



TÜRKİYE VE DÜNYADA NİCEL KARAR YÖNTEMLERİ

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Aslı ÖZCAN

yaz
yayınları

Türkiye ve Dünyada Nicel Karar Yöntemleri

Editör

Dr.Öğr.Üyesi Aslı ÖZCAN

yaz
yayınları

2025

Türkiye ve Dünyada Nicel Karar Yöntemleri

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Aslı ÖZCAN

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8574-05-0

Aralık 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Veri Zarflama Analizi ile Avrupa Birliği Üye ve Aday Ülkelerinin Sosyoekonomik Göstergeler Açısından Etkinlikleri	1
<i>Aylin ALKAYA</i>	
Bankaların 2024 Yılı Performanslarının Nesnel Analizi: CRITIC-MOORA Yöntemi Uygulaması	24
<i>Y. Murat KIZILKAYA</i>	
An Analysis of Eighth Grade Students' Mathematics Achievements in Turkey Using the Bagging Machine Learning Algorithm	48
<i>Enes FİLİZ</i>	
En Çok Turist Alan Ülkelerin Seyahat ve Turizm Geliştirme Endeksi (TTDI) ile Bazı Turizm İstatistiklerine Göre Bulanık Kümeleme Analizi	69
<i>Şebnem ZORLUTUNA</i>	
G20 Ülkeleri İçin Lojistik Performans Endeksinin ÇKKV Yöntemleri ile Değerlendirilmesi	83
<i>Fulya ZARALI</i>	
BİST-100'de İşlem Gören Sigorta Şirketlerinin Finansal Performansının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi	101
<i>Ceren YAMAN YILMAZ</i>	

**Sağlık ve Sosyal Koruma Değişkenleri ile Beşeri Sermaye
Endeksi Bağıntısı: İBBS-3 Bölgeleri Üzerinde Bütünleşik
Kümeleme ve Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Bir
Değerlendirme120**
Aydın ÖZDEMİR

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE AVRUPA BİRLİĞİ ÜYE VE ADAY ÜLKELERİNİN SOSYO EKONOMİK GÖSTERGELER AÇISINDAN ETKİNLİKLERİ¹

Aylin ALKAYA²

1. GİRİŞ

Sosyoekonomi kavramı ekonomi ve toplumsal değerler arasındaki bağıntıları içeren bir bilim dalı olarak literatürde yerini almıştır. Sosyoekonomi kavramı ekonomi alanında ve ekonomik yapıda oluşan değişimlerin toplumda ortaya çıkardığı etkilerin incelemelerinde bulunmasını içermektedir (Özgür Güler ve Veysikarani, 022: 507). Sosyoekonomik göstergeler, ekonomi politikalarında gelişmişlik seviyelerinin tespitinde önemli bir yere sahip (Erilli, 2014: 33) olup toplumların veya bireylerin sosyal ve ekonomik statülerini değerlendirmek amacıyla kullanılan ölçümlerdir (ScienceDirect, 2024).

Gelişme, sosyal ve ekonomik yönleriyle bir bütündür ve sosyal yönüyle sosyokültürel değişim, ekonomik yönü gelir arttırmayla ilgilidir (Albayrak, 2005: 155). Literatür incelemelerinden ülkelerin gelişmişliğinin yalnızca ekonomi alanındaki göstergelerle gerçekleşmediği aynı zamanda sağlık, eğitim, turizm gibi pek çok kültürel ve sosyal göstergelerin birlikte değerlendirilmesinin yapılmasıyla incelendiği gözlemlenmiştir (Arı ve Hüyüktepe, 2019:17). 1980’li yıllara

¹ IRSYSC 2024 8th International Researchers, Statisticians, and Young Statisticians Congress başlıklı kongrede özet bildiri olarak sunumu yapılmıştır.

² Doç. Dr., Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Nevşehir, ORCID: 0000-0001-5932-5553.

kadar ekonomik büyüme ve refahın belirleyicisinin Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) ve Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) gibi yalnızca gelire bağlı olduğu kabul edilirken yeni güncel teoriler refah üzerinde sadece gelirin etkili olmadığı, gelirin yanında sağlık, eğitim gibi sosyoekonomik değişkenlerin de etkili olduğu belirlenmiştir (Selim vd., 2014: 94). İkinci Dünya Savaşı sonrasında yaşanan gelişmeler kalkınma aşamasında tek başına ekonomik büyümenin yetersiz olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ekonomik büyümenin yanı sıra yaşamın sosyal, çevresel, kültürel ve mekânsal boyutlarının da birlikte değerlendirmeye alınması gerektiği anlaşılmıştır (Özbek, 2021: 14). Sosyoekonomik gelişme, gelir artışının yanı sıra yapısal ve insani gelişmeyi de içermesiyle birlikte tüm sosyal değişkenleri içermektedir. Göstergeler genel çerçevede incelendiğinde istihdam, demografik, sağlık, eğitim, alt yapı ve başka refah göstergelerinin sosyal göstergeler olarak değerlendirildiği görülmektedir (Demiray Erol, 2013: 199)

Sosyoekonomi tanımı üzerine ve hangi değişkenlerle daha iyi temsil edilebileceğine dair literatürde fikir birliği yoktur (Bradley ve Corwyn, 2002; Krieger, Williams ve Moss, 1997; Veland, Midthassel ve Idsoe, 2009: Aktaran: Deniz vd., 2015: 109). Sosyoekonomik düzeyin meslek, eğitim düzeyi ve gelir gibi değişkenlerle belirlendiği çalışmaların yanında sadece ekonomik düzeyin belirleyici olarak ele alındığı çalışmaların olduğu görülmektedir (Deniz vd., 2015: 109).

Sosyoekonomik göstergelere dayalı ülkelerin birbirlerine göre etkinlik kıyaslamaları yapılabilmektedir. Çalışma kapsamında AB üye ülkeleri ile AB aday ülkelerinin sosyoekonomik göstergeler çerçevesinde göreceli etkinliklerinin araştırılması çalışmanın kapsamını oluşturmuştur. Göreceli etkinliklerin belirlenmesinde parametrik olmayan bir yöntem olan VZA yönteminden yararlanılmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde literatür incelemesine yer verilmiş, üçüncü

bölümünde çalışma kapsamında uygulaması yapılacak olan VZA yöntemi anlatılmıştır. Dördüncü bölümde çalışma kapsamında yer verilen sosyoekonomik göstergeler ve bulgular yer almıştır. Sonuç bölümünde bulgular değerlendirilerek önerilerde bulunulmaya çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR

Literatürde sosyoekonomik göstergeler bakımından ülkelerin sınıflamalarının ve etkinliklerinin araştırıldığı çalışmalar yer almaktadır. Ülkelerin etkinliklerinin araştırılmasında başvurulan temel yöntemlerden biri VZA'dır. Çalışma kapsamında sosyoekonomik göstergeler dayalı olarak ülkelerin etkinliklerinin araştırıldığı literatür çalışmalarına yer vermeye çalışılmıştır. Literatür incelemelerinden etkinlik analizlerinde yöntem olarak çoğunlukla VZA'nın kullanıldığı belirlenmektedir.

Tablo 1. Sosyoekonomik göstergeler bakımından ülkelerin etkinliklerinin araştırması literatür çalışmaları

Çalışma	Örneklem-Dönem	Değişkenler	Yöntem
Färe, Grosskopf, Norris ve Zhang (1994)	OECD üye ülkeleri 1979-1988	GSYİH Sermaye stoku İstihdam	Malmquist üretkenlik endeksi
Knox Lovell, Pastor ve Turner (1995)	OECD üye ülkeleri 1970-1990	Karbon emisyonu Azot emisyonu Düşük enflasyon oranı Elverişli ticaret dengesi Düşük işsizlik oranı Kişi başına yüksek düzeyde reel GSYİH	Alternatif VZA modeli
Golany ve Thore (1997a)	72 ülke 1970-1985	GSYİH büyümesi Bebek ölüm oranı Ortaöğretime kayıt Sosyal sigorta ve refah ödemeleri İç yatırımlar Hükümetin ekonomik ve sosyal programlara yaptığı harcamalar	VZA

Golany ve Thore (1997b)	76 fakir, gelişmiş, gelişmekte olan ülkeler 1970-1985	GSYİH'daki büyüme oranı Hayatta kalma oranı 1985'te ortaöğretime kayıt oranı Nominal sosyal güvenlik ve refah ödemeleri Reel yurtiçi yatırımın reel GSYİH'ye oranı Reel hükümet tüketim harcamaları Hükümetin eğitim harcamaları	VZA
Brockett, Golany ve Li (1998)	OECD üye ülkeleri 1979-1988	GSYİH Sermaye stoku İstihdam	VZA
Maudos, Pastor ve Serrano (1999)	OECD üye ülkeleri 1975-1990	GSYİH Toplam emek girdisi İşçi başına düşen toplam sermaye stoku İnsan sermayesi stoku	Malmquist verimlilik endeksi
Arcelus ve Arocena (2000)	OECD üye ülkeleri 1970-1990	İstihdam Reel brüt sermaye stoğu GSYİH Yakıt yanmasından kaynaklanan CO ₂ emisyonu	Parametrik olmayan bir sınır yaklaşımı
Zhoua ve Ang (2008)	OECD üye ülkeleri 1997-2001	Sermaye stoku İşgücü Kömür Petrol Gaz Diğer enerji GSYİH CO ₂ emisyonları	VZA
Adler, Yazhensky ve Tarverdyan (2010)	76 gelişmekte olan ülke 1990-2004	Binyıl Kalkınma Hedefleri kapsamından on değişken GSYİH Doğrudan yabancı yatırım Para transferi girişi Yardım	VZA
Poveda (2011)	Kolombiya 1993-2007	GSYİH İnsani Gelişme Endeksi	VZA
Örkcü ve Dogan (2013)	OECD üye ülkeleri 2010-2011	GSYİH Doğumda beklenen yaşam süresi Eğitim endeksi İşgücü, kadın sağlık harcaması İşsizlik Enflasyon Ölüm oranı, bebek	VZA, Hedef Programlama Veri Zarflama Analizi
Afonso ve Aubyn (2013)	OECD üye ülkeleri 1970-2000	İşçi başına kamusal fiziksel sermaye İşçi başına özel fiziksel sermaye GSYİH İnsan sermayesi	Malmquist verimlilik endeksi

Şengül, Eslemian ve Eren (2013)	Türkiye 2007-2008	Dış ticaret dengesi Gayri safi katma değer Toplam banka kredileri Kişi başı kamu yatırım gerçekleşmeleri Teşvik belgeli yatırımlar Teşvik belgeleri yaratılan istihdam Açılan işyeri sayısı	VZA
Çakmak ve Örkcü (2016)	Türkiye 2013	Yatan Hasta Sayısı Toplam Hekim Ambulans Sayısı Ameliyat Sayısı Sağlık Hizmetlerinden Memnuniyet Oranı Yatak Sayısı Hastane Sayısı Bebek Ölüm Hızı Aile Hekimliği Birimi Sayısı Yoğun Bakım Yatak Sayısı	VZA
Skare ve Rabar (2017)	OECD üye ülkeleri 2002-2011	GSYİH Enflasyon oranı İşsizlik oranı Karbondiyoksit (co2) emisyonu Kamu sağlık harcamaları Ulusal parlamentolarda kadınların sahip olduğu koltuklar Bilimsel ve teknik dergi makaleleri İhracat/ithalat karşılama oranı	VZA
Ünsal ve Nazman (2020)	Türkiye 2012	Kentleşmiş nüfus Tarım sektöründe çalışan kişi sayısı Sanayi sektöründe çalışan kişi sayısı Ticaret sektöründe çalışan kişi sayısı Ücretli çalışan sayısı İşveren sayısı Okuryazar nüfus Hastanelerdeki yatak sayısı GSYİH paylaşılan miktarı GSYİH Banka şubesi sayısı Özel araç sayısı Toplam elektrik tüketim miktarı Bebek ölüm oranı nüfusu Belediye harcamaları Kamu yatırım miktarı	VZA
Stanković, Marjanović ve Stojković (2020)	32 Avrupa ülkesi 2018	İstihdam oranları Ortalama eşdeğer net gelir GSYİH Yoksulluk Sosyal dışlanma riski altındaki kişilerin yüzdesi	VZA

3. YÖNTEM

Veri zarflama analizi (VZA), birden fazla girdi ve çıktıya dayalı karar verme birimlerinin (KVB'lerinin) karşılaştırmalarının yapılmasının zorlaştırdığı durumlarda doğrusal programlama teknikleri kullanılarak KVB'lerinin etkinliğini değerlendirmek için uygulanan parametrik olmayan bir yaklaşımdır (Boussofiane vd., 1991). 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından (Charnes, Cooper ve Rhodes, 1978) birden fazla girdi ve çıktıya sahip bir dizi KVB'nin performansını değerlendirmek ve karşılaştırmak için bir teknik olarak geliştirilmiştir. Yöntemin avantajı, önceden belirlenmiş ağırlık katsayıları gerektirmemesi ve böylece karar vericinin öznelliğini ve etkisini azaltmasıdır (Stanković vd., 2020: 2-3).

