehicles: An Application on to Harvest Optimization

Abstract

Today, the agricultural sector is becoming a high-tech industry with new companies and investors. Rapid development of technology not only improves farmers' production capabilities, but also improves robotics and automation technology. Farmers are now increasing their production efficiency by using autonomous aircraft and robots in harvesting. In this study, it is aimed to collect the harvest by the time minimization of the previously determined apples in the agricultural land in communication of autonomous unmanned aerial and ground vehicles. Due to the fact that the current problem is very large, the main problem is solved by dividing it into small sub-problems in order to make time optimization. K-means clustering method was used to determine the locations of the ground vehicles' stops and to analyze it. Julia programming language is used for calculations. In the study, the optimal number of stops for 500 apples was found to be 3. The model prepared to optimize the apple picking times of air vehicle at each stop was resolved with the help of the Gurobi solvent and the results were achieved. As a result of the study, the average waiting time of the ground vehicle at each stop was approximately 439 seconds.

Keywords: *Autonomous Vehicles, Smart Agriculture, K-Means Method, 1-0 Integer Programming, Optimization*

Giriş

Meyve hasadı; elle, yarı mekanize ve tam mekanize şeklinde üç farklı yöntemle yürütülmektedir. Ülkemizde özellikle taze tüketilen meyvelerin hasadında elle hasat sıklıkla başvurulan bir yöntemdir. Elle hasatta mekanik zedelenmelerin az olması ürünün ihraç edilebilmesi açısından önemli bir avantajdır. Buna rağmen meyvelerin elle hasadının toplam iş gücü gereksinimine ve toplam maliyetlere etkisi oldukça fazladır. İşçiler, toplam hasat süresinin büyük kısmını meyveye uzanım ve koparma süresinde harcamaktadır. Hasatta merdiven kullanılması halinde ise zamanın büyük bölümünün merdiven taşınması ve kurulması sırasında harcanmasından dolayı iş verimi azalmaktadır. Bu durum işçiyi enerji tüketimi yönünden aşırı yüklemekte ayrıca merdiven kullanımından kaynaklanan kazalar da meydana gelmektedir. Bu nedenle, araştırmacılar işçiyi daha iyi ve güvenli bir iş ortamında çalıştıracak yardımcı araçların geliştirilmesine yönelmişlerdir (Eminoğlu, 2015: 233).

Günümüzde tarım sektörü yeni şirketler ve yatırımcılar aracılığıyla heyecan verici bir yüksek teknoloji endüstrisi haline gelmektedir. Teknoloji hızla gelişmekte ve bu gelişen teknoloji sadece çiftçilerin üretim yeteneklerini geliştirmekle kalmayıp, robotik ve otomasyon teknolojilerini de geliştirmektedir. Bu gelişmenin temelinde önemli ölçüde artan ve ivmeli olarak önümüzdeki yıllarda daha da artacak olan yiyecek ve temel gıda ihtiyacı yatmaktadır. Birleşmiş Milletler, dünya nüfusunun 7,3 milyardan 2050 yılında 9,7 milyara yükseleceğini tahmin etmektedir. Bu nüfus artışıyla doğru orantılı olarak dünyanın çok daha fazla yiyeceğe ihtiyacı olacak ve çiftçiler bu talebi karşılamak için ciddi baskılarla karşı karşıya kalacaklardır. Tarımda verimliliği artırmak için üretim verilerinin toplanması, daha sonra bu verilerin analiz edilmesi ve tarım işçiliğinin robotlar ve otomasyon sistemleri aracılığıyla yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada otonom sistemlerin birbirleriyle iletişim halinde tarım arazisinde elma hasadı toplanması amaçlanmıştır. Elma, portakal, şeftali, armut ve avokado gibi meyveleri hasat etmek için büyük emek ve işgücü gerekir. İş gücü, aslında, bu meyveleri üretmede çiftçinin en büyük harcama kalemini oluşturur. Taze ürünlere olan talebin arttığı günümüz dünyasında, tarım işçilerinin sayısı azalırken, çiftçiler için akıllı tarım ve hasat robotları maliyet ve işgücünü azaltıp üretim kapasitesini artırmaya yönelik en etkin çözümdür.

1. Meyve Hasatı, Akıllı Tarım ve Kullanılan Otonom Hasat Toplama Araçları

Meyve hasat platformları, elle hasat sırasında insan hareketini azaltmak, toplama dışındaki süreyi en aza indirmek ve optimum çalışma koşullarına ulaşmak amacıyla kullanılır.

Bu platformların kullanımı başka bir ifadeyle hasat süresi boyunca verimliliğin artırılmasını sağlamaktadır.

Tarımın gelecek zamanlarda büyüyen bir dünya nüfusu için daha az kaynakla sağlanacak olan sürdürülebilir uygun fiyatlarla daha fazla gıda ve yakıt üretmek gibi zorluklarla karşı karşıya kalması muhtemeldir. Bu zorlukların üstesinden gelmede akıllı tarımdan faydalanılacaktır. Akıllı tarım unsurlarının kullanımıyla, maliyetler düşerken faydalar artmakta ve daha sürdürülebilir bir tarım gelişimi ile çiftçilere çevresel zorlukların üstesinden gelme ve artan bir nüfusu beslemek için gıda üretim seviyelerinin sürdürülmesine yardımcı olunabilecek çözümler sunulmaktadır.

Akıllı tarım, kaynak açısından daha verimli ve kesin bir yaklaşıma dayanarak daha üretken ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim sağlama potansiyeline sahiptir. Akıllı tarım, üreticiye daha iyi karar verme veya daha verimli bir işletme operasyonları ve yönetimi şeklinde katma değer sağlamalıdır. Bu anlamda akıllı tarım, birbirine bağlı yönetim bilgi sistemleri, hassas tarım ve tarımsal otomasyon-robotik gibi üç teknoloji alanı ile güçlü bir şekilde ilişkilidir (Duman ve Özsoy, 2019: 544).

Yönetim bilgi sistemleri, bir çiftliğin faaliyetlerini ve fonksiyonlarını yerine getirmek için gereken biçimde veri toplama, işleme, depolama ve yayma amaçlı planlı sistemlerdir.

Hassas tarım, ekonomik getiriye iyileştirmek ve çevresel etkileri azaltmak için mekânsal ve zamansal değişkenliğin yönetimidir. Kaynakları koruyarak, dronelerin havadan görüntülerini ve sentinel uyduları tarafından sağlanan en yeni nesil hiperpektral görüntülerin kullanımı ile mahsul verimi, arazi özellikleri/topografya, organik madde içeriği, nem seviyeleri gibi ölçülebildiği kadar çok değişkenin mekânsal değişkenlik haritalarının oluşturulmasına imkân tanıyarak girdilerin dönüşünü optimize etmek amacı ile karar destek sistemlerini (DSS) içerir. Hassas tarımda, insansız hava araçlarının (İHA) algılama ve görüntüleme platformları ile tarım amaçlı kullanımı, uydu teknolojisi ile yakından algılama, akıllı sensörler ile uygulamalar, mevcuttur. Ayrıca tabletlerde ya da el bilgisayarı için bilgisayar yazılımları, taşınır arazi tipi bilgisayarlar, kablosuz veri transferi ve iletişim sistemleri, araçtan araca veri iletimi, otonom (kendi yürür) araçlar ve platformlar, robotlar, akıllı makinalar ve bunlara uyumlu donanımlar, hali hazırdaki teknolojik gelişmelerdir (Topakcı ve Ünal, 2010).

Tarımsal otomasyon ve robotik; farmbots ve farmdronelar da dâhil olmak üzere her türlü tarımsal üretimde robotik, otomatik kontrol ve yapay zekâ teknikleri uygulama sürecidir.

Tarımsal robotlar, üreticiler için üretim verimini çeşitli yollarla artırmaktadır. Bunlardan bazıları; otonom İHA'lar, otonom traktörler ve robotik kollardır. Bu teknolojik

yenilikler yaratıcı ve yenilikçi uygulamalarda kullanılmaktadır. Tarımsal robotlar, çiftçiler için yavaş, tekrarlayan ve sıkıcı görevleri otonomlaştırarak, toplam üretim verimini artırmaya daha fazla odaklanmalarını sağlarlar. Otonom robotlar, kendisine verilen bir görevi yerine getirmek için yöntem bulabilen ayrıca kendisini korumak için sensörler (algılayıcılar) yardımıyla çevreden elde ettiği verileri kullanarak olası tehlikeleri önlemek için statik veya dinamik olarak engellerden korunabilen otonom olarak görevleri yerine getirebilen elektro-mekanik cihazlardır (Tekin, 2013: 273-278).

Tarım sektöründe en yaygın kullanım alanları olan tarımsal robotlar şu şekilde sıralanabilir:

- Hasat ve toplama,
- Zararlı ot kontrolü,
- Otonom biçme, budama, tohumlama, püskürtme ve inceltme,
- Ayırma ve paketleme,
- Hizmet platformları.

ABD'de sadece 2016 yılında 7 milyon tondan fazla elma elle toplanmıştır. Bu zor iş için saatlik ücretler de arttığından, bu sektörde işgücü sıkıntıları da ciddi bir sorun haline gelmektedir.

Hasat ve toplama robotları, neyin seçileceğini belirlemek için görüntü işleme ve robotik kolların bir kombinasyonunu kullanır. Elmanın kalite kontrolü ve derecelendirilmesi ancak tek bir işlemde tekrarlı işlem yapılması önlenerek yapılabilir. Hasat robotu tarafından görüntü işleme yapılan ürün hakkındaki veri analizi, iş gelirinin belirlenmesinde, paketleme ve işleme süreçlerinin düzenlenmesinde yardımcı olabilir.

Tarımda nesnelerin internetiyle verimliliğin en üst düzeye çıkarılması hedeflenir. Bu yapılmada doğal kaynaklar ihtiyaç olan düzeyde kullanıldığından maliyet düşmektedir. Benzer şekilde çiftlikte bulunan akıllı sistemlerle üretim için gerekli olan tüm faktörler analiz edilmekte ve üreticiye eş zamanlı sunulmaktadır. Bu sayede kaynak israfları önlenmekte ve kaliteli ürünler üretilmektedir. Ayrıca birbirleriyle iletişim halinde olan ve senkronize çalışan makinelerle hızlı karar verme mekanizmaları oluşturulmaktadır. Üreticiye bir tablet ya da telefondan tüm çiftliği yönetebilme ve gözlemleyebilme imkânı verilmekte iş gücü de azaltılarak verimli, eğlenceli, kaliteli ve doğal üretim imkanları oluşturulmaktadır.

Çalışmanın ikinci başlığında alan yazında yer alan otonom hasat toplama hava aracı ve kullanım alanlarına göre çeşitli İHA'larla ilişkili çalışmalardan bahsedilmiştir. Araştırma yönteminin açıklandığı üçüncü başlıkta ise önerilen modelin durak sayısı, toplam bekleme

süreleri, amaç fonksiyonu ve kısıtlar yer almaktadır. Bulguların yer aldığı dördüncü başlıkta da önerilen modelin uygulaması ve küme yapısı açıklanmaktadır.

2. Literatür Taraması

Hasat ve toplama, robotların verim boyutunu artırmak ve tarlada kalan ürünlerden kaynaklanan atıkları azaltmak için elde edebileceği doğruluk ve hız nedeniyle tarımda en bilinen robotik uygulamalardandır.