KVB terimi, benzer girdileri kullanarak benzer çıktılar üreten bir yapının parçası olarak değerlendirilmektedir (Banker vd., 1989: 125). VZA, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından KVB'lerinin görelî etkinliğini değerlendirmek için bir metodoloji olarak geliştirilmiştir. VZA'da her bir KVB'nin etkinlik değeri hesaplanmaktadır (Golany ve Thore, 1997a: 191). VZA yaklaşımı, aynı girdileri kullanan ve aynı çıktıları oluşturan, karşılıklı olarak karşılaştırılabilir olan KVB'leri adı verilen işletme birimlerinin görelî etkinliklerini ampirik olarak belirlemek için kullanılır (Rabar, 2017: 1772). VZA metodolojisi, farklı KVB'lerinin görelî etkinliklerini hesaplamaya odaklanılan yönetim bilimi çerçevesinde (Charnes, Cooper ve Rhodes 1978, 1981) geliştirilmiştir (Banker, 1996: 139).

Yöneylem araştırması alanında üretim birimleri için etkinlik ölçümünün özel araştırma yapısı, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından yazılan *Measuring the Efficiency of Decision Making Units* (Karar Verme Birimlerinin Etkinliğinin Ölçülmesi) adlı temel makale ile başlamıştır (Førsund ve Sarafoglou, 2002). Bununla birlikte, ekonomide veri zarflama

analizinin fikri kökeni 1950'lerin başına kadar uzanmaktadır. Doğrusal programlama (DP) alanında yaşanan gelişmelerle Koopmans (1951) ve Debreu (1951) çalışmaları ilerlemeleri kaydedilmiştir. Farrell (1957), bir firma örneği için gerçek girdi-çıkıtı verilerini kullanarak bir DP modeli oluşturarak çözümleri örneklemedeki bir bireysel firmanın teknik etkinliğinin sayısal bir ölçüsünü veren öncü çalışması üretken etkinliğin ölçülmesi ile büyük çaplı katkı yapmıştır (Charles ve Kumar, 2012: 2-3).

Farrell (1957) çalışmasının amacı tüm girdileri hesaba katan ancak endeks numarası sorunlarından kaçınan tatmin edici bir üretken etkinlik ölçüsü sağlamak ve bunun pratikte nasıl hesaplanabileceğini göstermek olmuştur (Farrell, 1957: 253). Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) çalışmalarıyla Farrell'in (1957) ilk göreceli etkinlik analizi bir oran formülü olarak oluşturulmuştur ve etkinliği değerlendirmek için eşdeğer doğrusal programlama formülleri sunmuştur (Banker ve Morey, 1986: 1613). VZA için ilk yayın Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) makalesi olmuştur (Charnes ve Cooper, 1985: 59). Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) (1978) CCR etkinlik oran tanımını, tek çıktılı tek girdili klasik mühendislik bilimi oran tanımını, önceden atanmış ağırlıklara ihtiyaç duymadan çoklu çıktı ve girdilere genelleştirmiştir (Banker vd., 1984: 1078). VZA modellerinde hedef belirli bir çıktı düzeyi için girdileri en aza indirmek olduğunda girdi odaklı veya hedef belirli bir girdi düzeyi için çıktıları en üst düzeye çıkarmak olduğunda çıktı odaklı modeller olarak belirlenmiştir (Al-Refaie, Hammad ve Li, 2016; Aktaran: Stanković vd., 2020: 2-3).

VZA yönetim başarılarının göreceli etkinliğinin geriye dönük (öncesini kapsayan) değerlendirmelerini elde etmek için matematiksel programlamayı kullanır. Böylece matematiksel programlama, geçmiş başarıların kontrolü ve değerlendirilmesi için bir araç ve gelecekteki faaliyetlerin planlanmasına yardımcı olmak için araç olarak kullanılmak üzere genişletilmiş olur.

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından VZA yaklaşımının bir parçası olarak tanıtılan CCR oran formu, doğrudan verilerden elde edilen oran formunun optimum değeri aracılığıyla hem teknik hem de ölçek etkin olmamalarını kapsamış olur (Banker vd., 1984: 1078). Seçilebilecek birçok VZA modeli vardır; bu modellerin genel bir değerlendirmesi Charnes vd. (1995) çalışmasında incelenmiştir. Genel olarak en yaygın olarak uygulanan iki temel VZA modeli birbirinden ayrılmaktadır. Bu iki model Charnes, Cooper ve Rhodes (1978)'den adını alan CCR modeli ve Banker, Charnes ve Cooper (1984)'dan adını alan BCC modelidir (Rabar, 2017: 1773).

VZA'da girdiler ve çıktılar her bir KVB için belirlenerek KVB'lerinin göreceli etkinlikleri araştırılır. VZA uygulamasıyla hangi KVB'nin etkin olduğu hangilerinin etkin olmadığı belirlenmesi amaçlanır. KVB'lerinin etkinlik skorları hesaplanır. Etkinlik skoru 0 ile 1 arasında değişmektedir ve etkinlik skoru 1 olan KVB'nin etkin olduğu 1'den küçük etkinlik skoru değerine sahip KVB'nin etkin olmadığı değerlendirme yapılır.

Çalışma kapsamında çıktı yönlü CCR ve çıktı yönlü BCC modeli üzerinden etkinlik değerlendirme yapılmıştır.

Çıktı yönlü Charnes Cooper Rhodes modeli (Çağlar, 2003: 29-30),

$$\min \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}$$
$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1$$
$$, \quad j = 1, \dots, n$$

$$v_j \geq 0 \quad , \quad u_r \geq 0$$

Çıktı yönlü Charnes Cooper Rhodes modeli dönüşüm kullanılarak doğrusal programlama problemine aşağıdaki gibi dönüştürülebilir. Bu dönüşüm sonucu çıktı yönlü Charnes Cooper Rhodes modeli için primal model (zarflama modeli) aşağıdaki gibi belirlenir (Çağlar, 2003: 29-30).

maks ϕ

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - x_{io} \leq 0 \quad ,$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \phi y_{ro} \geq 0 \quad , \quad \lambda_j \geq 0$$

x_{ij} : j. karar verme biriminin kullanıldığı i. girdi miktarı

y_{rj} : j. karar verme birimi tarafından üretilen r. çıktı miktarı

x_{io} : o. karar verme biriminin kullandığı i. girdi miktarı

y_{ro} : o. karar verme birimi tarafından üretilen r. çıktı miktarı

v_j : o. karar verme birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık

u_r : o. karar verme birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık

Çıktı yönlü Charnes Cooper Rhodes modelinin dual modeli (ya da çarpan modeli) (Çağlar, 2003: 34-35).

$$\min \sum_{i=1}^m v_i x_{io}$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$u_r > \varepsilon, \quad v_i > \varepsilon, \quad j = 1, \dots, n$$

ε : Archimedyen olmayan çok küçük bir sayıdır.

Çıktı yönlü Banker Charnes Cooper modeli

Çıktı yönlü Charnes Cooper Rhodes modelinin zarflama modeline konvekslik kısıtının eklenmesiyle elde edilir (Çağlar, 2003: 34-35).

maks ϕ

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - x_{io} \leq 0, \quad$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \phi y_{ro} \geq 0, \quad \lambda_j \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \quad \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

Çıktı yönlü Banker Charnes Cooper modelinin dual modeli (ya da çarpan modeli)

$$\min \sum_{i=1}^m v_i x_{io} - v_o$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - v_o \leq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r > \varepsilon, \quad v_i > \varepsilon, \quad v_o \text{ işareti}$$

belirtilmemiştir.

Çıktı yönlü Banker Charnes Cooper modeli etkinlik skoru (ϕ_{BCC}^*) ile çıktı yönlü Charnes Cooper Rhodes (ϕ_{CCR}^*) modeli etkinlik skoru arasında $\phi_{CCR}^* \geq \phi_{BCC}^*$ bağıntısı vardır. Çıktı yönlü modellerde etkinlik skorları $\phi^* \geq 1$ değerlerini almasına karşın etkinlik yorumlamalarında $1/\phi^*$ alınarak etkinliğin 1 ya da 1'den küçük değer alması yer almaktadır. Böylece etkinlik skoru 1 olan etkin karar verme birimi ve etkinlik skoru 1'den küçük değerli olan etkin olmayan karar verme birimi olarak yorumlanmaktadır (Çağlar, 2003: 35).

4. BULGULAR

Bulgular bölümünde öncelikli olarak VZA'da yer alacak girdi ve çıktı değişkenleri ile değişkenlerin veri kaynağına yer verilmiştir. VZA uygulaması sonucu elde edilen analiz sonuçlarına yer verilmesiyle sonuçlar değerlendirilerek yorumlanmıştır. Çalışma kapsamında VZA'da çıktıyı arttırmak amaçlanmış dolayısıyla da çıktı odaklı model üzerinden KVB'lerinin etkinliği araştırması yapılmasına karar verilmiştir.

4.1. Veri Seti

Araştırmanın girdi ve çıktı değişkenlerinin seçiminde literatür çalışmalarından yararlanılmıştır. Literatür incelemelerinden Örkücü ve Dogan (2013) çalışmasında yer alan değişkenler referans alınmıştır. Araştırmanın çıktı ve girdi değişkenleri ve değişkenlerin veri kaynağı Tablo 2'de sunulmuştur. Değişkenler en güncel 2022-2023 verilerinden oluşmuştur. Kişi başına GSYİH, doğumda beklenen yaşam süresi, eğitim endeksi, kadın işgücüne katılım oranının yüksek olması istenmektedir. Dolayısıyla, çıktı odaklı model üzerinden değerlendirmelerde bulunulması amaçlanmıştır.

Tablo 2. Araştırma girdi ve çıktı değişkenleri

Çıktı Değişkenleri	Veri Kaynağı
Ç1: Kişi başına GSYİH (cari ABD doları)	Dünya Bankası
Ç2: Doğumda beklenen yaşam süresi, toplam (yıl)	Dünya Bankası
Ç3: Eğitim endeksi	Global Data Lab
Ç4: İşgücü, kadın (% toplam işgücü)	Dünya Bankası
Ç5: Kişi başına sağlık harcaması (ABD doları)	Dünya Bankası
Girdi Değişkenleri	
G1: İşsizlik, toplam (% toplam işgücü) (modellenmiş ILO tahmini)	Dünya Bankası
G2: Enflasyon, tüketici fiyatları (yıllık %)	Dünya Bankası
G3: Ölüm oranı, bebek (1.000 canlı doğum başına)	Dünya Bankası

Çalışmada AB üye ve aday ülkeleri KVB'leri olarak belirlenmiştir. Ancak Malta, Bosna-Hersek, Moldova, Ukrayna ve Gürcistan ülkelerine ilişkin bazı girdi ve çıktı değişken bilgileri olmadığı için bu ülkeler KVB'leri olarak analizlerde yer almamıştır.

4.2. VZA Analizi Bulguları

VZA analizi için çıktı odaklı CCR ve çıktı odaklı BCC modeli bulgularının sunulması, değerlendirilmesi ve yorumlanmasına yer verilmiştir.

4.2.1. Etkin ve Etkin Olmayan Ülkelerin Belirlenmesi

Çıktı odaklı CCR ve çıktı odaklı BCC modeli ile etkin olan ülkeler ve etkin olmayan ülkelerin hangileri olduğu belirlenebilmektedir. Etkinlik incelemelerinde etkinlik skoru 1 olan ülkeler etkin ve etkinlik skoru 1'in altında olan ülkeler ise etkin olmayan ülkeler olarak değerlendirmektedir. Tablo 3'te ülkelerin etkinlik skorları yer almaktadır.

Tablo 3'ten çıktı odaklı CCR model çözümlemesine göre Çekya, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Slovenya ve İsveç etkinlik skoru 1 olarak belirlenen, dolayısıyla etkin olan ülkelerdir. Etkin olarak belirlenen ülkelerin tümü de AB üye ülkeleridir. CCR modeline göre etkinlik skoru en düşük olan ülke Türkiye'dir. Türkiye'den

sonra en düşük etkinlik skoruna sahip ülke Kuzey Makedonya olarak belirlenmiştir. Türkiye ve Kuzey Makedonya AB aday ülkeleridir.

Tablo 3'ten çıktı odaklı BCC model çözümlemesi sonucu etkin olarak belirlenen ülkelerin sayısının CCR model çözümlemesine göre etkin olarak belirlenen ülke sayısından daha fazla olduğu görülmektedir. BCC model çözümlemesine göre Portekiz, Fransa, Estonya, İspanya, Çekya, Danimarka, Finlandiya, Almanya, İrlanda, İtalya, Letonya, Hollanda, Litvanya, Lüksemburg, Slovenya, İsveç etkinlik skoru 1 olup etkin olan ülkelerdir. BCC model çözümlemesine göre etkinlik skoru en düşük ülke Kuzey Makedonya olarak belirlenmiştir. Kuzey Makedonya'dan sonra en düşük etkinlik skoruna sahip ülkeler Arnavutluk ve Türkiye'dir. Etkin olmayan ülkeler olarak belirlenen bu üç ülke de AB aday ülkeleridir.

Tablo 3. Çıktı yönlü CCR ve çıktı yönlü BCC modelleri KVB'nin etkinlik skorları ve etkinlik durumu

KVB	CCR Etkinlik Skorları		BCC Etkinlik Skorları	
	Etkinlik Skoru	Etkinlik	Etkinlik Skoru	Etkinlik
Arnavutluk	0,654	ED	0,916	ED
Avusturya	0,811	ED	0,994	ED
Belçika	0,754	ED	0,996	ED
Bulgaristan	0,734	ED	0,958	ED
Hırvatistan	0,639	ED	0,963	ED
GKRY	0,779	ED	0,979	ED
Çekya	1	E	1	E
Danimarka	0,852	ED	1	E
Estonya	1	E	1	E
Finlandiya	1	E	1	E
Fransa	1	E	1	E
Almanya	1	E	1	E
Yunanistan	0,654	ED	0,964	ED
Macaristan	0,791	ED	0,958	ED
İrlanda	1	E	1	E
İtalya	1	E	1	E
Letonya	0,697	ED	1	E
Litvanya	0,695	ED	1	E
Lüksemburg	1	E	1	E
Karadağ	0,95	ED	0,95	ED
Hollanda	0,89	ED	1	E

K. Makedonya	0,446	ED	0,892	ED
Polonya	0,979	ED	0,979	ED
Portekiz	0,832	ED	1	E
Romanya	0,457	ED	0,895	ED
Sırbistan	0,524	ED	0,932	ED
Slovakya	0,556	ED	0,959	ED
Slovenya	1	E	1	E
İspanya	0,745	ED	1	E
İsveç	1	E	1	E
Türkiye	0,317	ED	0,916	ED

E: Etkin KVB, ED: Etkin olmayan KVB, GKRY: Güney Kıbrıs Rum Yönetimi, K. Makedonya: Kuzey Makedonya

Hem çıktı odaklı CCR model hem de çıktı odaklı BCC model çözümlemesinde AB aday ülkeleri olan Türkiye, Karadağ, Sırbistan, Kuzey Makedonya, Arnavutluk etkin olmayan ülkeler grubunda yer almıştır. Etkin olduğu belirlenen ülkelerin tümü de AB üyesi ülkelerdir.

4.2.2.CCR ve BCC modellerine dayalı referans alınan ülkeler

Etkin olmayan ülkelerin etkin olabilmeleri için hangi ülkeleri kendilerine referans alabilecekleri VZA ile belirlenebilmektedir. Tablo 4’de ülkelerin kendilerine referans aldıkları ülkelerin dağılımı bilgisi yer almaktadır.

Tablo 4. CCR ve BCC modellerine dayalı referans alınan ülkeler

KVB	CCR Model Çözüm Sonucu		BCC Model Çözüm Sonucu	
	Referans Alınan Ülke(ler)	Referans Olma Sayıları	Referans Alınan Ülke(ler)	Referans Olma Sayıları
Almanya	Almanya	14	Almanya	6
Arnavutluk	Fransa	0	Fransa, Lüksemburg	0
Avusturya	Çekya, Almanya, Lüksemburg, Slovenya	0	Fransa, İrlanda, Lüksemburg, Hollanda, İsveç	0
Belçika	Almanya, Lüksemburg, Slovenya	0	Finlandiya, Almanya, Hollanda, İsveç	0
Bulgaristan	Almanya	0	Almanya, Portekiz	0
Çekya	Çekya	5	Çekya	0
Danimarka	Çekya, Almanya, Lüksemburg, Slovenya	0	Danimarka	0
Estonya	Estonya	3	Estonya	3
Finlandiya	Finlandiya	3	Finlandiya	5
Fransa	Fransa	4	Fransa	5

Hırvatistan	Almanya, Lüksemburg, Slovenya	0	Estonya, Finlandiya, Almanya, Portekiz	0
Hollanda	Çekya, Almanya, Lüksemburg	0	Hollanda	4
İrlanda	İrlanda	0	İrlanda	1
İspanya	Fransa, Lüksemburg	0	Fransa, Lüksemburg, İsveç	0
İsveç	İsveç	0	İsveç	7
İtalya	Lüksemburg	0	Lüksemburg	0
Karadağ	Estonya, Finlandiya	0	Estonya, Finlandiya	0
GKRY	Fransa, Almanya, Lüksemburg	0	Fransa, Lüksemburg, Hollanda, İsveç	0
K. Makedonya	Lüksemburg	0	Lüksemburg	0
Letonya	Estonya, Finlandiya, Slovenya	0	Letonya	0
Litvanya	Estonya, Slovenya	0	Litvanya	2
Lüksemburg	Lüksemburg	13	Lüksemburg	9
Macaristan	Çekya, Almanya, Slovenya	0	Almanya, Portekiz	0
Polonya	Almanya	0	Almanya	0
Portekiz	Fransa, Almanya, Lüksemburg	0	Portekiz	5
Romanya	Almanya	0	Fransa, Lüksemburg, Hollanda, İsveç	0
Sırbistan	Almanya, Lüksemburg, Slovenya	0	Finlandiya, Litvanya, Portekiz	0
Slovakya	Almanya, Lüksemburg, Slovenya	0	Estonya, Finlandiya, Almanya, Litvanya, Portekiz	0
Slovenya	Slovenya	9	Slovenya	0
Türkiye	Çekya, Almanya	0	Lüksemburg, İsveç	0
Yunanistan	Finlandiya, Lüksemburg	0	Lüksemburg, İsveç	0

Hem CCR hem de BCC model çözümünde Almanya, Estonya, Finlandiya ve Lüksemburg referans alınan ülkeler olarak belirlenmiştir. CCR model çözümünde en çok referans alınan ülke Almanya, ikinci sırada en çok referans alınan ülke Lüksemburg olmuştur. Slovenya üçüncü sırada en çok referans alınan ülke olmuştur ancak BCC model çözümünde Slovenya etkin ülke olarak belirlenmiş olmasına karşın diğer ülkeler tarafından referans alınan bir ülke olmamıştır. BCC modelinde en çok referans alınan ülke Lüksemburg ve ikinci sırada en çok referans alınan ülke İsveç olmuştur. CCR modelinde İsveç, İrlanda ve BCC modelinde Çekya, Danimarka, Letonya, Slovenya etkin ülkeler olarak belirlenmelerine karşın referans alınan ülkeler olmamıştır. AB aday ülkelerinden biri olan Türkiye için CCR model çözümünde Çekya, Almanya referans alınan

ülkeler iken BCC model çözümünde Lüksemburg, İsveç referans alınan ülkeler olmuştur.

4.2.3. Türkiye'nin Referans Alınan Ükelere Dayalı İyileştirme Durumu

AB aday ülkelerinden Türkiye için görelî etkinlik incelemesi yapıldığında CCR model çözümünde etkinlik skoru 0,317 olup en düşük etkinliğe sahip ülke olarak belirlenmiştir. BCC model çözümünde etkinlik skoru 0,916 olup yüksek çıkmakla birlikte tüm ülkeler içinde sondan üçüncü sırada Arnavutluk'la birlikte yer almıştır.

CCR model çözümüne göre Türkiye'nin referans alacağı ülkeler Çekya ve Almanya olarak belirlenmiştir. BCC model çözümüne göre Türkiye'nin referans alacağı ülkeler Lüksemburg ve İsveç'tir. Tablo 5'ten çıktı değişkenleri incelendiğinde Ç1: Kişi başına GSYİH değerinin Türkiye için 12986 ABD doları iken referans ülkelerin daha yüksek GSYİH değeri olduğu belirlenmektedir. Ç2: Doğumda beklenen yaşam süresi Türkiye için 76 yıl iken referans alınan ülkelerin doğumda beklenen yaşam sürelerinin daha uzun süre olduğu belirlenmektedir. Ç3: Eğitim endeksi değerinin yüksek olması istenmektedir. Ç3: Eğitim endeksi Türkiye için 79 iken diğer ülkeler için daha yüksek değerlidir. Ç4: İşgücü, kadın (% toplam işgücü) oranı Türkiye için 0,33 iken referans ülkelerde bu oran daha yüksektir. Ç5: Kişi başına sağlık harcaması (ABD doları) Türkiye için referans alınan diğer ülkelerden oldukça düşük seviyededir.