Günümüzde tarım 4.0 teknolojisinde insansız hava araçları ile hasat toplaması aktif olarak henüz yapılmamakla birlikte ilerleyen yıllarda mevcut teknolojinin tarım 5.0'a evrilmesiyle bu yönde çalışmaların hız kazanacağı öngörülmektedir. Aşağıda verilen Şekil 1'de İsraili bir firmanın otonom hasat toplama hava aracı ve örnek çizimleri yer almaktadır. Şekil 2'de ise örnek bir otonom hasat toplama hava aracı yer almaktadır.



Şekil 1. Otonom Hasat Toplama Hava Aracı

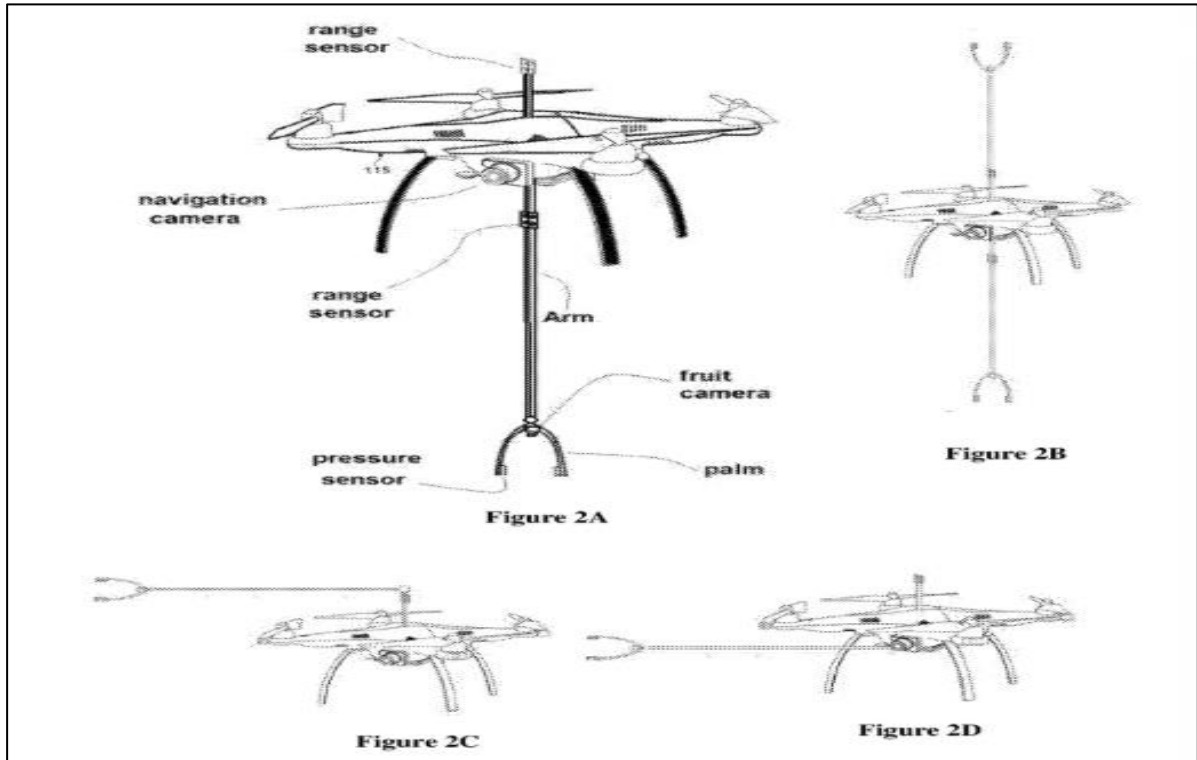
Kaynak: Tevel-tech, 2019.

Alan yazında İHA'ların çeşitli kullanım alanlarına göre, araç rotalama problemlerinin ele alındığı birçok çalışma yer almaktadır.

Murray ve Chu (2015) çalışmalarında ilk olarak kamyon, daha sonra İHA ile son nokta taşınması yapan bir model fikri ortaya koymuşlardır. Bu fikir "Uçan Yardımcı Gezgin Satıcı

Problemi (Flying Sidekick Traveling Salesman Problem)” olarak adlandırılmıştır. Çalışma kapsamında teslimatlarda bir İHA ve bir kamyon kullanılmıştır. Araçlar aynı anda taşıma yapabilmektedir. Teslimat sonrasında İHA, kamyonu geri dönmek zorundadır. Çalışmada karma tamsayı doğrusal programlama (MILP) ve sezgisel metotlar kullanılmıştır.

Olivares vd., (2015) çalışmalarında, bir imalat fabrikasının iç lojistiğinde, özellikle montaj ve ürünlerin kişiselleştirilmesi aşamasında bir İHA tipi Quadcopterin kullanılması incelenmiştir. Bu çalışmadaki amaç, büyük bir dezavantaj olan işletim sırasında yüksek enerji tüketimini modellemek ve en iyilemektir. Çalışmada depoların, kümelerin ve alt kümelenmelerin yerini belirlemek için bir iç lojistik modellemesi gerçekleştirilmiştir. Bu işleme ek olarak her bir Quadcopter için bir genetik algoritma kullanılarak çeşitli yollar oluşturulmuştur. Ayrıca her bir Quadcopter tarafından taşınacak ağırlık, malzeme ve rota belirlenmiştir. Son olarak taşınan ağırlığa, ziyaret edilen iş istasyonlarına ve sayılarına göre quadcopter aerodinamik verimliliğine bağlı olarak belirli bir rota için her bir quadcopterin aküsünden boşaltılacak elektrik gücü miktarı da optimize edilmiştir.



Şekil 2. Örnek Otonom Hasat Toplama Hava Aracı

Kaynak: Tevel-tech, 2019.

Bekhti vd., (2017) çalışmalarında, otonom İHA'lar için, bölgesel kablosuz ağların izleme kapasiteleri ile yol planlaması yapmışlardır. Çalışmada amaç, en kısa yol ile hedef noktaya ulaşımı minimize etmektir. Bu amacı gerçekleştirirken İHA'nın konum bilgisi kablosuz ağ kullanılarak izlenmiştir. Sonuç olarak, en iyi çözüm bulunamamış ama izlenmek istenen konum bilgisinin doğruluk oranı azaltılarak uygun bir çözüm bulunmuştur.

Wang vd., (2016) tarafından, birden çok kamyon ve İHA'nın olduğu bir sistemde taşıma sürelerinin en iyilendiği "İHA'lar İle Araç Rotalama Problemi" olarak adlandırılan bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada birçok kötü senaryo incelenmiş, sadece kamyon yerine, hem kamyon hem de İHA'ların kullanıldığı zamandan tasarruflu senaryo önerilmiştir.

3. Yöntem

3.1. Önerilen Optimizasyon Modeli

Bu çalışma kapsamında geliştirilen model, problemin iki alt probleme bölünerek modellenmesinden oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla en az durak sayısı ile bu durakların konumunun bulunması ve duraklardaki elmaların toplama sürelerinin minimize edilmesidir. Ayrıca yapılan simülasyonlar sonucunda durak sayısının üç gibi çok az olmasından dolayı kara taşıtlarına ilişkin bir modellemeye gerek duyulmamıştır.

3.1.1. En az durak sayısı ile bu durakların konumlarının bulunması

Ferrandez vd.,(2016) optimal durak koordinatlarının bulunması için k-ortalamlar yöntemini önermişlerdir. Burada önerilen modelde Ferrandez vd. (2016) çalışmasından faydalanılmıştır. Bu süreç koşullu bir döngü tarafından yönetilmektedir.

En az durak sayısı ile bu durakların konumlarının bulunması işleminde algoritma şu şekilde işlemektedir. Başlangıçta durak sayısı 2 olarak alınmıştır. Elmaların koordinatları kullanılarak k-ortalamlar kümeleme yöntemi kullanılarak elmalar iki kümeye atanarak her bir kümenin merkez noktası elde edilmiştir. Bu merkez noktanın kümedeki en uzak elmaya olan uzaklığı eğer drone'nun toplama alanı(menzili) içerisinde ise döngü sonlandırılmış, aksi durumda ise durak sayısı "1" artırılarak döngü tekrarlanmıştır.

3.1.2. Duraklardaki elmaların toplama sürelerinin minimize edilmesi

Modelde kullanılan indisler Tablo 1'de, parametreler ve tanım kümeleri Tablo 2'de, karar değişkenleri ise Tablo 3'te verilmiştir. Daha sonra kısıtlar ve amaç fonksiyonu açıklanarak optimizasyon modeli kurulmuştur.

Tablo 1. İndisler, Açıklamaları ve Tanım Kümeleri

İndis	Açıklama	Tanım Kümesi
I	Elma indisi	$I = \{1, 2, \dots, i_{\max}\}$ i_{\max} : Sahadaki toplam elma sayısı
J	Durak indisi	$J = \{1, 2, \dots, j_{\max}\}$ j_{\max} : Sahadaki toplam durak sayısı
K	Drone indisi	$K = \{1, 2, \dots, k_{\max}\}$ k_{\max} : Kara taşıtı üzerinde bulunan toplam drone sayısı

Tablo 2. Parametreler ve Açıklamaları

Parametre	Açıklama
A_{ij}	A, her bir elmanın hangi durakta toplanması gerektiğini gösteren bir matristir. Eğer değer "0" ise i. elmanın j. duraktan toplanmayacağını, "1" ise toplanacağını göstermektedir.
U_{ij}	U, her bir elmanın duraklara olan dakika cinsinden uzaklıkları.

Önerilen modele ilişkin karar değişkenleri ve açıklamaları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Karar Değişkenleri ve Açıklamaları

Karar Değişkeni	Açıklama
D_{ijk}	i. elmanın j. durakta k. drone tarafından toplanması durumunda "1", toplanmaması durumunda "0" değerini alan bir değişkendir.
SE_{ijk}	k. dronenun j. Durakta i. elmayı toplamak için harcadığı dakika cinsinden şarj süresini gösteren sürekli türde bir değişkendir.
SD_{jk}	k. dronenun j. durakta elma toplamak ve şarj olmak için harcadığı dakika cinsinden toplam süreyi gösteren sürekli türde bir değişkendir.
SDM_j	Kara taşıtının j. durakta harcadığı dakika cinsinden toplam süreyi gösteren sürekli türde bir değişkendir. Bu süre dronelerin j. durakta toplama ve şarj süresi en fazla olan dronedan elde edilmektedir.

3.1.3. Model Kısıtları

Probleme ilişkin önerilen modeldeki kısıtlar şu şekildedir:

Eşitlik (1)'de verilen kısıt ile her bir elmanın muhakkak herhangi bir durakta, herhangi bir drone tarafından toplanması sağlanmaktadır.

$$\sum_{j=1}^{j_{\max}} \sum_{k=1}^{k_{\max}} D_{ijk} = 1 \quad \forall i \in I \quad (1)$$

Eşitlik (2)'deki kısıt ile her bir durakta dronelerin sadece menzilindeki elmaları toplamaları sağlanmaktadır. Drone, elma toplamaya giderken harcadığı süre kadar şarj süresini tüketmektedir. Dönüşte elmayı taşıması sebebiyle drone, harcadığı sürenin %120'si (30/25) kadar şarj süresi tüketmektedir. Bu nedenle elmanın durağa süre cinsinden uzaklığının 2,2 katı toplam uçuş süresi olan 30 dakikadan az olmalıdır.

$$2,2 * A_{ij} * U_{ij} * D_{ijk} \leq 30 \quad \forall i \in I, j \in J, k \in K \quad (2)$$

Eşitlik (2) ile elde edilen değer, Eşitlik (3) ile model içinde k. drone'nun, j. durakta i. elmayı toplamak için harcadığı dakika cinsinden şarj süresini elde etmesi sağlanmaktadır.

$$2,2 * A_{ij} * U_{ij} * D_{ijk} = SE_{ijk} \quad \forall i \in I, j \in J, k \in K \quad (3)$$

Eşitlik (4) ile k. drone'nun, j. durakta elma toplamak ve şarj olmak için harcadığı dakika cinsinden toplam süre bulunmaktadır.

$$\sum_{i=1}^{i_{max}} 2 * A_{ij} * U_{ij} * D_{ijk} + SE_{ijk} = SD_{jk} \quad \forall j \in J, k \in K \quad (4)$$

Eşitlik (5) ile drone'ların, j. durakta elma toplama ve şarj süresi en fazla olan drone'nun harcadığı dakika cinsinden toplam süre elde edilmektedir.

$$SD_{jk} \leq SDM_j \quad \forall j \in J, k \in K \quad (5)$$

3.1.4. Modelin Amaç Fonksiyonu

Önerilen model için amaç fonksiyonu Eşitlik (6)'daki gibi oluşturulabilir.

$$Z_{min} = \sum_{j=1}^{j_{max}} SDM_j \quad (6)$$

Eşitlik (6)'da verilen amaç fonksiyonu her bir durakta elma toplama ve şarj süresi en fazla olan drone'nun harcadığı dakika cinsinden toplam süreyi minimize etmeye çalışmaktadır.

4. Bulgular

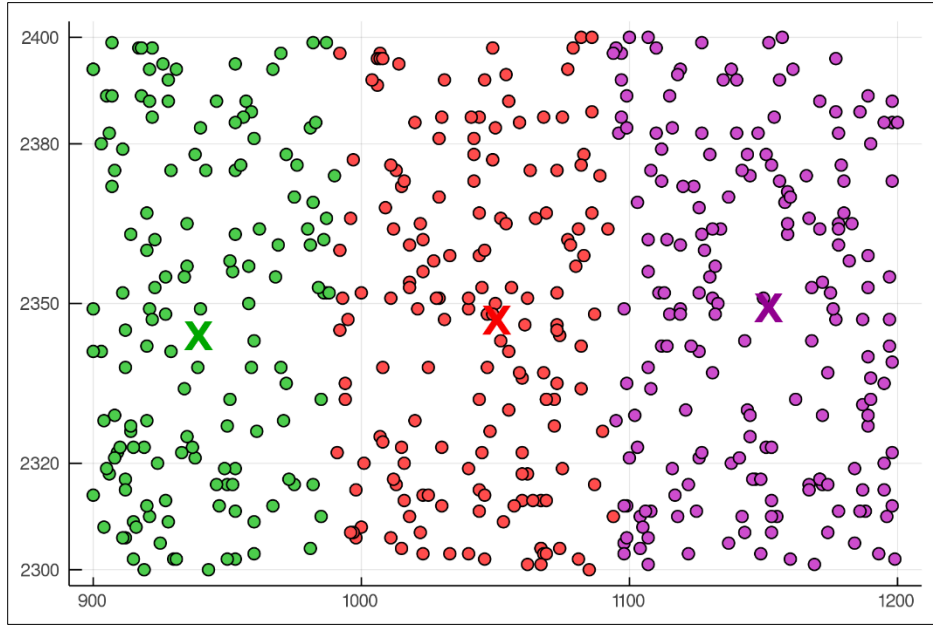
4.1. Uygulama

Bu çalışmada önerilen model, Intel® Core™ i7-2670QM @ 2,2GHz işlemci ve 6 GB RAM donanımına sahip bir bilgisayarda çözümlenmiştir. Çözümleme için elmaların koordinatlarının oluşturulması, kümelenmesi, uzaklıkların hesaplanması ile matematiksel modelin yazılımı için Julia programlama dili (Bezanson vd., 2017), JuMP paketi (Dunning vd., 2017), JuliaStats/Clustering.jl paketi ve JuliaStats/Distances.jl paketi kullanılmıştır. Modelin çözümlenmesi için ise Gurobi Optimizer (Gurobi Optimization, 2018) yazılımından yararlanılmıştır.

Uygulamada k-ortalama kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem eğiticiyiz yani veriler sisteme yüklendikten sonra algoritmanın çeşitli sonuçlar çıkarması olarak bilinmektedir. K-ortalama yöntemi kümelerin merkezlerini kullanarak verileri karakterize eder. Bu merkezler, karesi alınmış hataların toplamının minimize edilmesiyle belirlenir. K-ortalama yönteminde yakınsama garanti edilene kadar iki önemli adım gerçekleştirilir. Bu adımlardan ilki tüm veri noktaları üzerinden geçmek ve onların en yakın merkezleri için bunları yeniden atamak, ikincisi ise kendilerine verilen puan ortalaması olarak merkezlerini yeniden hesaplamaktır (Şengöz ve Özdemir, 2016: 88).

Uygulamada elma sayısı (imax) 500 ve kara taşıtı üzerindeki drone sayısı (kmax) 5 olarak alınmıştır. Elmaların konumlarını elde etmek için “rand” fonksiyonu ve k-ortalama kümeleme yöntemi için JuliaStats/Clustering.jl paketi kullanılmıştır. Uçan Yardımcı Gezgin Satıcı (UYGS)’da dağıtım ya da toplama sırasında kara taşıtının hareket halinde olması uygulamada verimsizliğe yol açmaktadır. Bunun da sebebi durak yerinin belirli sayıdaki elmaları toplamak için optimal noktada olmasıdır. Eğer kara taşıtı hareket ederse elmaları toplama işi optimal süreden daha uzun sürecektir. Optimal durak noktalarını bulmak için k-ortalama kümeleme yönteminden faydalanılmıştır. Bunun sağladığı avantaj ise Şekil 3’te görüleceği üzere kümeleme yöntemiyle elde edilen her bir kümenin merkezinin o kümedeki tüm elmaları toplamak için en ideal konum olmasıdır. Uygulamada hava araçları kendi menzili içerisinde bulunan durağa tahsis edilmekte olup bu koşulu sağlayan en az sayıda durak kullanılmıştır. Tablo 4’te ise belirlenen duraklardaki toplam hasat toplama zamanlarına ilişkin optimal değerler verilmiştir. Elde edilen durakların elmalara olan uzaklıklarının hesaplanması için JuliaStats/Distances.jl paketi kullanılmıştır. Durak sayısı(küme sayısı) ve konumlarının bulunması için yapılan yinelemelerde durak sayısı (jmax) 3 olarak elde edilmiştir. Şekil 3’te

500 elmaya ilişkin kümeleme yapısı ve duraklar sunulmuştur. Şekilde verilen “X” ler durakları temsil etmektedir.



Şekil 3. Küme Yapısı ve Duraklar

Önerilen model uygulama verileri üzerinde denendiğinde elde edilen optimal değerler Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Duraklara İlişkin Optimal Elma Toplama Süreleri

Durak Sayısı(Küme Sayısı)	Optimal Değer (dk)
1. Küme	581,665
2. Küme	490,348
3. Küme	312,884
Genel Toplam	1384,897

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, otonom insansız hava ve kara araçlarının birbirleriyle iletişim halinde tarım arazisinde hedefleri daha önceden belirlenmiş elmaların zaman minimizasyonu ile hasat toplanması amaçlanmıştır. Mevcut çalışılan problemin çok büyük olmasından dolayı süre optimizasyonu yapılması amacıyla ana problem küçük alt problemlere bölünerek çözülmüştür. Kara araçlarının durak yerlerinin belirlenmesi ve bunun çözümlenmesi için k-ortalama

kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Modeldeki karar değişkenleri ve katsayıları azaltmak için her duraktaki tüm elmaların mesafesi yerine sadece mevcut durağa ilişkin kümeye atanmış elmalar yerine konulmuştur. Ayrıca bir seferde tüm durakları optimize etmek yerine, hem aynı sonucu vermesi açısından hem de daha pratik olması sebebiyle, her durağın toplama süresi kendi içerisinde optimize edilmiştir. Hesaplamalar için Julia programlama dili kullanılmıştır. Belirli kriterlere göre elmaların yerlerini gösteren rastgele oluşturulmuş koordinatlar üretilmiştir. Ardından küme sayısı 2 ile başlayarak k-ortalama kümeleme yöntemi kullanılarak merkez noktaları elde edilmiş ve bu noktaların kendi kümesindeki en uzak elmaya olan uzaklığının hava aracının menziline olması koşulu sağlanıncaya kadar iterasyon küme sayısı arttırılarak devam edilmiştir. Çalışmada 500 elma için optimal durak sayısı 3 olarak bulunmuştur. Her bir durakta hava araçlarının elma toplama sürelerini optimize etmek için hazırlanan model Gurobi çözücüsü yardımıyla çözümlenip sonuçlara ulaşılmıştır. Çalışmanın sonucunda kara aracının her bir durakta ortalama bekleme süresi yaklaşık 439 sn olarak elde edilmiştir. Bu çalışma ileride yapılacak çalışmalara örnek teşkil edebilir. Akıllı tarım, tüm bileşenleri ile birlikte uygulanabildiğinde girdilerin optimizasyonu yoluyla, çevre sorunlarına da büyük faydalar sağlayabilecektir. Dünya nüfusunun giderek artması ile ortaya çıkacak olan beslenme ve küresel kaynakların etkili kullanım sorunlarına etkili çözümler üretebilecektir.

Kaynakça

- Bekhti, M., Achir, N., Boussetta, K., Abdennebi, M.,(2017). Drone Package Delivery: A Heuristic Approach for UAVs Path Planning and Tracking, *EAI Endorsed Transactions on Internet of Things*, Volume 3(9), 1-10.
- Bezanson, J., Edelman, A., Karpinski, S. ve Shah, V. B. (2017). Julia: A Fresh Approach to Numerical Computing, *SIAM Review*, 59(1), 65-98.
- Duman, B., ve Özsoy, K., (2019). Endüstri 4.0 Perspektifinde Akıllı Tarım (Smart Agriculture in Industry 4.0 Perspective), *4th International Congress On 3d Printing (Additive Manufacturing) Technologies And Digital Industry*, 11-14 Nisan 2019, Antalya, Türkiye, 540-555.
- Dunning, I., Huchette, J. ve Lubin, M. (2017). JuMP: A Modeling Language for Mathematical Optimization, *SIAM Review*, 59(2), 295–320.