Tablo 5. Türkiye'nin Referans Alınan Ülkelerle çıktı değişken bilgileri

	KVB	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5
	Türkiye	12986	76	79	33	441
CCR model çözümüne göre Türkiye'nin referans aldığı ülkeler	Çekya	30427	78	89	44	2499
	Almanya	52746	81	96	47	6626
BCC model çözümüne göre Türkiye'nin referans aldığı ülkeler	Lüksemburg	128259	83	83	46	7636
	İsveç	56305	83	92	47	6901

5. SONUÇ

Ülkelerin sosyoekonomik açıdan etkinliklerini arttırması istenilir. AB aday ülkelerinin etkinliklerini arttırması ve etkin ülkeler olarak belirlenebilmeleri amacıyla çıktı değişkenleri olarak belirlenmiş sosyoekonomik performanslarını arttırmaya yönelik faaliyetlerde bulunmaları gereklidir. Çalışma kapsamında AB üye ve aday ülkelerinin sosyoekonomik göstergeler açısından göreceli etkinliklerinin incelenmiştir. Ülkelerin 2022-2023 güncel verilerinden yararlanılarak etkinlik incelemeleri yapılmaya çalışılmıştır. Çıktı değişkenleri olan kişi başına GSYİH, doğumda beklenen yaşam süresi, eğitim endeksi, işgücü kadın oranı, sağlık harcaması verilerinde artış sağlanması amaç olarak belirlemiştir. Bu amaca yönelik olarak da çıktı odaklı CCR ve BCC modelleriyle göreceli etkinlikler belirlenmesi yoluna gidilmiştir.

Çıktı odaklı CCR ve BCC modelleri için Çekya, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Slovenya, İsveç etkin ülkeler olarak belirlenmiştir. Ayrıca BCC modelinde Danimarka, Letonya, Litvanya, Hollanda, Portekiz, İspanya da etkin ülkeler olarak belirlenmiştir. Etkin olan ülkelerin tümü AB üyesi ülkelerdir. Hem çıktı odaklı CCR model hem de çıktı odaklı BCC model çözümlemesinde AB aday ülkeleri statüsündeki ülkeler olan Kuzey Makedonya, Sırbistan, Karadağ, Arnavutluk, Türkiye'nin etkin olmayan ülkeler grubunda yer aldığı belirlenmiştir.

Çıktı odaklı CCR ve BCC model çözümlerinin her ikisinde de Estonya, Almanya, Finlandiya ve Lüksemburg referans alınan ülkeler olarak belirlenmiştir. CCR model çözümünde en çok referans alınan ülke Almanya, ikinci sırada en çok referans alınan ülke Lüksemburg olmuştur. Slovenya üçüncü sırada en çok referans alınan ülke olmuştur. Slovenya, BCC model çözümünde etkin ülke olarak belirlenmiş olmasına karşın diğer ülkeler tarafından referans alınan bir ülke olmamıştır. BCC

modelinde en çok referans alınan ülke Lüksemburg ve ikinci sırada en çok referans alınan ülke İsveç olmuştur. CCR modelinde İsveç, İrlanda ve BCC modelinde Çekya, Danimarka, Letonya, Slovenya etkin ülkeler olarak belirlenmelerine karşın referans alınan ülkeler olmamıştır. CCR modeli ve BCC modelinin her ikisinde de AB aday ülkeleri için referans alınan ülkelerde farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

AB aday ülkelerinin referans olarak belirlenen ülkelerin sosyoekonomi alanında gelişmelerini takip ederek gerçek hayat uygulamasına geçmeyi hedef olarak benimsemesi önemli görülmektedir. Türkiye, görelî etkinlik incelemesinden CCR model çözümünde en düşük etkinliğe sahip ülke olarak ve BCC model çözümünde etkinlik skoru tüm ülkeler içinde sondan üçüncü sırada Arnavutluk'la birlikte yer alıyor şeklinde belirlenmiştir. Türkiye'nin referans alacağı ülkeler incelemesinde CCR modelinde Çekya ve Almanya iken BCC model çözümünde Lüksemburg ve İsveç olmuştur. Türkiye'de sosyoekonomi açısından gelişme kaydedilmesinde kişi başına GSYİH, doğumda beklenen yaşam süresi, eğitim endeksi, kadın işgücü katılım oranı, kişi başına sağlık harcaması sosyoekonomik göstergeleri bakımından başarılı adımlar atılmasında referans ülkelerde yaşanan gelişmeler takip edilebilir.

KAYNAKÇA

- Adler, N., Yazhemsky, E. & Tarverdyan, R. (2010). A framework to measure the relative socio-economic performance of developing countries. *Socio-Economic Planning Sciences* 44, 73–88.
- Afonso, A. & Aubyn, M. S. (2013). Public and private inputs in aggregate production and growth: a cross-country efficiency approach, *Applied Economics*, 45:32, 4487-4502.
- Albayrak, A. S. (2005). Türkiye’de İllerin Sosyoekonomik Gelişmişlik Düzeylerinin Çok Değişkenli İstatistik Yöntemlerle İncelenmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat Ve İşletme Dergisi*, 1(1), 153-177.
- Arcelus, F. J. & Arocena, P. (2000). Convergence and productive efficiency in fourteen OECD countries: A non-parametric frontier approach. *Int. J. Production Economics* 66, 105-117.
- Arı, E., & Hüyüktepe, B. (2019). Sosyo-Ekonomik Göstergeler İçin Çok Değişkenli Veri Analizi: Türkiye İçin Ampirik Bir Uygulama. *Aksaray Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 7-20.
- Banker, R. D., & Morey, R. C. (1986). The Use of Categorical Variables in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 32(12), 1613–1627.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092.
- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., Swarts, J., Thomas, D. (1989). An introduction to data envelopment analysis

- with some of its models and their uses. *Research in Government and Nonprofit Accounting*, 5, 125–163
- Banker, R.D. (1996). Hypothesis tests using data envelopment analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 7, 139–159.
- Boussofiane, A., Dyson, R. G., & Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 52(1), 1-15.
- Brockett, P. L., Golany, B. & Li, S. (1998). Analysis of Intertemporal Efficiency Trends Using Rank Statistics With an Application Evaluating the Macro Economic Performance of OECD Nations. *Journal of Productivity Analysis*, 11, 169–182.
- Çağlar, A. (2003). Veri Zarflama Analizi ile Belediyelerin Etkinlik Ölçümü. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çakmak, E. & Örkücü, H. H. (2016). Türkiye’deki İllerin Etkinliklerinin Sosyo-Ekonomik Temel Göstergelerle Veri Zarflama Analizi Kullanarak İncelenmesi. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (1),30-48.
- Charles, V. & Kumar, M. (2012). Chapter One: An Introduction to Data Envelopment Analysis. In *Data Envelopment Analysis and its Applications to Management*, (Editors: V. Charles and M. Kumar). Cambridge Scholars Publishing, UK
- Charnes, A. & Cooper, W.W. (1985). Preface to topics in data envelopment analysis, *Annals of operations research*, 2, 59–94.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.

- Demiray Erol, E. (2013). Türkiye ve Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerin Sosyo - Ekonomik Gelişmişlik Düzeylerinin Karşılaştırmalı Analizi. Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 5(1), 198-208.
- Deniz, K. Z., Türe, E., Uysal, A., & Kunduroğlu Akar, T. (2015). Sosyo-ekonomik düzey değişkenlerinin kümeleme analizi ile belirlenmesi. Elementary Education Online, 14(1), 108–117.
- Erilli, N. A. (2014). TR72 Bölgesi İlçelerinin Sosyo-Ekonomik Verilere Göre Bulanık Kümeleme Analizi ile Sınıflandırılması, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 10 (2), 33-45.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M. & Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. The American Economic Review, Mar., 84(1), 66-83.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), 120(3), 253–290.
- Førsund, F.R., & Sarafoglou, N. (2002). On the origins of data envelopment analysis. Journal of Productivity Analysis, 17(1-2), 23- 40.
- Golany, B., & Thore, S. (1997a). The economic and social performance of nations. Efficiency and returns to scale. Socio-Economic Planning Sciences, 31(3), 191-204.
- Golany, B. & Thore, S. (1997b). Restricted best practice selection in DEA: An overview with a case study evaluating the socio-economic performance of nations. Annals of Operations Research 73, 117–140.
- Knox Lovell, C.A., Pastor, J. T. & Turner, J. A. (1995). Measuring macroeconomic performance in the OECD: A

- comparison of European and non-European countries. European Journal of Operational Research 87, 507-518.
- Maudos, J. Pastor, J. M. & Serrano, L. (1999). Total factor productivity measurement and human capital in OECD countries. Economics Letters 63, 39-44.
- Örkcü, H. H. & Dogan, M. İ. (2013). OECD Countries Socio-Economic Performances By The Goal Programming Data Envelopment Analysis. Data Envelopment Analysis and Performance Measurement Proceedings of the 11th International Conference of DEA. June 2013, Samsun, Turkey. pp. 293-299.
- Özbek, S. (2021). Kahramanmaraş İli Sosyo-Ekonomik Analizi: Vergi Göstergeleri Boyutuyla Bir İnceleme. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5(2), 13-36.
- Özgür Güler, E. & Veysikarani, D. (2022). Sosyo-ekonomik göstergeler ve PISA skorlarına göre ülkelerin sınıflandırılması: OECD örneği. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 15(3), 506-522.
- Poveda, A. C. (2011). Economic development and growth in Colombia: An empirical analysis with super-efficiency DEA and panel data models. Socio-Economic Planning Sciences 45, 154-164.
- Rabar, D. (2017). An overview of data envelopment analysis application in studies on the socio-economic performance of OECD countries, Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 30:1, 1770-1784.
- ScienceDirect (2024). Socio-Economic Indicators. <https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/socio-economic->

indicators#:~:text=Socio%2Deconomic%20indicators%20are%20measurements,and%20measures%20of%20regional%20prosperity.

- Selim, S., Purtaş, Y., & Uysal, D. (2014). G-20 ülkelerinde eğitim harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 93–102.
- Şengül, Ü., Eslemian, S. & 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(21), 75-99
- Skare, M. & Rabar, D. (2017). Measuring Sources of Economic Growth in OECD Countries. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 28(4), 386–400.
- Stanković, J. J., Marjanović, I. & Stojković, N. (2020). DEA Assessment of Socio-economic Development of European Countries. *Management. Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies*, 1-11.
- Ünsal, M. G. & Nazman, E. (2020). Investigating socio-economic ranking of cities in Turkey using data envelopment analysis (DEA) and linear discriminant analysis (LDA). *Ann Oper Res*, 294, 281–295.
- Zhoua, P. & Ang, B.W. (2008). Linear programming models for measuring economy-wide energy efficiency performance. *Energy Policy* 36, 2911–2916.

BANKALARIN 2024 YILI PERFORMANSLARININ NESNEL ANALİZİ: CRITIC-MOORA YÖNTEMİ UYGULAMASI

Y. Murat KIZILKAYA¹

1. GİRİŞ

Bankacılık sektörü, 1800’lü yılların başlarına dayanan köklü geçmişiyle modern finansal sistemin temel yapı taşlarından biri olarak varlığını sürdürmektedir (Da Rin ve Hellman, 2002). Devletin parasal işlemlerini kayıt altına almak, vergi dışı gelir yaratmak, tasarrufları üretim ve ihracata yönlendirmek gibi pek çok işlevleri olan bankaların kritik görevlerinden biri de kaynakların etkin dağılımını sağlayarak finansal aracılık yapmasıdır (Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2020). Bu yüzden bankaların finansal performanslarının takip edilmesi sektör ve ülke ekonomisi açısından önemlidir. Bankaların sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda, kârlılık düzeylerini yüksek tutmaları ve faaliyetlerini etkin şekilde yönetmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda, bankaların finansal performanslarının kapsamlı biçimde analiz edilmesi yalnızca kurum içi iyileştirme süreçlerine değil, aynı zamanda sektörün genel sağlığına da doğrudan katkı sunmaktadır.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ardahan Üniversitesi, İİBF, İktisat, ORCID: 0000-0002-2527-7554.