- Eminoğlu, B., Öztürk, R., Acar, A. İ., Kalinkara, V. (2015). Meyve Hasadında Kullanılan Hasat Platformlarının Çalışma Koşullarının İyileştirilmesi Yönünden Değerlendirilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 233-238.
- Ferrandez, S. M., Harbison, T., Weber, T., Sturges, R., & Rich, R. (2016). Optimization of a Truck-Drone in Tandem Delivery Network Using K-Means and Genetic Algorithm, *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(2), 374-388.
- Gurobi Optimization, L. (2018). *Gurobi Optimizer*. <http://www.gurobi.com> adresinden erişildi.
- Murray, Chase C., Chu, Amanda G. (2015). The Flying Sidekick Traveling Salesman Problem: Optimization of Drone-Assisted Parcel Delivery, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 54, 86-109.
- Olivares, Victor, Cordova, Felisa, Sepúlveda, Juan M. & Derpich, Ivan. (2015). Modeling Internal Logistics by Using Drones on the Stage of Assembly of Products, *Procedia Computer Science*. Volume 55, 1240-1249.
- Şengöz, N., ve Özdemir, G. (2016). Temel Bileşenler Analizi ve K-Ortalama Kümeleme Yönteminin Birlikte Kullanımı: Bir Örnek Uygulama, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8 (15), 85-94.
- Tekin, A.B., (2013). Tarım Robotları, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 9 (4): 273-278.
- Tevel-tech (2019). <https://www.tevel-tech.com/> adresinden 23.01.2020 tarihinde alınmıştır.
- Tevel-tech (2019). <https://patentswarm.com/patents/US20190227575A1> adresinden 23.01.2020 tarihinde alınmıştır.
- Topakcı, M. ve Ünal, İ. (2010). Hassas Tarımda Değişken Oranlı Uygulamalar, *Tarımsal Mekanizasyon 26. Ulusal Kongresi*, 22-23 Eylül, Hatay, Türkiye.
- Wang, Xingyin & Poikonen, Stefan & Golden, Bruce. (2016). The Vehicle Routing Problem with Drones: Several Worst-Case Results, *Optimization Letters*. 11(4), 679-697.

Pozitif Çarpık Dağılımın Yığın Ortalaması İçin Mutlak Sapmaya Dayalı Güven Aralıkları

Zeliha TÜRKMEN *

Hamza GAMGAM**

Geliş Tarihi (Received): 10.03.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 04.06.2020

Öz

Yığın ortalaması için Student-t dağılımına dayalı olan klasik güven aralığı yöntemi yaygın olarak kullanılır. Ancak normallik varsayımı gerektiren bu güven aralığı yöntemi, pozitif çarpık yığınlar için iyi sonuçlar vermemektedir. Literatürde, pozitif çarpık dağılımlı yığınların ortalaması için birçok güven aralığı yöntemi çalışılmıştır. Bu çalışmada klasik güven aralığı yönteminde basit düzenlemeler ile AADM-t, MAAD-t ve MADM-t isimli üç güven aralığı yöntemi tanıtılmıştır. Abu-Shawiesh, Banik ve Kibria (2018) tarafından önerilen bu güven aralığı yöntemleri mutlak sapmalara dayanırlar. Bu güven aralığı yöntemlerini klasik güven aralığı yöntemi ile karşılaştırmak için bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Bu simülasyon çalışmasında farklı çarpıklık katsayılı Gamma, Beta ve Lognormal dağılımlarından veri üretilmiştir. Güven aralığı yöntemlerinin karşılaştırılmaları için kapsama olasılığı ve ortalama aralık genişliği kriterleri kullanılmıştır. Bu simülasyon çalışması, Student-t dağılımına dayalı klasik güven aralığı yöntemi ve AADM-t güven aralığı yönteminin nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılıkları verdiklerini göstermiştir. Fakat, MAAD-t ve MADM-t güven aralığı yöntemleri kapsama olasılığı bakımından oldukça kötüdür. AADM-t güven aralığı yönteminin ortalama aralık genişliklerinin Student-t dağılımına dayalı klasik güven aralıklarınıninkilere kıyasla daha dar olması nedeniyle en iyi güven aralığı yöntemi AADM-t bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hipotez Testi, Güven Aralığı, Simülasyon

*Yüksek Lisans öğrencisi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, zeliha.turkmen1@gazi.edu.tr

** Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, gamgam@gazi.edu.tr

Confidence Intervals Based On Absolute Deviation For Population Mean Of A Positively Skewed Distribution

Abstract

The classical confidence interval method, which is based on the Student-t distribution for the mean of the population, is widely used. However, this confidence interval method which requires the assumption of normal distribution, it does not give good results for positive skewed distributions. In this study, three confidence interval methods named the AADM-t, MAAD-t and MADM-t methods which are formed by making simple adjustments in classical confidence interval method of the population mean are introduced. These confidence interval methods proposed by Abu-Shawiesh et al. (2018) are based on absolute deviations. A simulation study was conducted to compare these confidence interval methods with the classical confidence interval method. The data in this simulation study were generated from Gamma, Beta and Lognormal distributions with different skewness coefficients. Coverage probability and average width criteria were used to compare these confidence interval methods. This simulation study showed that the classical confidence interval method based on the Student-t distribution and the AADM-t confidence interval method gave coverage possibilities close to nominal confidence level. But, the coverage possibilities of the MAAD-t and MADM-t confidence interval methods are unsuccessful. Because of the average widths of the AADM-t confidence interval method are narrower than those of the classical confidence intervals based on the Student-t distribution, the best confidence interval method is considered to be the AADM-t.

Keywords: *Hypothesis Testing, Confidence Intervals, Simulation*

Giriş

Literatürde yığın ortalaması için güven aralığını oluşturmak amacıyla birçok çalışma mevcuttur. Bu amaçla Student-t dağılımına dayalı olan güven aralığı yöntemi en çok kullanılan yöntemdir. Normal dağılım varsayımı altında oldukça iyi sonuçlar veren bu güven aralığı yöntemi, özellikle pozitif çarpık dağılımlı yığınlar için iyi sonuçlar vermemektedir. Bu nedenle pozitif çarpık yığınların ortalamaları için güven aralığı oluşturmak amacıyla literatürde birçok çalışma yapılmıştır. Normal dağılım varsayımının sağlanmadığı durumlar için Abu-Shawiesh ve diğerleri (2018) yığın ortalaması için AADM-t, MAAD-t ve MADM-t isimli güven aralığı yöntemlerini önermişlerdir. Bu güven aralığı yöntemleri medyan mutlak sapma istatistiklerine dayanırlar ve Student-t klasik güven aralığı yönteminde basit düzenlemeler ile elde edilirler.

Bu çalışmanın birinci bölümünde pozitif çarpık dağılımın yığın ortalamasına ilişkin güven aralıkları ile ilgili literatür bilgisi verilmiştir. İkinci bölümde Student-t klasik güven aralığı yöntemi ile AADM-t, MAAD-t ve MADM-t güven aralığı yöntemleri kısaca tanıtılmıştır. Üçüncü bölüm bu güven aralığı yöntemlerinin performanslarının karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilen simülasyon çalışmasını ve sonuçlarını içermektedir. Dördüncü bölümde ise bu güven aralığı yöntemlerinin gerçek yaşam verisi üzerinde çalışmasını görmek için Perez-Meloand ve Kibria (2016) tarafından kullanılan gerçek veri ile bir uygulama yapılmıştır. Son bölümde de genel değerlendirmelere yer verilmiştir.

1. Literatür Taraması

Çarpık dağılımların yığın ortalamasının güven aralığı üzerine Johnson (1978), Diccio, Hall ve Romano (1991), Hall (1992) ve Chen (1995) tarafından ilk çalışmalar yapılmıştır. Daha sonra, Wang (2001), Zhou ve Dinh (2005), Kibria (2006), Shi ve Kibria (2007), Baklizi ve Kibria (2009), Banik ve Kibria (2011), Banik ve Kibria (2013), Banik ve Kibria (2014), Banik ve diğerleri (2014) çarpık dağılımlarında yığın ortalaması için güven aralığını çalışmışlardır. Yakın zamanda bir çalışma da Abu-Shawiesh ve diğerleri (2018) tarafından yapılmıştır.

2. Yığın Ortalaması İçin Güven Aralığı Yöntemleri

Bağımsız ve benzer dağılımlı bir rasgele örnek X_1, \dots, X_n olsun ve bilinmeyen ortalaması μ ve varyansı da σ^2 olan pozitif çarpık bir dağılımdan geldiği varsayalım. Yığın ortalaması için güven aralığı yöntemlerinden Student-t dağılımına dayanan güven aralığı yöntemi ile Abu-Shawiesh ve diğerleri (2018) tarafından önerilen klasik güven aralığı yöntemleri aşağıda kısaca verilmiştir.

2.1. Student-t Dağılımına Dayalı Klasik Güven Aralığı

Yığının dağılımı normal iken bu güven aralığı yöntemi oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Yığın varyansı biliniyorken, bu yöntem ile ortalama için güven aralığı, örnek ortalaması \bar{X} , I. tip hata α , örnek hacmi n ve standart normal dağılımda üst $\alpha/2$ 'nci yüzdelik değeri de $Z_{\alpha/2}$ olmak üzere,

$$P\left(\bar{X} - Z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} < \mu < \bar{X} + Z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n}\right) = 1 - \alpha$$

ile bulunur.

Yığın varyansı bilinmiyorsa Student-t güven aralığı yöntemi olarak bilinen μ için güven aralığı aşağıdaki gibi verilir.

$$P\left(\bar{X} - t_{(n-1, \alpha/2)} S/\sqrt{n} < \mu < \bar{X} + t_{(n-1, \alpha/2)} S/\sqrt{n}\right) = 1 - \alpha$$

Burada $t_{(n-1, \alpha/2)}$ (n-1) serbestlik dereceli Student-t dağılımının üst $\alpha/2$ 'nci yüzdelik değeri ve S de örnek standart sapmasıdır.

2.2. Medyan Mutlak Sapmalara Dayalı Güven Aralıkları

Bu bölümde Abu-Shawiesh ve diğerleri (2018) tarafından önerilen medyan mutlak sapma istatistiklerine dayanan üç güven aralığı yöntemi tanıtılmıştır. Bu güven aralığı yöntemlerinde standart hata hesabında aritmetik ortalamaya göre daha sağlam bir tahmin edici olması nedeniyle örnek medyayı kullanılmıştır.

2.2.1. AADM-t güven aralığı.

Bu güven aralığı yöntemlerinin birincisi AADM-t güven aralığı yöntemi olarak isimlendirilmiştir ve Student-t klasik güven aralığı yönteminde basit düzenlemeler ile elde edilmiştir. Örnek medyayı MD ve

$$AADM = \frac{\sqrt{\pi/2}}{n} \sum_{i=1}^n |X_i - MD|$$

olmak üzere, μ için $(1 - \alpha)100\%$ AADM-t güven aralığı

$$P\left(\bar{X} - t_{(n-1, \alpha/2)} AADM/\sqrt{n} < \mu < \bar{X} + t_{(n-1, \alpha/2)} AADM/\sqrt{n}\right) = 1 - \alpha$$

olarak verilmiştir (Abu-Shawiesh ve diğerleri, 2018, s. 2).

2.2.2. MAAD-t güven aralığı.

Bu güven aralığı yöntemlerinden ikincisi MAAD-t güven aralığı yöntemi olarak isimlendirilmiştir ve Student-t klasik güven aralığının başka bir değiştirilmiş biçimidir. Ortalamadan mutlak sapmaların medyanı

$$MAAD = Medyan\{|X_i - \bar{X}|\}, i=1,2,\dots,n$$

olmak üzere, μ için $(1-\alpha)$ 100% MAAD-t güven aralığı,

$$P\left(\bar{X} - t_{(n-1,\alpha/2)} MAAD/\sqrt{n} < \mu < \bar{X} + t_{(n-1,\alpha/2)} MAAD/\sqrt{n}\right) = 1-\alpha$$

olarak verilmiştir (Abu-Shawiesh ve diğerleri, 2018, s. 2).

2.2.3. MADM-t güven aralığı.

Abu-Shawiesh ve diğerleri (2018) tarafından pozitif çarpık yığınların ortalaması için önerilen bir diğer güven aralığı MADM-t güven aralığı yöntemi olarak isimlendirilmiştir. Bu güven aralığı yöntemi, Hampel (1974) tarafından tanıtılan ve

$$MADM = medyan\{|X_i - MD|\}, i = 1, 2, \dots, n$$

olarak tanımlanan örnek medyanından mutlak sapmaların medyanı tahmin edicisini kullanır. Buna göre, μ için $(1-\alpha)$ 100% MADM-t güven aralığı,

$$P\left(\bar{X} - t_{(n-1,\alpha/2)} MADM/\sqrt{n} < \mu < \bar{X} + t_{(n-1,\alpha/2)} MADM/\sqrt{n}\right) = 1-\alpha$$

olarak verilmiştir.

3. Simülasyon Çalışması

Abu-Shawiesh ve diğerleri (2018) tarafından ikinci bölümdeki güven aralıklarının karşılaştırılması için sadece bir dağılıma dayalı olan dar kapsamlı bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Yaptığımız çalışmada bu güven aralıklarının karşılaştırılmasında çok daha geniş kapsamlı bir simülasyon tasarımı kullanılmıştır. Simülasyon çalışması için farklı çarpıklık katsayılı Gamma, Beta ve Lognormal dağılımlarından veri üretilmiştir. Bu veriler üretilirken çarpıklık katsayısı 0,60 olan Gamma (11, 2), çarpıklık katsayısı 0,70 olan Gamma (8, 4), çarpıklık katsayısı 0,60 olan Beta (2, 5), çarpıklık katsayısı 0,70 olan Beta (2, 6), çarpıklık katsayısı 0,60 olan Lognormal (0, 0,20) ve çarpıklık katsayısı 1,75 olan Lognormal (0, 0,50) dağılımları seçilmiştir. Örnek hacimleri de 5(1)15, 20(5)50, 60(10)100 olarak alınmıştır. İterasyon sayısı 2500 ve nominal I. tip hata da 0,05 alınmıştır. Simülasyon çalışmasında güven

aralıklarını karşılaştırırken güven aralığının yığın ortalamasını kapsama olasılığı ve güven aralığının ortalama genişliği kriterleri kullanılmıştır.

3.1. Simülasyon Bulguları

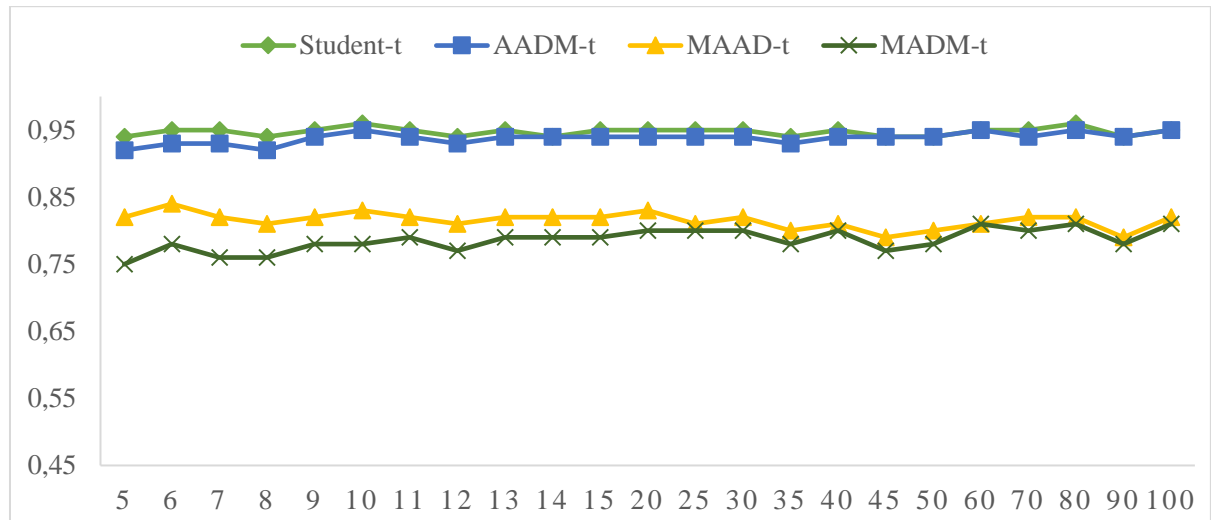
Simülasyon çalışmasında güven aralığı yöntemlerini karşılaştırmak için kullanılan kapsama olasılığı, yığın ortalamasının güven aralığının alt ve üst sınırları arasında olduğu durumların sayısının iterasyon sayısına oranı olarak hesaplanmıştır. Kapsama olasılıklarının testin güven düzeyine yakın olması istenir. Ortalama genişlik ise her iterasyon için güven aralığının alt ve üst sınırları arasındaki farkların toplamlarının iterasyon sayısına oranı olarak hesaplanmıştır. Kapsama olasılığı güven düzeyine yakın birden fazla güven aralığı yöntemi varsa, ortalama genişliği en küçük olan güven aralığı yöntemi yığın ortalaması için en iyi yöntemi verir. Kapsama olasılığı ve ortalama genişliğe ilişkin sonuçlar Tablo 1-6 ve Şekil 1-6' da verilmiştir.

Çarpıklık katsayısı 0,60 olan Gamma dağılımından üretilen veriye dayanan ve Tablo 1 ile Şekil 1' de verilen simülasyon sonuçları, Student-t dağılımına dayalı klasik güven aralığı yöntemi ile AADM-t güven aralığı yönteminin diğer güven aralığı yöntemlerine göre nominal güven düzeyine daha yakın kapsama olasılıklarını verdiklerini göstermiştir. Bu kriter bakımından en kötü sonucu ise MADM-t güven aralığı yöntemi vermiştir. Diğer yandan, MADM-t güven aralığı yönteminin diğer güven aralığı yöntemlerine göre daha küçük ortalama genişlikler verdiği görülmüştür.

Çarpıklık katsayısı 0,70 olan Gamma dağılımı için elde edilen sonuçlar Tablo 2 ve Şekil 2'de görülmektedir. Bu sonuçlardan, küçük örnek hacimleri hariç, Student-t dağılımına dayalı klasik güven aralığı yöntemi ve AADM-t güven aralığı yönteminin kapsama olasılığı bakımından diğerlerine göre daha iyi sonuçlar verdikleri anlaşılmaktadır. Bunun yanında, AADM-t güven aralığı yöntemi için ortalama aralık genişlikleri Student-t dağılımına dayalı güven aralığı yönteminin ortalama aralık genişliklerinden daha dardır. Diğer yandan MAAD-t ve MADM-t güven aralığı yöntemlerinin ortalama aralık genişlikleri diğerlerine göre oldukça dar olsa da bu yöntemler kapsama olasılığı bakımından oldukça kötüdür.

Tablo 1. Çarpıklık katsayısı 0,60 olan Gamma (11, 2) dağılımı için güven aralığı yöntemlerinin tahmin edilen kapsama olasılıkları (CP) ve ortalama aralık genişlikleri (AW)

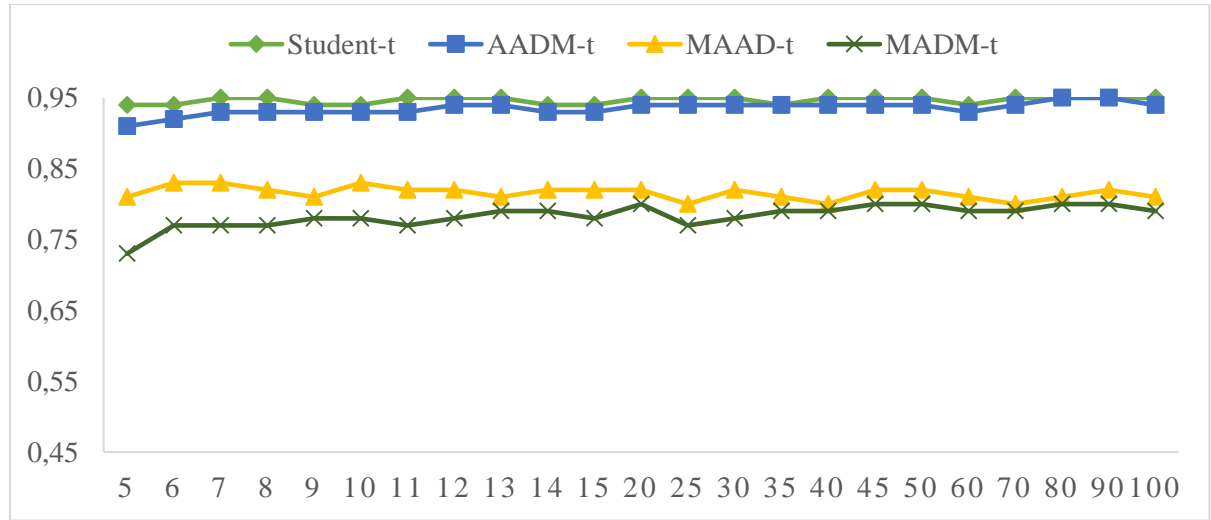
n	Student-t		AADM-t		MAAD-t		MADM-t	
	CP	AW	CP	AW	CP	AW	CP	AW
5	0,94	15,26	0,92	13,43	0,82	10,22	0,75	8,87
6	0,95	13,30	0,93	12,25	0,84	9,10	0,78	7,71
7	0,95	11,65	0,93	10,61	0,82	7,91	0,76	6,97
8	0,94	10,61	0,92	9,94	0,81	7,28	0,76	6,49
9	0,95	9,87	0,94	9,16	0,82	6,62	0,78	6,06
10	0,96	9,24	0,95	8,74	0,83	6,28	0,78	5,74
11	0,95	8,56	0,94	8,08	0,82	5,81	0,79	5,40
12	0,94	8,20	0,93	7,80	0,81	5,55	0,77	5,12
13	0,95	7,81	0,94	7,41	0,82	5,26	0,79	4,93
14	0,94	7,53	0,94	7,21	0,82	5,13	0,79	4,77
15	0,95	7,22	0,94	6,89	0,82	4,88	0,79	4,58
20	0,95	6,14	0,94	5,94	0,83	4,19	0,80	3,96
25	0,95	5,39	0,94	5,22	0,81	3,64	0,80	3,48
30	0,95	4,90	0,94	4,76	0,82	3,30	0,80	3,15
35	0,94	4,44	0,93	4,32	0,80	2,98	0,78	2,88
40	0,95	4,19	0,94	4,09	0,81	2,83	0,80	2,73
45	0,94	3,94	0,94	3,85	0,79	2,65	0,77	2,56
50	0,94	3,73	0,94	3,64	0,80	2,50	0,78	2,41
60	0,95	3,40	0,95	3,33	0,81	2,28	0,81	2,22
70	0,95	3,16	0,94	3,10	0,82	2,12	0,80	2,06
80	0,96	2,95	0,95	2,90	0,82	1,98	0,81	1,93
90	0,94	2,79	0,94	2,74	0,79	1,88	0,78	1,83
100	0,95	2,65	0,95	2,60	0,82	1,78	0,81	1,73



Şekil 1. Çarpıklık katsayısı 0,60 olan Gamma (11, 2) dağılımı için güven aralığı yöntemlerinin tahmin edilen kapsama olasılıkları