Bankacılık, hizmet sektörleri içerisinde en yoğun rekabetin yaşandığı alanlardan biridir. Bu dinamik ve rekabetçi ortamda faaliyet gösteren bankalar için finansal performansın ölçülmesi, pazardaki konumlarını güçlendirmeleri, stratejik avantaj elde etmeleri ve sürdürülebilir büyüme sağlamaları açısından kritik önem taşımaktadır (İç vd., 2020). Etkin ve istikrarlı bir performans sergileyen bankalar, yalnızca kendi finansal yapılarını sağlamlaştırmakla kalmayıp, aynı zamanda makroekonomik büyümeye de katkı sunmaktadır.

Gelişmekte olan ülkeler için bankacılık sektörü finansal sistemlerin bel kemiğidir. Bu yüzden bankaların finansal performanslarının analiz edilmesi stratejik bir önem taşımaktadır. Performans analizleri sayesinde, bankalar güçlü ve zayıf yönlerini tespit ederek, stratejik kararlarını bilimsel verilere dayandırma olanağına kavuşmaktadır.

Bankaların finansal performansı, yalnızca yöneticiler için değil, yatırımcılar açısından da hayati bir göstergedir. Yatırımcılar; altın, döviz, hisse senedi, gayrimenkul gibi birçok yatırım alternatifi arasında tercihlerini, yüksek getiri ve düşük risk ilkesi doğrultusunda yapmaktadır (Singh ve Gautam, 2014). Bu çerçevede, güçlü finansal göstergelere sahip bankalar, yatırımcılar açısından daha cazip hale gelmektedir. Özellikle sermaye piyasalarının rasyonel kararlar temelinde işlediği günümüz koşullarında, yatırımcılar objektif, şeffaf ve bilimsel yöntemlerle elde edilmiş performans verilerine ihtiyaç duymaktadır (Kahraman ve Çalışkan, 2024). Dolayısıyla bu alanda yapılan çalışmalar yalnızca bankaların değil, tüm finansal ekosistemin dikkatle takip ettiği önemli kaynaklardır.

Finansal performansların değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme (ÇKKV) teknikleri son yıllarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu teknikler arasında, sahip olduğu analitik avantajlar nedeniyle MOORA yöntemleri finansal performansların değerlendirmesi amacıyla yapılan çalışmalarda öne çıkmaktadır (Erben Yavuz vd., 2023). MOORA yöntemleri hesaplama kolaylığı yanı sıra güçlü sonuçlar ortaya konması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Yapılan analizlerde sübjektif yöntemlerden ziyade nesnel yöntemlerin tercih edilmesi elde edilen bulguları daha güvenilir hale getirmektedir. Bu yüzden kritikleri ağırlıkları belirlenirken nesnel tekniklere baş vurmak önemlidir. CRITIC yöntemi ile ağırlıklar belirlenirken sübjektif hiçbir ölçüte yer verilmeksizin sadece karar matrisindeki verilerden hareketle, kriterler arasındaki korelasyonu kullanılarak, ağırlıklar belirlenir.

Literatürde, Türkiye’de faaliyet gösteren ve aktif büyüklüğü 1 trilyon Türk lirasını aşan büyük ölçekli bankaların finansal performanslarını karşılaştıran kapsamlı bir çalışmanın eksikliği dikkat çekmektedir. Yine literatürde CRITIC ve MOORA tekniklerinin bir arada kullanıldığı çalışma sayısı son derece sınırlıdır. Bu boşluklardan hareketle, çalışmada söz konusu bankaların finansal performansları nesnel bir ÇKKV yaklaşımıyla analiz edilerek literatüre ve uygulayıcılara katkı sunmak amaçlanmıştır.

CRITIC ve MOORA yöntemleri yöntemlerinin bir arada kullanıldığı çalışma sayısı son derece kısıtlı olmakla birlikte, bankacılık sektörü özelinde bu iki yöntemin birlikte kullanıldığı çalışma yok denecek kadar azdır.

MULTIMOORA yöntemi ile yapılan çalışmada bankaların 2012 – 2018 yılları arasındaki finansal performansları karşılaştırılmış, Ziraat Bankası en yüksek performansa sahip banka iken Türk Ekonomi Bankası en yüksek performansa sahip olan ikinci banka olarak tespit edilmiştir (Kadoğlu Aydın vd., 2023).

Türkiye’de faaliyet gösteren yüksek işlem hacmine sahip bankaların pandemi öncesi ve sonrası dönemlerdeki finansal performansları aralarında MOORA tekniğinin de bulunduğu çeşitli ÇKKV yöntemleri ile araştırılmış ve kamu bankalarının rakiplerine oranla daha yüksek performans ortaya koydukları belirlenmiştir (Avşarlıgil, Doğru, ve Cığer, 2023).

Türkiye’de faaliyet gösteren katılım bankalarının performanslarının MULTIMOORA yöntemi ile analiz edildiği çalışmada Vakıf Katılım’ın en yüksek performansa sahip olduğu tespit edilmiştir (Karavardar ve Çilek 2020).

CRITIC tabanlı MAIRCA yöntemi kullanılarak yapılan çalışmada Türk Eximbank yatırım bankacılığı sektöründe, Vakıfbank mevduat bankacılığında, Vakıf Katılım ise katılım bankacılığında en yüksek performansa sahip bankalar olarak belirlenmiştir (Aydın 2020).

Mevduat bankalarının 2018 – 2019 dönemleri içi finansal performanslarının CRITIC ve MAIRCA yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada en iyi finansal performansa sahip banka Ziraat Bankası, en kötü performansa sahip banka ise Şekerbank olarak tespit edilmiştir (Bektaş, 2020).

Türkiye’deki katılım bankalarının finansal performansları CRITIK tabanlı PROMETHEE yöntemleri ile analiz edildiği çalışmada Ziraat Katılım’ın en yüksek performansa sahip katılım bankası olduğu tespit edilmiştir (Bayram, 2020).

Litvanya’da faaliyet gösteren ticari bankaların finansal istikrarının MULTIMOORA yöntemi ile test edilmesi sonucunda elde bulgular diğer ÇKKV yöntemleri ile elde edilen bulgularla karşılaştırılmış ve sonuçların uyumlu olduğu görülmüştür (Brauers, Ginevičius ve Podviesko, 2014).

CRITIC ve MULTIMOORA yöntemlerinin bir arada kullanıldığı ender çalışmalardan birinde; CRITIC tabanlı MULTIMOORA ve TOPSIS yöntemleri bir arada kullanılarak Borsa İstanbul’da işlem gören 4 büyük futbol kulübünün performansları test edilmiştir. Yapılan çalışmada her iki yönteminden benzer sonuçlar ortaya koyduğu saptanmıştır (Süslü ve Hızlılar, 2023). Türkiye’de büyük şehirlerin ihracat performanslarını analiz etmek amacıyla yapılan çalışmada CRITIC tabanlı MULTIMOORA ve WASPAS yöntemleri kullanılmıştır (Özekenci, 2023). Uzaktan eğitimin kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada CRITIC ve MULTIMOORA teknikleri bir arada kullanılmıştır (Liu vd., 2022). Bir başka çalışmada ise gıda artığı arıtım yöntemi amacıyla CRITIC tabanlı MULTIMOORA yöntemi kullanılmıştır (Rani vd., 2021).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın temel amacı Türkiye’de faaliyet gösteren ve aktif büyüklüğü 1 trilyon Türk lirasından fazla olan bankaların finansal performanslarının belirlenen 6 temel kriter ışığında analiz etmektir. Yöntem olarak CRITIC tabanlı MOORA teknikleri kullanılmıştır. Çalışmada 2024 yılına ait veriler, Türkiye Bankalar Birliği’nin web sitesinden elde edilmiştir. 2024 yılı verilerine göre en büyük aktif büyüklüğe sahip olan banka Ziraat Bankasıdır. Bu bankayı Vakıfbank ve İş Bankası takip etmektedir. Analize dahil edilen bankalar ve aktif büyüklükleri Tablo 1.’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Bankalar ve Aktif Büyüklükleri

Bankanın Adı	Aktif Büyüklüğü (Milyon TL)
Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası A.Ş.	5.384.860
Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O.	4.021.486
Türkiye İş Bankası A.Ş.	3.323.776
Türkiye Halk Bankası A.Ş.	3.008.250
Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	2.607.672
Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	2.380.586
Akbank T.A.Ş.	2.551.597
QNB Bank A.Ş.	1.511.870
Denizbank A.Ş.	1.370.621

Kaynak: <https://www.tbb.org.tr/istatistiki-raporlar/11237>

Finansal tablolardan hareketle bilanço veya gelir tablosunda yer alan değerler birbirlerine oranlanarak pek çok finansal gösterge hesaplamak mümkündür. Burada temel amaç tüm oranları hesaplamak değildir (Dai, 2002). Çünkü bankaların performansları pek çok parametreye bağlıdır, birçok durumda performansları karşılaştırmak için tüm kriterleri bir arada ele almak mümkün değildir (Gavurova vd., 2017). Literatürden

hareketle Tablo 2.'de gösterilen kriterler belirlenmiştir (Gavurova vd. 2017; İç ve Yurdakul 2010; Yavuz, 2025). Bu kriterlerin tamamı maksimum yönlüdür.

Tablo 2. Kullanılan Kriterler (Finansal Göstergeler)

Finansal Gösterge	Formülü	Sembolü
Sermaye Yeterliliği	Öz Kaynaklar / Toplam Aktifler	C1
Aktif Kalitesi	Toplam Krediler / Toplam Mevduat	C2
Likidite	Likit Aktifler / Toplam Aktifler	C3
Karlılık	Ortalama Aktif Karlılığı	C4
Gelir – Gider Yapısı	Toplam Gelirler / Toplam Giderler	C5
Faaliyet Rasyoları	Net Faaliyet Kar-Zarar / Toplam Varlıklar	C6

2.1. Analiz Yöntemi

ÇKKV yöntemlerinde kriterlerin ağırlıkları belirlenirken nesnel veya öznel yöntemlerden biri tercih edilebilmektedir. Çalışmada nesnel yöntemlerden olan Diakoulaki ve arkadaşları tarafından 1995 yılında geliştirilen CRITIC kullanılmıştır (Diakoulaki, Mavrotas, ve Papayannakis, 1995). Performansların sıralanmasında ise 2006 yılında Brauers ve Zavadskas tarafından temelleri atılıp sonrasında çeşitli yöntemlerle geliştirilen MOORA yöntemleri kullanılmıştır (Brauers ve Kazimieras Zavadskas, 2006).

2.1.2. CRITIC Yöntemi

Criteria Importance Through Intercriteria Correlation (CRITIC), 1995 yılında Diakoulaki vd. tarafından geliştirilen nesnel ağırlıklandırma yöntemlerinden biridir (Diakoulaki vd., 1995). Yöntem normalize edilmiş karar matrisindeki değişkenlerin standart sapmaları ile kriterle arasında hesaplanan korelasyona dayanır. Nesnel bir ağırlıklandırma yöntemi olması

nedeniyle son yıllarda yapılan çalışmalarda sıklıkla kullanılan yöntem aşağıda açıklanan adımlardan oluşmaktadır (Akbulut 2020; Çınaroğlu 2021; Diakoulaki vd., 1995).

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisi genelde satırlarda alternatiflerin (m adet), sütunlarda ise kriterlerin gösterildiği (n adet), m*n boyutunda Denklem (1)'de gösterilen başlangıç matrisidir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 1, \dots, m \text{ ve } j = 1, \dots, n \quad (1)$$

Adım 2: Normalize Edilmiş Karar Matrisi

İkinci adımda kriterler doğasına göre (fayda / maliyet) normalize edilirler. Eğer kriter fayda özelliğinde ise Denklem (2)'de gösterilen, maliyet özelliğinde ise Denklem (3)'de gösterilen yöntemle normalizasyon işlemi gerçekleştirilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (3)$$

Denklemde yer alan $x_j^{\max}$ j kriterinin en büyük değerini, $x_j^{\min}$ ise j kriterinin en küçük değerini ifade etmektedir.

Adım 3: Kriterler Arasındaki İlişki Düzeyinin (Korelasyonun) Belirlenmesi

Normalize edilmiş karar matrisinden hareketle j ve k kriterleri arasındaki ilişki Denklem (4) yardımıyla hesaplanır.

$$P_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)(r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}} \quad (4)$$

Denklemden yer alan $\bar{r}_j$ j kriterinin ortalamasını ifade etmektedir.

Adım 4: Kriterlere Ait (C_j) Değerlerinin Hesaplanması

C_j değeri her bir kriter için bilgi miktarını temsil etmektedir. C_j değerleri Denklem (5) yardımıyla hesaplanır.

$$C_j = \sigma_j \sum_k^n (1 - P_{jk}) \quad (5)$$

Denklem (5)'te yer alan σ_j simgesi j kriterine ait standart sapmayı ifade etmekte olup Denklem (6) ile hesaplanmaktadır.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m}} \quad (6)$$

Adım 5: Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

CRITIC yönteminin son aşaması ağırlık değerlerinin (w_j) hesaplanmasıdır. Hesaplama Denklem (7) yardımıyla gerçekleştirilir.

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^n C_k} \quad (7)$$

2.1.3. MOORA Yöntemi

Çok amaçlı optimizasyon yöntemlerinden olan MOORA 2006 yılında Brauers ve Zavadskas tarafından geliştirilmiştir (Brauers ve Kazimieras Zavadskas, 2006). Nicel verilerde kullanılan bu yöntem, hesaplama basitliği ve güvenilirliği ile ön plana çıkmaktadır.

MOORA yönteminin zamanla; MOORA – Oran, MOORA – Referans Noktası, MOORA – Önem Katsayısı, MOORA – Tam Çarpım Formu adında farklı sürümleri geliştirilmiştir. MOORA yöntemlerinin tamamında ilk iki adım Denklem (8)’de verilen karar matrisinin oluşturulması ve Denklem (9)’da verilen bağıntıdan hareketle karar matrisinin normalleştirilmesidir. Diğer yöntemler ise normalize edilmiş matristen hareketle aşağıda belirtilen adımlar kullanılarak oluşturulur (Brauers ve Kazimieras Zavadskas, 2006; Ömürbek ve Eren, 2016; Özbek, 2021).

Adım 1: Karar (başlangıç) matrisinin oluşturulması

Denklem (8) ile $m \times n$ boyutunda başlangıç matrisi oluşturulmuştur. Matriste m alternatif sayısını, n ise kriterler sayısını ifade etmektedir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 1, \dots, m \text{ ve } j = 1, \dots, n \quad (8)$$

Adım 2: Matrisin normalize edilmesi

MOORA yöntemlerinde matris normalize edilirken Denklem (9)’daki bağıntı kullanılır.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (9)$$

Her x_{ij}^* , değeri, i alternatifinin j . Amaçtaki normalleştirilmiş halini ifade eder, bu değer ölçme biriminden arındırılmış ve 0 ile 1 arasındadır.

2.1.3.1. MOORA – Oran Yöntemi

Adım 3: Normalize edilmiş olan matriste Denklem (10) yardımıyla, maksimum yönlü performans değerleri toplanıp, minimum yönlü performans değerleri çıkarılarak optimizasyon yapılır.

$$y_j^* = \sum_{j=1}^g x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}^* \quad (10)$$

Denklem (10)'da yer alan y_j^* j alternatifinin toplam sıralama indeksini ifade eder ve j seçeneğinin tüm kriterlere göre normalize edilmiş değerini gösterir. Formülde yer alan g maksimize edilecek kriter sayısını, n-g ise minimize edilecek kriter sayısını verir. y_j^* değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanır ve en iyi alternatif y_j^* 'nin büyük olduğu durumda, en kötü alternatifse küçük olduğu durumda belirlenir.

2.1.3.2. MOORA – Referans Noktası

Normalize edilmiş olan matristen hareketle alternatiflerin her bir kritere göre maksimizasyon durumunda en büyük, minimizasyon durumunda ise en küçük olan değer referans (r_i) değeri olarak alınır. Denklem (11) yardımıyla seçeneklerin her bir kritere göre referans noktasından olan sapmaları hesaplanır.

$$d_{ij} = |r_j - x_{ij}^*| \quad (11)$$

Karar seçenekleri Denklem (12) yardımıyla sıralanır. Tüm seçenekler için en yüksek (P_i) değeri belirlenir. Seçenekler büyükten küçüğe doğru sıralanır ve ilk sıradaki seçenek en iyi seçenek olarak belirlenir.

$$P_i = \min_i(\max_j d_{ij}) \quad (12)$$

2.1.3.3. MOORA – Önem Katsayısı

Kriterlerin tamamı her zaman eşit öneme sahip olmayabilir. Kimi zaman bazı kriterler diğerlerine göre daha önemli, bazı kriterlerse daha az önemli olabilir. Bu durumda w_i kriterlerin önem derecelerini göstermek üzere; Denklem (13) yardımıyla normalleştirilmiş olan matris değerlerinden hareketle seçeneklerin performansları hesaplanır.

$$y_j^* = \sum_{j=1}^g w_j x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n w_j x_{ij}^* \quad (13)$$

y_i^* değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanır, birinci sıradaki alternatif en uygun seçenek olarak belirlenir.

2.1.3.4. MOORA – Tam Çarpım

Her bir seçenek için maksimum amaçlı veriler çarpılıp minimum yönlü verilerin çarpımına bölünerek Denklem (14) yardımıyla hesaplama yapılır. Denklem (14) yer alan A_i Denklem (15) de gösterilen çarpma işlemi işle, B_i ise Denklem (16) te gösterilen işlemle hesaplanır.

$$U_i = \frac{A_i}{B_i} \quad (14)$$

$$A_i = \prod_{g=1}^j x_{gj} \quad ; \quad (15)$$

Formülde yer alan; $i=1, \dots, m$; m seçeneklerin sayısı, j maksimum yönlü kriterlerin sayısı.

$$B_i = \prod_{k=j+1}^n x_{kj} \quad (16)$$

Denklem (14) ve (15)’ten hareketle; (n-j) minimum yönlü kriterlerin sayısını ifade etmektedir.

2.1.3.5. MULTI – MOORA Sıralaması

Başlı başına bir yöntem olmayıp, MOORA yaklaşımlarının “Sıra Baskınlık Teorisi” kapsamında değerlendirilmesiyle ortaya çıkan sıralama sistemidir. Yöntemin temel amacı öncelikli seçenekleri sıralayarak karar vericiye yardımcı olabilmektir.

3. UYGULAMA VE BULGULAR

Finansal performanslar belirlenirken 1 trilyon Türk Lirasından daha yüksek aktif büyüklüğe sahip olan bankaların Tablo 2’de gösterilen, 2024 yılına ait finansal göstergeleri kullanılmıştır. Satırlarda bankalar sütunlarda kriterler olmak üzere karar matrisi oluşturulmuş ve Tablo 3.’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Karar Matrisi

Bankalar/Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Akbank	9,6	82,4	19,6	2	119,8	1,6
QNB	7,9	103,5	17,8	2,9	127,3	2,5
Garanti	12,7	85,8	18,4	4,1	141	3,8
İş Bankası	9,6	77,9	20,5	1,6	112,4	0,8
Halk Bankası	5,1	61,4	21,6	0,6	106,9	0,3
Vakıfbank	5,5	80,6	24,1	1,2	120,5	1,4
Denizbank	11	69,6	22,7	3,8	125,8	2,6
Ziraat Bankası	8,8	76,2	17,8	2,2	106,9	2,2
Yapı Kredi	8,1	98,2	17,3	1,4	119	0,8

<https://www.tbb.org.tr/istatistiki-raporlar/2024-yillik-secilmis-rasyolar>,

Erişim tarihi; 15.10.2025

Karar matrisinin normalize edilmesi için alternatif yöntemler mevcuttur. Bölüm 2.1.2.'deki aşamalar takip edilerek önce matris normalize edilmiş daha sonra kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Ağırlık değerleri Tablo 4.'de gösterilmiştir.

Tablo 4. CRITIK Yöntemine Göre Kriterlerin Ağırlıkları

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ağırlıkları	0,2312	0,1556	0,2161	0,1451	0,1215	0,1304

Kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra bankaları finansal performanslarına göre sıralayabilmek için MOORA yöntemleri sırasıyla uygulanmıştır. Bu aşamada önce karar matrisi Denklem (9) yardımıyla normalize edilmiştir. Normalize edilen matris Tablo 5.'te gösterilmiştir.

Tablo 5. MOORA Yöntemleri için Normalize Edilmiş Matris

Bankalar / Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Akbank	0,441115	0,409069	0,467316	0,344316	0,431077	0,323051
QNB	0,363001	0,513818	0,424399	0,499258	0,458065	0,504767
Garanti	0,583558	0,425948	0,438705	0,705848	0,507361	0,767246
İş Bankası	0,441115	0,386729	0,488775	0,275453	0,40445	0,161526
Halk Bankası	0,234342	0,304816	0,515001	0,103295	0,384659	0,060572
Vakıfbank	0,252722	0,400133	0,574608	0,20659	0,433596	0,28267
Denizbank	0,505444	0,345524	0,541228	0,654201	0,452667	0,524958
Ziraat Bankası	0,404355	0,378289	0,424399	0,378748	0,384659	0,444195
Yapı Kredi	0,372191	0,487507	0,412478	0,241021	0,428199	0,161526

Bölüm 2.1.3.1.'de yer alan hesaplamalarla MOORA – Oran Yöntemine göre bankaların finansal performans sıralaması yapılmış. Yapılan hesaplama göre en iyi finansal performansı Denizbank gösterirken onu sırasıyla en kötü finansal performansı Halk Bankası göstermiştir. Sonuçlar Tablo 6.'da verilmiştir.

Tablo 6. MOORA – Oran Yaklaşımına Göre Bankaların Sıralanması

Bankalar	Yi	Sıralama
Akbank	0,9077	4
QNB	0,8376	6
Garanti	0,8795	5
İş Bankası	1,0261	2
Halk Bankası	0,7122	9
Vakıfbank	0,7178	8
Denizbank	1,0688	1
Ziraat Bankası	0,7569	7
Yapı Kredi	0,9235	3

MOORA – Referans Noktası yaklaşımına göre en iyi performans Garanti Bankası'na, en kötü performans ise Halkbank'a aittir. Sonuçlar Tablo 7.'de verilmiştir.

Tablo 7. MOORA – Referans Noktası Yaklaşımı Sonuçları

Bankalar	Pi	Sıralama
Akbank	0,4442	5
QNB	0,2625	3
Garanti	0,1359	1
İş Bankası	0,6057	7
Halk Bankası	0,7067	9
Vakıfbank	0,4993	6
Denizbank	0,2423	2
Ziraat Bankası	0,3271	4
Yapı Kredi	0,6057	7

MOORA – Önem Katsayısı yaklaşımıyla elde edilen sonuçlar büyük ölçüde MOORA – Oran Noktası sonuçlarıyla örtüşmektedir. En iyi finansal performansı gösteren banka Denizbank iken, en kötü finansal performans Halk Bankasına aittir. Sonuçlar Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. MOORA – Önem Katsayısı Yaklaşımına Göre Bankaların Sıralaması

Bankalar	Yi	Sıralama
Akbank	0,2221	4
QNB	0,2066	6
Garanti	0,2367	3
İş Bankası	0,2376	2
Halk Bankası	0,1733	9
Vakıfbank	0,1853	8
Denizbank	0,2591	1
Ziraat Bankası	0,1944	7
Yapı Kredi	0,2130	5

MOORA – Tam Çarpım yaklaşımı sonucuna göre ise en iyi finansal performans İş Bankasına, en kötü finansal performans ise Vakıfbank’a aittir.