Tablo 2. Çarpıklık katsayısı 0,70 olan Gamma (8, 4) dağılımı için güven aralığı yöntemlerinin tahmin edilen kapsama olasılıkları (CP) ve ortalama aralık genişlikleri (AW)

n	Student-t		AADM-t		MAAD-t		MADM-t	
	CP	AW	CP	AW	CP	AW	CP	AW
5	0,94	26,12	0,91	23,02	0,81	17,58	0,73	15,12
6	0,94	22,20	0,92	20,53	0,83	15,35	0,77	13,01
7	0,95	19,97	0,93	18,23	0,83	13,76	0,77	12,06
8	0,95	17,99	0,93	16,83	0,82	12,36	0,77	10,9
9	0,94	16,56	0,93	15,39	0,81	11,24	0,78	10,2
10	0,94	15,45	0,93	14,60	0,83	10,56	0,78	9,59
11	0,95	14,79	0,93	13,85	0,82	9,91	0,77	9,07
12	0,95	14,05	0,94	13,32	0,82	9,55	0,78	8,73
13	0,95	13,32	0,94	12,62	0,81	8,99	0,79	8,38
14	0,94	12,67	0,93	12,11	0,82	8,61	0,79	7,99
15	0,94	12,27	0,93	11,69	0,82	8,32	0,78	7,78
20	0,95	10,41	0,94	10,02	0,82	7,06	0,80	6,64
25	0,95	9,17	0,94	8,84	0,80	6,20	0,77	5,86
30	0,95	8,41	0,94	8,14	0,82	5,67	0,78	5,39
35	0,94	7,59	0,94	7,36	0,81	5,10	0,79	4,86
40	0,95	7,09	0,94	6,90	0,80	4,78	0,79	4,58
45	0,95	6,69	0,94	6,51	0,82	4,50	0,80	4,32
50	0,95	6,38	0,94	6,22	0,82	4,31	0,80	4,13
60	0,94	5,83	0,93	5,68	0,81	3,92	0,79	3,77
70	0,95	5,38	0,94	5,25	0,80	3,60	0,79	3,47
80	0,95	5,05	0,95	4,94	0,81	3,39	0,80	3,28
90	0,95	4,76	0,95	4,65	0,82	3,20	0,80	3,08
100	0,95	4,52	0,94	4,42	0,81	3,04	0,79	2,94



Şekil 2. Çarpıklık katsayısı 0,70 olan Gamma (8, 4) dağılımı için güven aralığı yöntemlerinin tahmin edilen kapsama olasılıkları

Çarpıklık katsayısı 0,60 olan Beta dağılımı için elde edilen sonuçların yer aldığı Tablo 3 ve Şekil 3, Student-t dağılımına dayalı klasik güven aralığı yöntemi ve AADM-t güven aralığı yönteminin kapsama olasılıklarının benzer olduğunu ve nominal güven düzeyine oldukça yakın kapsama olasılıkları verdiklerini göstermektedir. Gamma dağılımında olduğu gibi, MAAD-t ve MADM-t güven aralığı yöntemlerinin kapsama olasılıkları ise nominal güven düzeyinden oldukça uzaktır. Sonuç olarak AADM-t güven aralığı yönteminin ortalama aralık genişliklerinin Student-t güven aralığı yönteminin ortalama aralık genişliklerinden daha küçük olması nedeniyle Beta (2, 5) dağılımı için en iyi yöntem AADM-t güven aralığı yöntemidir.

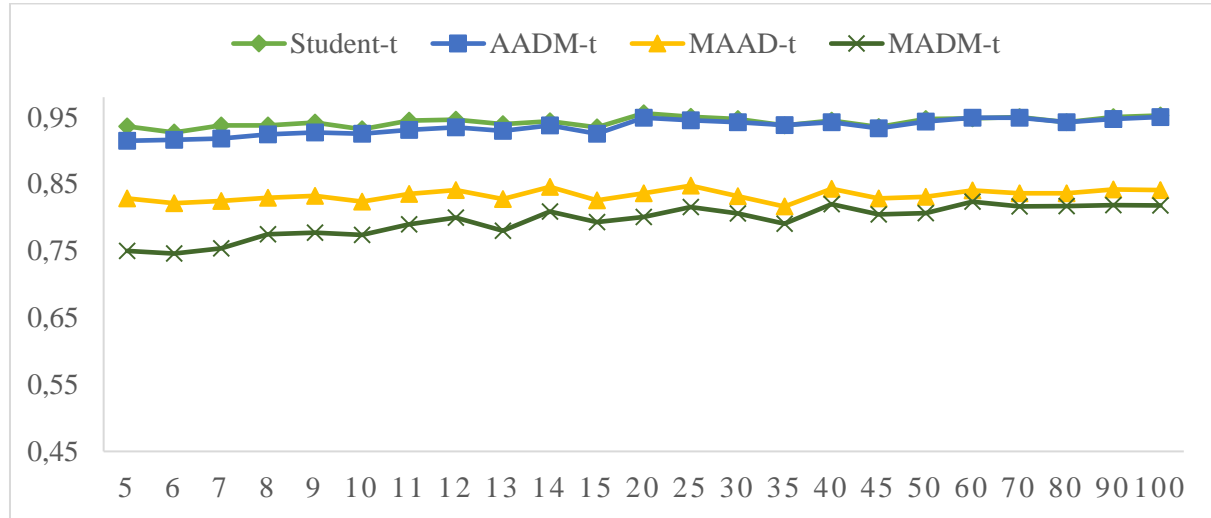
Çarpıklık katsayısı 0,70 olan Beta dağılımı için Tablo 4 ve Şekil 4’te verilen simülasyon sonuçları, Student-t dağılımına dayalı güven aralığı yöntemi ve AADM-t güven aralığı yönteminin kapsama olasılıklarının nominal güven düzeyine yakın olduklarını göstermektedir. Gamma dağılımına ilişkin sonuçlarda olduğu gibi, MADM-t güven aralığı yöntemi Student-t dağılımına dayalı güven aralığı yöntemine göre daha dar ortalama genişlikler vermiştir. Önceki sonuçlarda olduğu gibi MAAD-t ve MADM-t güven aralığı yöntemleri kapsama olasılığı bakımından oldukça kötüdür. Bu nedenle, Beta dağılımı için en iyi yöntem AADM-t güven aralığı yöntemidir.

Çarpıklık katsayısı 0,60 olan Lognormal dağılımından üretilen veriye dayanan ve Tablo 5 ile Şekil 5’ te verilen simülasyon sonuçları, Student-t dağılımına dayalı klasik güven aralığı yöntemi ile AADM-t güven aralığı yönteminin nominal güven düzeyine daha yakın kapsama olasılıklarını verdiklerini göstermiştir. Diğer güven aralığı yöntemleri için kapsama olasılıkları oldukça kötüdür. Bu nedenle ortalama aralık genişlikleri de dikkate alındığında bu dağılım için en iyi yöntem AADM-t yöntemidir.

Çarpıklık katsayısı 1,75 olan Lognormal dağılımı için Tablo 6 ve Şekil 6’da verilen simülasyon sonuçları, kapsama olasılığı bakımından, genel olarak, diğer dağılımlar için elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Diğer yandan, MAAD-t ve MADM-t güven aralığı yöntemleri daha dar ortalama aralık genişliklere sahip olsa da kapsama olasılığı bakımından oldukça kötüdür.

Tablo 3. Çarpıklık katsayısı 0,60 olan Beta (2, 5) dağılımı için güven aralığı yöntemlerinin tahmin edilen kapsama olasılıkları (CP) ve ortalama aralık genişlikleri (AW)

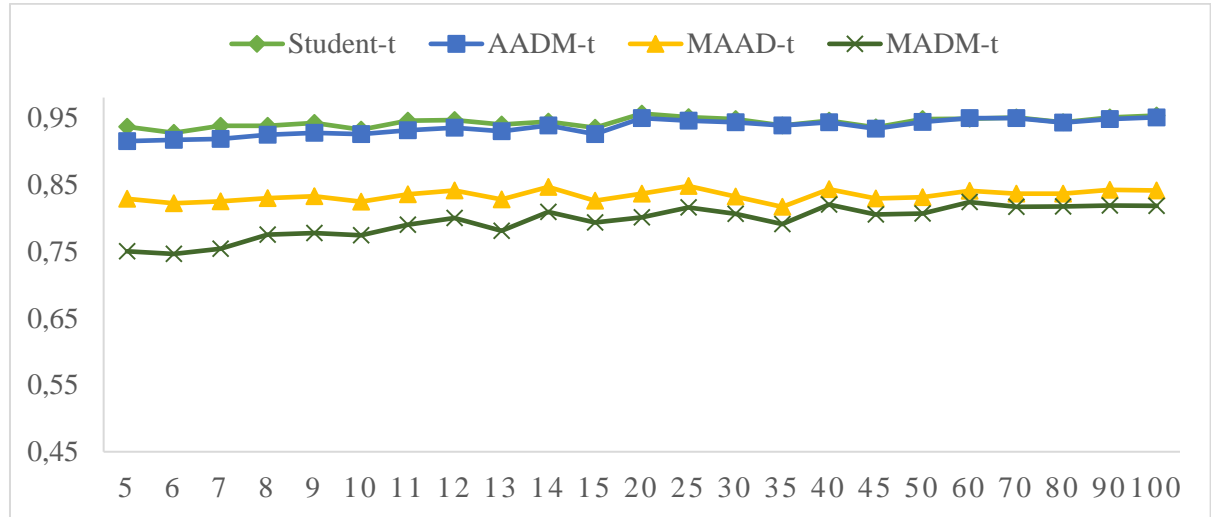
n	Student-t		AADM-t		MAAD-t		MADM-t	
	CP	AW	CP	AW	CP	AW	CP	AW
5	0,9396	0,3743	0,9168	0,3318	0,8348	0,2581	0,7528	0,2189
6	0,9324	0,3157	0,9176	0,2946	0,8320	0,2254	0,7716	0,1907
7	0,9404	0,2828	0,9192	0,2608	0,8184	0,2019	0,7656	0,1763
8	0,9408	0,2585	0,9288	0,2454	0,8452	0,1848	0,7868	0,1615
9	0,9388	0,2394	0,9276	0,2263	0,8320	0,1715	0,7868	0,1550
10	0,9440	0,2208	0,9340	0,2120	0,8252	0,1573	0,7828	0,1415
11	0,9444	0,2101	0,9332	0,2013	0,8340	0,1509	0,7932	0,1378
12	0,9328	0,1982	0,9220	0,1910	0,8152	0,1411	0,7792	0,1289
13	0,9424	0,1899	0,9320	0,1836	0,8360	0,1358	0,8068	0,1247
14	0,9436	0,1800	0,9408	0,1749	0,8408	0,1287	0,8036	0,1185
15	0,9476	0,1734	0,9372	0,1683	0,8308	0,1236	0,7932	0,1139
20	0,9560	0,1474	0,9488	0,1451	0,8324	0,1066	0,8056	0,0996
25	0,9508	0,1307	0,9508	0,1290	0,8420	0,0942	0,8144	0,0890
30	0,9384	0,1186	0,9364	0,1178	0,8268	0,0857	0,8040	0,0814
35	0,9528	0,1073	0,9480	0,1067	0,8436	0,0775	0,8212	0,0737
40	0,9388	0,1005	0,9404	0,1004	0,8460	0,0732	0,8256	0,0694
45	0,9492	0,0949	0,9480	0,0948	0,8500	0,0688	0,8320	0,0657
50	0,9424	0,0898	0,9408	0,0900	0,8276	0,0652	0,8108	0,0622
60	0,9476	0,0823	0,9480	0,0824	0,8452	0,0596	0,8252	0,0568
70	0,9576	0,0762	0,9560	0,0764	0,8404	0,0552	0,8172	0,0527
80	0,9520	0,0714	0,9540	0,0717	0,8492	0,0518	0,8312	0,0496
90	0,9492	0,0673	0,9512	0,0678	0,8576	0,0490	0,8384	0,0470
100	0,9468	0,0637	0,9468	0,0642	0,8428	0,0464	0,8232	0,0445