Tablo 9. MOORA – Tam Çarpım Yaklaşımına Göre Bankaların Sıralaması

Bankalar	Ai	Bi	Ui	Sıralama
Akbank	31008,7680	191,6800	161,7736	4
QNB	42207,0930	318,2500	132,6224	6
Garanti	82203,9504	535,8000	153,4228	5
İş Bankası	24529,1520	89,9200	272,7886	1
Halk Bankası	4058,2944	32,0700	126,5449	7
Vakıfbank	12820,2360	168,7000	75,9943	9
Denizbank	66040,6560	327,0800	201,9098	3
Ziraat Bankası	26259,1296	235,1800	111,6555	8
Yapı Kredi	19265,0724	95,2000	202,3642	2

MOORA yöntemleri ile elde edilen sonuçların baskınlık teorisinden hareketle bir bütün halinde ifade edilmiş hali olan MULTIMOORA’ya göre sonuçlar incelenmiştir. MULTIMOORA yöntemine göre Denizbank diğer bankalara göre baskın durumdadır, 2024 yılı verilerine göre finansal performansı en iyi olan bankadır. Denizbank’ı sırasıyla İş

Bankası ve Garanti Bankası takip etmektedir. Kamu bankaları arasında en iyi finansal performansa sahip olan banka Ziraat Bankasıdır, ancak genel sıralamada Ziraat Bankası 7. sırada yer almaktadır. En kötü finansal performansa sahip olan banka ise Halk Bankasıdır.

Tablo 10. MULTIMOORA’ya Göre Bankaların Sıralaması

Bankalar	Oran	Önem	Referans	Tam Çarpım	MULTI MOORA
Akbank	4	4	5	4	4
QNB	6	6	3	6	6
Garanti	5	3	1	5	3
İş Bankası	2	2	7	1	2
Halk Bankası	9	9	9	7	9
Vakıfbank	8	8	6	9	8
Denizbank	1	1	2	3	1
Ziraat Bankası	7	7	4	8	7
Yapı Kredi	3	5	7	2	5

Analiz sonucunda dikkat çeken bir başka unsur ise MOORA – Oran, MOORA – Önem ve MOORA Tam Çarpım yaklaşımları hemen hemen aynı sonuçları verirken MOORA – Referans Noktası yaklaşımı verdiği sonuçlarla diğer yöntemlerden ayrılmasıdır. Bu durumun temel nedeni kullanılan hesaplama yöntemindeki farklılıktır. Referans noktası hesaplanırken sınır değerlerinin kullanılıyor olması bu yöntemi aykırı değerlere karşı da daha hassas yapmaktadır.

4. SONUÇ

Finansal performansların değerlendirilmesi tüm kurumlar için önemlidir. Ancak finans sektörünün en önemli kurumlarından olan bankalar için finansal performansların değerlendirilmesi sadece kurum içi stratejik yönetim açısından değil, aynı zamanda yatırımcıların karar alma süreçleri ve genel

ekonomik istikrar açısından da kritik bir öneme sahiptir. Özellikle bankacılık sektörünün yüksek risk ve rekabet barındıran yapısı göz önüne alındığında, finansal göstergelere dayalı performans analizleri, bankaların mevcut pozisyonlarını değerlendirmeleri ve stratejik hamlelerini buna göre şekillendirmeleri açısından vazgeçilmez bir araç konumundadır. Bankalar hem kendi hem de rakiplerinin finansal performanslarına bakarak yönetim sürecinde gerekli adımları atıp finansal performanslarını güçlendirmeye çalışırlar. Ayrıca rakiplerinin pozisyonlarını da bu sayede net bir şekilde analiz ederek karar mekanizmalarında kullanabilirler.

Bankaların finansal performansları sadece onlar için değil, yatırımcıları için de son derece önemlidir. Bireysel ve kurumsal yatırımcılar karar verirken banka performanslarını göz önünde bulundurmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye’de faaliyet gösteren ve aktif büyüklüğü 1 trilyon Türk lirasını aşan dokuz büyük bankanın 2024 yılı üçüncü çeyrek finansal performansları, ÇKKV teknikleri ile analiz edilmiştir. Türkiye Bankalar Birliği’nden elde edilen verilere dayanılarak, literatürde sıkça kullanılan altı temel finansal gösterge seçilmiş ve bu göstergeler üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde nesnel bir yöntem olan CRITIC yaklaşımı tercih edilmiş, performans sıralamaları ise MOORA yöntemleri ailesi aracılığıyla yapılmış, nihai değerlendirme ise MULTIMOORA yöntemi ile sağlanmıştır. Birinci aşamada kritiklerin ağırlıkları hesaplanmış ve bu değerlerin 0.12 ile 0.23 arasında olduğu belirlenmiştir. Sonrasında MOORA yöntemleri ile bankaların finansal

performansları belirlenmiş ve MULTIMOORA ile genel değerlendirme yapılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre, Denizbank en yüksek finansal performansa sahip banka olarak öne çıkarken, Halk Bankası performans açısından son sırada yer almıştır. Denizbank'ın yüksek performans göstermesinin arka planında çoğu kriterde istikrarlı bir şekilde üst sıralarda yer alması yatmaktadır. Örneğin; aktif kalitesi, likidite, karlılık, gelir-gider yapısı gibi rasyoların tamamında Denizbank istikrarlı bir şekilde ikinci sırada yer almaktadır. Halk Bankası ise tüm kriterlerde en alt sırada yer almaktadır, bu durum finansal performansını etkilemiştir. Bu bulgular, yalnızca yöneticilere değil, aynı zamanda yatırımcılar ve diğer finansal paydaşlara da önemli bilgiler sunmaktadır.

Bununla birlikte, çalışmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Finansal performans analizi yalnızca altı finansal gösterge üzerinden yapılmıştır; oysa bankaların performanslarını etkileyen çok daha fazla sayıda gösterge mevcuttur. Finansal performanslar ele alınan finansal göstergelerden hareketle şirketlerin mali tablolarında yer alan çeşitli kalemlerin birbirlerine oranlanmaları sonucunda hesaplanırlar. Farklı finansal göstergeler farklı sıralamalar verebilecektir. Ayrıca çalışma kapsamında sadece 2024 yılına ait veriler kullanılarak sadece o yıla ait bir sıralama elde edilmiştir. Sektörde uzun vadeli bir performans sıralaması yapılabilmesi için panel veriden faydalanılabilir. Sektörel bazda (kamu-özel ayrımı, dijital bankacılık etkisi gibi) farklılaştırılmış çalışmalar da literatüre önemli katkılar sağlayacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma büyük ölçekli bankaların objektif ve çok kriterli bir yöntemle finansal performanslarının değerlendirilmesine yönelik önemli bir katkı sunmakta; bankacılık sektörü paydaşlarına karşılaştırmalı ve stratejik bir bakış açısı kazandırmaktadır. Hem karar vericiler hem de yatırımcılar için bu tür analizlerin rehber niteliğinde olduğu açıktır.

KAYNAKÇA

- Akbulut, Osman Yavuz. 2020. “Finansal Performans İle Pay Senedi Getirisi Arasındaki İlişkinin Bütünleşik CRITIC ve MABAC ÇKKV Teknikleriyle Ölçülmesi: Borsa İstanbul Çimento Sektörü Firmaları Üzerine Ampirik Bir Uygulama.” *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute*. doi:10.30794/pausbed.683330.
- Avşarlıgil, Nuri, Doğru Ercüment, ve Cığır Ayşegül. 2023. “The Bank Performance Ranking in the Emerging Markets: A Case of Turkey.” *Sosyoekonomi* 31(55):69–84. doi:10.17233/sosyoekonomi.2023.01.04.
- Aydın, Yüksel. 2020. “Bütünleşik CRITIC ve MAIRCA Yöntemleri İle Kamu Sermayeli Bankalarının Performans Analizi.” *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi* 5(4):829–41. doi:10.29106/fesa.834217.
- Bayram, Erdi. 2020. “Katılım Bankalarının Finansal Performans Analizi: CRITIC ve PROMETHEE Yaklaşımları Financial Performance Analysis of Participation Banks: The Approaches of CRITIC ve PROMETHEE.” *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi* 9(18):32–38.
- Bektaş, Selahattin. 2020. “Mevduat Bankalarının Finansal Performanslarının Sıralanması: Türk Mevduat Bankalarının CRITIC ve MAIRCA Yöntemleriyle Performans Analizi.” *Akademik İncelemeler Dergisi* 15(2):793–822. doi:10.17550/akademikincelemeler.753879.

- Brauers, Willem Karel M., Romualdas Ginevičius, ve Askoldas Podviekzo. 2014. "Development of a Methodology of Evaluation of Financial Stability of Commercial Banks." *Panaeconomicus* 61(3):349–67. doi:10.2298/PAN1403349B.
- Brauers, Willem, ve Edmundas Kazimieras Zavadskas. 2006. "The MOORA Method ve Its Application to Privatization in A Transition Economy." *Control ve Cybernetics* 35(2):445–69. <https://www.researchgate.net/publication/228345226>.
- Çınaroğlu, Eda. 2021. "CRITIC Temelli CODAS ve ROV Yöntemleri Ile AB Ülkeleri Yaşam Kalitesi Analizi." *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 5(1):337–64. doi:10.33399/biibfad.868418.
- Dai, T. Uğur. Kara, Tolga. 2002. "Basın Elindeki Finansal Yönetimin Önemi." *İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*.
- Diakoulaki, D., D., G. Mavrotas, ve L. Papayannakis. 1995. "Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The CRITIC Method." *Computers Ops Res* 22(7):763–70.
- Gavurova, Beata, Jaroslav Belas, Kristina Kocisova, ve Tomas Klietk. 2017. "Comparison of Selected Methods for Performance Evaluation of Czech ve Slovak Commercial Banks." *Journal of Business Economics ve Management* 18(5):852–76. doi:10.3846/16111699.2017.1371637.

- İç, Yusuf Tansel, ve Yurdakul Mustafa. 2010. “Development of a Quick Credibility Scoring Decision Support System Using Fuzzy TOPSIS.” *Expert Systems with Applications* 37(1):567–74. doi:10.1016/j.eswa.2009.05.038.
- Kadoğlu Aydın, Gülden, Adalet Hazar, Şenol Babuşçu, ve Dilhan Uçar. 2023. “Bankaların MULTI-MOORA Yöntemi ile Risk Bazlı Performans Ölçümü – Türkiye Uygulaması.” *Doğuş Üniversitesi Dergisi*. doi:10.31671/doujournal.1216012.
- Karavardar, Alper, ve Çilek, Arif. 2020. “Analysis of The Financial Performance of Participation Bank In Turkey.” *Maliye ve Finans Yazıları* 113:99–118. [http://www.tkbb.org.tr/mukayeseli-tablolar,.](http://www.tkbb.org.tr/mukayeseli-tablolar,)
- Liu, Peide, Xiyu Wang, Fei Teng, Yanwen Li, ve Fubin Wang. 2022. “Distance Education Quality Evaluation Based on Multigranularity Probabilistic Linguistic Term Sets ve Disappointment Theory.” *Information Sciences* 605:159–81. doi:10.1016/j.ins.2022.05.034.
- Ömürbek, Nuri, ve Eren Hande. 2016. “Promethee, Moora ve Copras Yöntemleri Ile Oran Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi: Bir Uygulama.” *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 8(16):174. doi:10.20875/sb.69615.
- Özbek, Aşır. 2021. *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel Ile Problem Çözme*. 3rd ed. Ankara: Seçkin.