Şekil 3. Çarpıklık katsayısı 0,60 olan Beta (2, 5) dağılımı için güven aralığı yöntemlerinin tahmin edilen kapsama olasılıkları

Tablo 4. Çarpıklık katsayısı 0,70 olan Beta (2, 6) dağılımı için güven aralığı yöntemlerinin tahmin edilen kapsama olasılıkları (CP) ve ortalama aralık genişlikleri (AW)

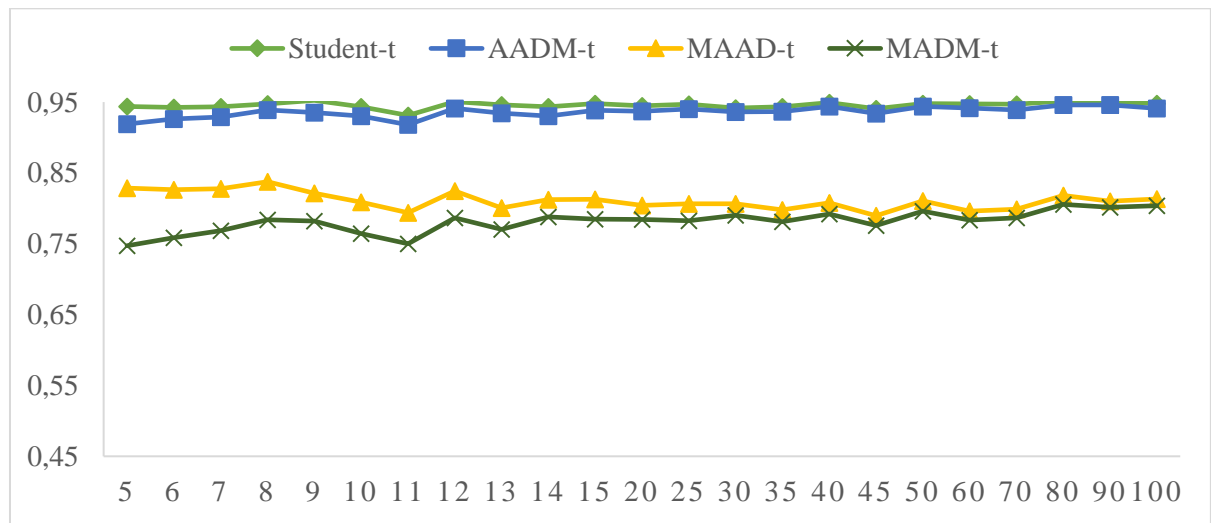
n	Student-t		AADM-t		MAAD-t		MADM-t	
	CP	AW	CP	AW	CP	AW	CP	AW
5	0,9364	0,3346	0,9148	0,2954	0,8284	0,229	0,75	0,1892
6	0,9272	0,2856	0,9164	0,2639	0,8216	0,1993	0,746	0,1664
7	0,9376	0,2576	0,918	0,2359	0,8248	0,1815	0,754	0,1553
8	0,9376	0,2326	0,9244	0,2191	0,8296	0,1651	0,7748	0,1431
9	0,942	0,217	0,9272	0,2045	0,8324	0,1549	0,7772	0,1384
10	0,932	0,1993	0,9252	0,1901	0,824	0,1411	0,774	0,1260
11	0,9452	0,1882	0,9312	0,1791	0,8352	0,134	0,7896	0,1200
12	0,9464	0,1791	0,9348	0,1725	0,8408	0,1281	0,7996	0,1158
13	0,9396	0,1705	0,9296	0,1638	0,8276	0,1228	0,7804	0,1113
14	0,944	0,1633	0,938	0,158	0,846	0,1164	0,8088	0,1069
15	0,9348	0,1572	0,9252	0,152	0,8256	0,1123	0,7932	0,1026
20	0,956	0,1334	0,9492	0,1302	0,836	0,095	0,8008	0,088
25	0,9508	0,1185	0,9456	0,1162	0,8476	0,0848	0,8156	0,0795
30	0,9476	0,1069	0,9428	0,1055	0,832	0,0766	0,806	0,0717
35	0,938	0,0968	0,9384	0,0955	0,8164	0,069	0,7908	0,0649
40	0,9452	0,0905	0,9428	0,0897	0,8428	0,065	0,82	0,0613
45	0,9352	0,0856	0,9336	0,0849	0,8288	0,0616	0,8048	0,0579
50	0,9476	0,0809	0,9436	0,0804	0,8308	0,0583	0,8064	0,055
60	0,9484	0,0742	0,9492	0,074	0,8404	0,0533	0,8236	0,0506
70	0,9504	0,0687	0,9492	0,0684	0,836	0,0493	0,8164	0,0468
80	0,9428	0,0644	0,9424	0,0642	0,836	0,0462	0,8172	0,0439
90	0,95	0,0608	0,9476	0,0606	0,842	0,0436	0,8184	0,0415
100	0,9528	0,0575	0,9504	0,0574	0,8408	0,0414	0,818	0,0393



Şekil 4. Çarpıklık katsayısı 0,70 olan Beta (2, 6) dağılımı için güven aralığı yöntemlerinin tahmin edilen kapsama olasılıkları

Tablo 5. Çarpıklık katsayısı 0,60 olan Lognormal (0, 0,20) dağılımı için güven aralığı yöntemlerinin tahmin edilen kapsama olasılıkları (CP) ve ortalama aralık genişlikleri (AW)

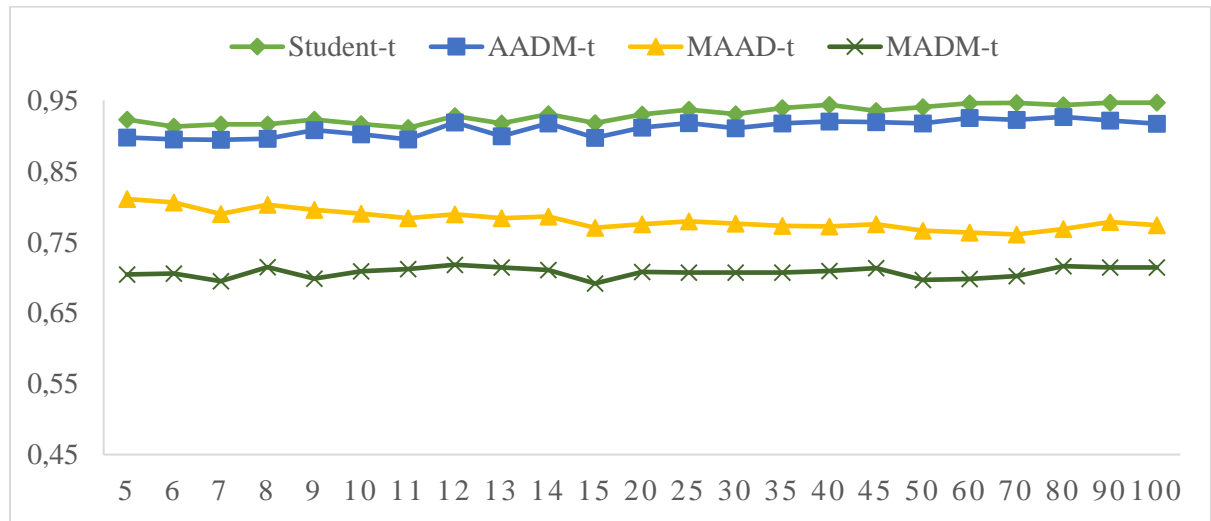
n	Student-t		AADM-t		MAAD-t		MADM-t	
	CP	AW	CP	AW	CP	AW	CP	AW
5	0,944	0,4813	0,9188	0,4248	0,8288	0,3242	0,7472	0,2812
6	0,9424	0,4056	0,9264	0,3726	0,8264	0,2748	0,7584	0,2347
7	0,9436	0,3663	0,9288	0,3342	0,8276	0,2517	0,7684	0,2213
8	0,9476	0,3309	0,9388	0,3098	0,8376	0,2255	0,784	0,2006
9	0,9524	0,3064	0,9352	0,2846	0,8212	0,2055	0,782	0,1885
10	0,9436	0,2859	0,9304	0,2687	0,8088	0,1926	0,7644	0,1753
11	0,9312	0,2703	0,918	0,2532	0,794	0,1804	0,75	0,1665
12	0,9504	0,2557	0,9412	0,2435	0,8244	0,1733	0,7868	0,1601
13	0,946	0,2416	0,9344	0,2282	0,8008	0,1622	0,7704	0,1515
14	0,9436	0,2312	0,9304	0,2215	0,8124	0,1572	0,788	0,1468
15	0,948	0,2227	0,9384	0,212	0,8128	0,1493	0,7848	0,1405
20	0,9448	0,189	0,9372	0,1822	0,8044	0,127	0,7844	0,1206
25	0,9472	0,1688	0,9404	0,1627	0,8064	0,1131	0,7824	0,1077
30	0,9416	0,1517	0,936	0,1471	0,8064	0,1013	0,79	0,0974
35	0,9432	0,138	0,9364	0,134	0,798	0,0922	0,7812	0,0887
40	0,9492	0,1298	0,944	0,1261	0,8076	0,0867	0,792	0,0834
45	0,9408	0,1222	0,934	0,1189	0,7896	0,0814	0,7756	0,0788
50	0,948	0,1154	0,944	0,1125	0,8104	0,0767	0,796	0,0746
60	0,9476	0,1061	0,9416	0,1036	0,796	0,0709	0,7832	0,0689
70	0,9468	0,0982	0,9388	0,0958	0,7988	0,0653	0,7868	0,0635
80	0,9516	0,0917	0,946	0,0897	0,8184	0,0611	0,8056	0,0595
90	0,9504	0,0867	0,946	0,0848	0,81	0,0577	0,8016	0,056
100	0,948	0,0821	0,9412	0,0805	0,8132	0,0547	0,8036	0,0534



Şekil 5. Çarpıklık katsayısı 0,60 olan Lognormal (0, 0,20) dağılımı için güven aralığı yöntemlerinin tahmin edilen kapsama olasılıkları

Tablo 6. Çarpıklık katsayısı 1,75 olan Lognormal (0, 0,50) dağılımı için güven aralığı yöntemlerinin tahmin edilen kapsama olasılıkları (CP) ve ortalama aralık genişlikleri (AW)

n	Student-t		AADM-t		MAAD-t		MADM-t	
	CP	AW	CP	AW	CP	AW	CP	AW
5	0,9228	1,3359	0,8976	1,1398	0,8108	0,8851	0,7044	0,6789
6	0,9132	1,1268	0,8948	1,0024	0,806	0,747	0,7056	0,5804
7	0,9164	1,02	0,8944	0,8905	0,7896	0,6643	0,6948	0,5319
8	0,916	0,9309	0,896	0,8339	0,8028	0,6099	0,7148	0,4922
9	0,9232	0,863	0,908	0,7693	0,7956	0,5648	0,6984	0,4621
10	0,9168	0,8015	0,9024	0,7201	0,79	0,521	0,7088	0,4313
11	0,9112	0,7488	0,8948	0,6729	0,784	0,4857	0,712	0,4077
12	0,928	0,7205	0,9188	0,65	0,7892	0,4668	0,718	0,3936
13	0,9176	0,6913	0,8996	0,6221	0,784	0,4487	0,714	0,3781
14	0,9308	0,6643	0,9176	0,5985	0,786	0,4248	0,7104	0,3571
15	0,918	0,6354	0,8972	0,5715	0,7704	0,4046	0,6916	0,3441
20	0,93	0,5433	0,9116	0,4913	0,7752	0,3455	0,708	0,2973
25	0,9372	0,4845	0,918	0,4363	0,7792	0,3042	0,7072	0,2625
30	0,9308	0,4396	0,9108	0,3967	0,776	0,2755	0,7068	0,2407
35	0,9392	0,3972	0,9176	0,3593	0,7728	0,2497	0,7072	0,2176
40	0,9436	0,3758	0,9204	0,3386	0,772	0,2348	0,7092	0,2028
45	0,9352	0,3525	0,9196	0,3193	0,7752	0,2217	0,7132	0,1936
50	0,9404	0,3351	0,9176	0,3027	0,7664	0,2092	0,6964	0,1821
60	0,946	0,3081	0,9252	0,2777	0,7636	0,1911	0,698	0,1666
70	0,9464	0,285	0,9224	0,2571	0,7608	0,1769	0,702	0,1545
80	0,9432	0,2682	0,9268	0,2422	0,7684	0,1664	0,716	0,1459
90	0,9468	0,2524	0,9216	0,2278	0,7784	0,1567	0,7144	0,1369
100	0,9468	0,2395	0,9172	0,2161	0,774	0,1485	0,714	0,13



Şekil 6. Çarpıklık katsayısı 1,75 olan Lognormal (0, 0,50) dağılımı için güven aralığı yöntemlerinin tahmin edilen kapsama olasılıkları

4. Uygulama

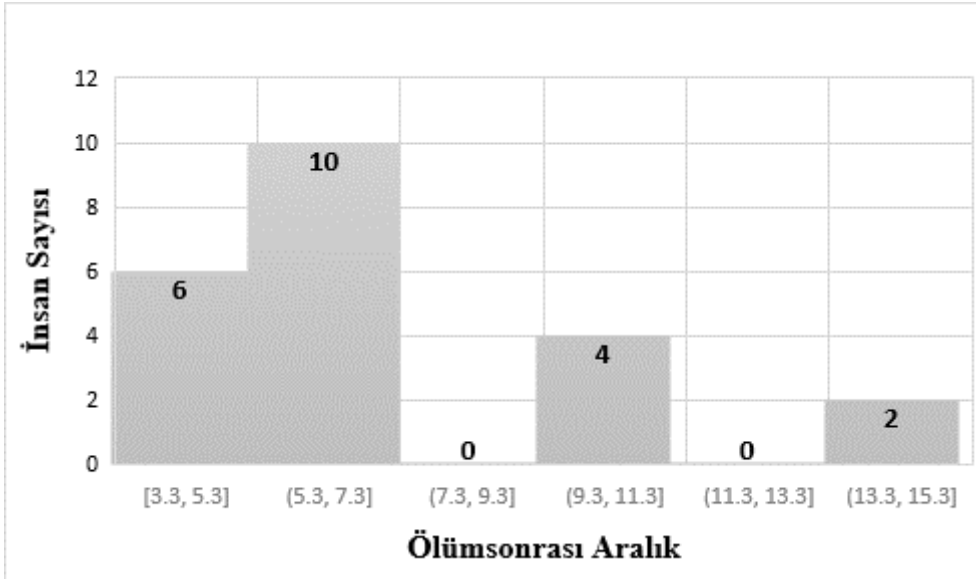
Bu çalışmadaki güven aralığı yöntemlerinin bir gerçek yaşam verisi üzerinde çalışmasını görmek için Perez-Meloand ve Kibria (2016, s. 112) tarafından kullanılan aşağıdaki veri ele alınmıştır.

5.5, 14.5, 6.0, 5.5, 5.3, 5.8, 11.0, 6.1, 7.0, 14.5, 10.4,

4.6, 4.3, 7.2, 10.5, 6.5, 3.3, 7.0, 4.1, 6.2, 10.4, 4.9

Bu verideki ölçüm değerleri ölümsonrası aralık (postmortem interval) değerleridir. Ölümsonrası aralık, ölüm ile otopsi arasında geçen süredir. Bu bilgi, insan kadavraları üzerinde tıbbi araştırma yapılırken oldukça önemlidir. Yukarıdaki veri yakın tarihli bir çalışmada otopside elde edilen 22 insan beyni örneğinin ölüm sonrası aralık değerleridir.

Bu veri için ortalama, standart sapma ve çarpıklık katsayısı, sırasıyla, 7.3, 3.18 ve 1.06'dır. Diğer yandan bu veriye ilişkin Şekil 7'deki histogram grafiği, dağılımın sağa çarpık ve normal olmadığı fikrini vermektedir.



Şekil 7. Ölümsonrası Aralık Değerleri Verisinin Histogramı

Perez-Meloand ve Kibria (2016) bu verinin $\alpha = 5.25$ ve $\beta = 1.39$ parametrelili Gamma dağılımından gelip gelmediğini belirlemek için Kolmogorov-Smirnov uyum iyiliği testini kullanmışlardır. Bu test işleminde Kolmogorov-Smirnov istatistik değeri 0.18 ve bu teste ilişkin p-değeri de 0.41 hesaplanmıştır. Bu sonuç, bu örnek verisinin $\alpha = 5.25$ ve $\beta = 1.39$ parametrelili Gamma dağılımından geldiğini belirtir. Sonuç olarak, bu örnek verisinin çarpıklık katsayısı $2/\sqrt{\alpha} = 0.88$ olan Gamma dağılımından geldiği anlaşılır (Perez-Meloand ve Kibria, 2016, s.

112). Bu veri ile Student-t klasik güven aralığı yöntemi, AADM-t, MAAD-t ve MADM-t güven aralığı yöntemleri için bulunan güven aralıkları ve bu güven aralıklarının genişlikleri Tablo 7’de verilmiştir. Bu hesaplamalarda nominal I. tip hata 0.05 alınmıştır.

Tablo 7. Ölümsonrası Aralık Verisi İçin %95 Güven Aralıkları ve Güven Aralıklarının Genişlikleri

Güven Aralığı Yöntemi	Güven Aralığı	Genişlik
Student-t	(5.89,8.71)	2.82
AADM-t	(6.05,8.55)	2.50
MAAD-t	(6.32,8.27)	1.95
MADM-t	(6.81,7.79)	0.49

Simülasyon çalışmasında kapsama olasılığı bakımından Student-t dağılımına dayalı klasik güven aralığı yöntemi ve AADM-t güven aralığı yönteminin oldukça iyi ve MAAD-t ve MADM-t güven aralığı yöntemlerinin de oldukça kötü oldukları anlaşılmıştı. Ayrıca AADM-t güven aralığı yönteminin, genel olarak, Student-t dağılımına dayalı klasik güven aralığı yöntemine göre daha dar aralık genişliği verdiği saptanmıştı. Yukarıdaki Tablo 7’deki uygulama sonuçları bu bulguları desteklemektedir.

Sonuçlar

Bu çalışma, 0,60 ve 0,70 çarpıklık katsayılı Gamma ve Beta dağılımları ile 0,60 ve 1,75 çarpıklık katsayılı Lognormal dağılımlarının ortalamaları için Student-t dağılımına dayalı klasik güven aralığı yöntemi ve AADM-t güven aralığı yönteminin kapsama olasılıklarının benzer olduğunu ve nominal güven düzeyine oldukça yakın kapsama olasılıklarını verdiğini göstermektedir. Bunun yanında, AADM-t güven aralığı yöntemi için ortalama aralık genişlikleri Student-t dağılımına dayalı güven aralığı yönteminin ortalama aralık genişliklerinden daha dardır. Diğer yandan, MAAD-t ve MADM-t güven aralığı yöntemlerinin kapsama olasılıkları ise nominal güven düzeyinden oldukça uzaktır. Bu nedenle, bu simülasyon tasarımı için AADM-t en iyi güven aralığı yöntemidir. Ayrıca, gerçek yaşam verisi ile yapılan uygulama da simülasyon sonuçlarını desteklemiştir.

Kaynakça

- Abu-Shawiesh, M.O.A., Banik, S. ve Kibria, B.M.G. (2018). Confidence Intervals based on Absolute Deviation for Population Mean of a Positively Skewed Distribution. *International Journal of Computational and Theoretical Statistics*, 5(1), 1-13. DOI: <http://dx.doi.org/10.12785/IJCTS/050101>
- Baklizi, A. ve Kibria, B.M.G. (2009). One and two sample confidence intervals for estimating the mean of skewed populations: an empirical comparative study. *Journal of Applied Statistics*, 36(6), 601-609. DOI: <https://doi.org/10.1080/02664760802474298>
- Banik, S., Albatineh, A., Abu-Shawiesh, M.O.A. ve Kibria, B.M.G. (2014). Estimating the population standard deviation with confidence interval: A simulation study under skewed and symmetric conditions. *International Journal of Statistics in Medical Research*, 3, 356-367.
- Chen, L. (1995). Testing the Mean of Skewed Distribution. *Journal of the American Statistical Association*, 90, 767-772.
- Diciccio, T. (1991). Empirical likelihood is Bartlett-correctable. *The Annals of Statistics*, 19, 1053-1061.
- Hall, P. (1992). On the removal skewness by transformation. *Journal of Royal Statistical Society B*, 54, 221-228.
- Johnson, N.J. (1978). Modified t-test and Confidence Intervals for Asymmetrical Populations. *Journal of the American Statistical Association*, 73, 536-544.
- Kibria, B.M.G. (2006). Modified Confidence Intervals for the Mean of the Asymmetric Distribution. *Pakistan Journal of Statistics*, 22(2), 111-123.
- Kibria, B.M.G. ve Banik, S. (2013). Parametric and nonparametric confidence intervals for estimating the difference of means of two skewed populations. *Journal of Applied Statistics*, 40(12), 2617-2636, DOI: 10.1080/02664763.2013.822478
- Perez-Meloand, S. ve Kibria, B.M.G. (2016). Comparison of Some Confidence Intervals for Estimating the Skewness Parameter of a Distribution. *Thailand Statistician*, 14(1), 93-115.
- Shi, W. ve Kibria, B.M.G. (2007). On some confidence intervals for estimating the mean of a skewed population. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38(3), 412-421. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207390601116086>
- Student (1908). The probable error of a mean. *Biometrika*, 1-25.
- Wang, F.K. (2001). Confidence interval for the mean of non- normal data. *Quality and Reliability Engineering International*, 17, 257-267.
- Zhou, X.H. ve Dinh, P. (2005). Nonparametric confidence intervals for the one- and two-sample problems. *Biostatistic*, 6, 187-200. DOI: <https://doi.org/10.1093/biostatistics/kxi002>