- Özekenci, Emre Kadir. 2023. “Analysis of Metropolitan Cities Export Performance in Turkey by Integrated MCDM Methods.” *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (34):89–118. doi:10.15182/diclesosbed.1273617.
- Rani, Pratibha, Arunodaya Raj Mishra, R. Krishankumar, K. S. Ravichandran, ve Samarjit Kar. 2021. “Multi-Criteria Food Waste Treatment Method Selection Using Single-Valued Neutrosophic-CRITIC-MULTIMOORA Framework.” *Applied Soft Computing* 111. doi:10.1016/j.asoc.2021.107657.
- Süslü, Cemil, ve Hızlıer, Suat Sibel. 2023. “CRITIC Tabanlı MULTIMOORA ve TOPSIS Yöntemleri İle Finansal Performans Analizi: BİST Spor Endeksi Şirketleri Üzerine Bir Çalışma.” *İşletme* 4(1):109–29. doi:10.57116/isletme.1253335.
- Yavuz, İbrahim. 2025. Türkiye’de ve Güney Afrika’da Faaliyet Gösteren Katılım Bankalarının Finansal Performanslarının Karşılaştırmalı Olarak Analiz Edilmesi: 2022-2023 Dönemi ENTROPİ-EDAS Modeli Örneği. Vol. 12. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/optimum>.

İnternet Kaynakları

<https://www.tbb.org.tr/istatistiki-raporlar/11237>, Erişim Tarihi; 08.10.2025

<https://www.tbb.org.tr/istatistiki-raporlar/2024-yillik-secilmis-rasyolar>, Erişim tarihi; 15.10.2025

AN ANALYSIS OF EIGHTH GRADE STUDENTS' MATHEMATICS ACHIEVEMENTS IN TURKEY USING THE BAGGING MACHINE LEARNING ALGORITHM¹

Enes FİLİZ²

1. INTRODUCTION

Education is a fundamental necessity for the development of individuals and societies and constitutes one of the most important areas of investment. Education imparts people with knowledge on many subjects to people and develops their ability to understand and interpret the world. It provides new perspectives and helps individuals discover their potential by developing critical thinking, inquiry, and research skills. It teaches social norms and values, shapes beliefs, and strengthens individuals' communication skills. It equips individuals to better cope with life's challenges and gives them the ability to find constructive solutions to problems. It prepares individuals for the labor market, paving the way for their careers by providing them with the necessary knowledge and skills. A strong education generally means better job opportunities and a higher standard of living. It supports the entrepreneurial spirit, encouraging individuals to take the first step courageously and to generate innovative ideas. The knowledge and experience of educated individuals lay the groundwork for both individual and societal

¹ This book chapter is derived from Assist Prof. Dr. Enes FİLİZ's doctoral thesis, 'Makine öğrenmesi yöntemleri ve eğitim verisi üzerine bir uygulama: uluslararası matematik ve fen eğilimleri araştırması 2015 türkiye örneği'.

² Assist. Prof. Dr., Balıkesir University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, ORCID: 0000-0002-8006-9467.

success. It fosters individuals as conscious, responsible, and active citizens, enabling them to participate in democratic processes. It builds awareness and sensitivity regarding cultural values and works of art, contributing to the sharing and transmission of knowledge. It aims to raise new generations not only as those who adapt to civilization, but also as sagacious generations who are the creators and developers of civilization. In short, education is a vital tool that enables the individual to become liberated, to trust their abilities, and to build society on strong foundations.

Education in Turkey is of central importance for the country's development and social progress. The National Education System consists of two main components: formal education (preschool, primary school, middle school, secondary education, and higher education) and non-formal education. The education system in Turkey aims to equip individuals with academic development as well as national, spiritual, and universal values, thereby preparing them for life and their careers. Compulsory Education: The current system includes 12 years of progressive compulsory education (4+4+4 model). The education system is highly exam-oriented, particularly with secondary and higher education entrance exams. This situation has led to criticism that it overshadows the fundamental purpose of schools, which is to impart life skills, and effectively traps the entire system in a process of preparation for a ranking exam. Turkey is strengthening its influence internationally through educational diplomacy activities and is pursuing educational agreements with many countries. However, there are also some problems in the field of education. Due to socio-economic differences, there are serious inequalities in the quality of education and opportunities between regions and even between schools. The physical infrastructure of some schools, along with laboratory and material deficiencies, is insufficient to provide a healthy learning

environment. The constant change in education policies due to ministerial or administrative changes prevents stability and continuity in the system. The excessive centralization of the curriculum and decision-making processes limits the ability of schools and teachers to develop solutions tailored to local needs. More effective planning is needed regarding the training of teachers and the continuous provision of their professional development. Inadequate teacher appointments and poor employment conditions can force teachers to work for low wages in commercially-oriented schools. There are frequent calls for a shift away from rote learning and exam-focused education towards applied education that develops students' skills, prepares them for life, and teaches them how to apply knowledge. The goal is to strengthen the role of vocational education's role in preparing students for working life and developing their professional skills. These issues demonstrate that education in Turkey should be addressed not merely as a school matter, but as a national policy and a matter of comprehensive development.

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) is one of the most important international assessments that compares the performance of education systems worldwide. TIMSS is a comprehensive study conducted every four years by the International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Its primary purpose is to measure the achievement levels of 4th and 8th grade students in participating countries in the fields of Mathematics and Science, to facilitate international comparisons, and to track trends over time. In addition to student achievement, it also collects comprehensive data on factors that influence achievement, such as curriculum, teacher practices, school environment, and students' home environment. This offers countries the opportunity to see the strengths and weaknesses of their education systems in relation to international standards and to adjust their education policies

accordingly. TIMSS also administers surveys to schools, teachers, and students to understand the environmental factors that affect student achievement. These surveys provide detailed and comparable data on topics such as teacher qualifications and professional development, the implementation of the curriculum, the adequacy and safety of school resources, and students' levels of enjoyment of mathematics/science and self-confidence.

Educational data mining, an interdisciplinary field that transforms the massive amounts of data accumulated in today's digital learning environments into meaningful information and shapes the future of educational technology, has emerged from the convergence of fields such as machine learning, collaborative learning, statistics, cognitive sciences, and psychometrics. Its primary goal is to better understand and improve learners and learning environments. Educational data mining focuses on analyzing big data collected from interactions with online learning platforms, school management systems, and digital content. Data such as the time a student takes to answer questions in an online exam, which videos they watch and for how long, their interactions on forums, their grades, and demographic information are collected. Data mining techniques (clustering, classification, association rules, regression, etc.) are used to discover hidden patterns, trends, and relationships in this data. These discovered patterns are transformed into practical information and insights that educators and administrators can utilize. The information obtained is used to improve education and teaching processes, establish early intervention systems, and provide personalized learning experiences. Educational data mining moves education away from traditional intuitive decisions and towards data-driven scientific decision-making. This enables the precise identification of problems and issues in education and teaching environments. Consequently, more effective, efficient,

and personalized education and teaching environments can be created.

Numerous studies have been conducted on TIMSS in the literature. Stigler and Hiebert (1997) compared eighth-grade mathematics instruction in Germany, Japan, and the United States. They concluded that the Japanese approach to teacher development was markedly different from the American approach. Drent et al. (2013) presented the results of a systematic review of the research literature on TIMSS. The study aimed to determine the extent to which TIMSS contributes to the issue of “what works and what doesn't work in education,” particularly in terms of school and classroom factors. Topçu et al. (2016) examined the factors predicting differences in science and mathematics achievement among students in Turkey and the Republic of Korea in the TIMSS-2011 assessment, demonstrating a significant contribution to the expanding body of international comparative studies. Yoo (2018) aimed to find a prediction model for student mathematics achievement using numerous TIMSS student and teacher variables. The elastic net machine learning technique selected for the study utilized LASSO and ridge regression for variable selection and multicollinearity, respectively. Filiz and Öz (2019) focused on the TIMSS 2015 results, which provided data collected from eighth-grade students in Turkey. The main objective of the study was to find the most suitable algorithms for classifying students' achievements, particularly in science subjects, and to identify the factors driving this achievement. Nilsen et al. (2022) examined whether school climate, student motivation, and self-perception declined from 2015 to 2019 and whether this potential decline was related to the decline in mathematics performance in Norway.

There are also studies in the literature on ensemble and machine learning algorithms applied to the TIMSS dataset. Nadaf et al. (2022) investigated the importance of using machine

learning algorithms to understand the key learning factors contributing to the mathematics performance of UAE students using the TIMSS-2019 dataset. Bezek Güre (2023) compared the classification performances of Bagging and Adaboost, two ensemble learning algorithms, based on sample size and the number of independent variables, in order to determine the factors affecting the mathematics achievement of eighth-grade students in line with the trends in TIMSS-2019. Şevgin and Eranıl (2023) used the Random Forest method to investigate various variables in science and mathematics that are thought to be related to school engagement and school retention of eighth-grade students in the Turkish education system using the TIMSS 2019 dataset. Drawing on socio-ecological theory and using educational data mining techniques, Song and Cutumisu (2025) examined the effects of two science curricula in TIMSS-2019 on students' scientific literacy. Elouafi et al. (2025) used advanced machine learning algorithms to better understand which factors truly influence academic achievement.

This study will focus on the mathematics achievement of eighth-grade students in Turkey using the TIMSS dataset. The primary aim of this study is twofold: first, to examine the performance of the bagging algorithm, an ensemble learning method, on this dataset; and second, to identify variables that influence the mathematics achievement of eighth-grade students in Turkey.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Data Set

For the purpose of this study, the mathematics achievement of eighth-grade students in the Turkish section of the TIMSS-2015 study was examined. A total of 4577 students, comprising 2274 male and 2303 female, participated in the study.

The analysis involved 35 independent and 1 dependent variable, and these variables are shown in Table 1. The dependent variable is the 'BSMMAT01' variable, which represents students' mathematics achievement. The average mathematics score of the TIMSS-2015 was standardized at 500 (Mullis et al. 2012). In this context, the mean value of the TIMSS study was taken as the center point, and if the students' 'BSMMAT01' score was greater than 500, it was coded as 1 (successful), and otherwise as 0 (unsuccessful). The average mathematics score of Turkish students in eighth grade was determined by TIMSS to be 458. The remaining 35 variables were defined as independent variables.

Table 1. All variables used in classifying students' mathematics achievement

<i>Variable</i>	<i>Definition</i>	<i>Answer</i>
<i>ITSEX</i>	Gender	1= Woman, 2=Man
<i>BSBG03</i>	Communication with family	1=Always, 2=Sometimes, 3=Occasionally, 4=Never
<i>BSBG05</i>	Number of digital information devices	1=None, 2=1-3 devices, 3=4-6 devices, 4=7-10 devices, 5=more than 10 devices
<i>BSBG06A</i>	Own tablet computer	1=Yes, 2=No
<i>BSBG06B</i>	Shared tablet computer	1=Yes, 2=No
<i>BSBG06C</i>	Study desk	1=Yes, 2=No
<i>BSBG06F</i>	Mobile phone	1=Yes, 2=No
<i>BSBG06G</i>	Game system	1=Yes, 2=No
<i>BSBG06H</i>	Heating system	1=Yes, 2=No
<i>BSBG06I</i>	Cooling system	1=Yes, 2=No
<i>BSBG06J</i>	Washing machine	1=Yes, 2=No
<i>BSBG06K</i>	Dishwasher	1=Yes, 2=No
<i>BSBG08</i>	The level you want to advance in your education	1=Middle school, 2=High school, 3=Post-secondary school (non-higher education), 4=University associate degree, 5=University undergraduate degree, 6=Graduate degree
<i>BSBG11</i>	How often you miss school	1=Once a week or more, 2=Once every two weeks, 3=Once a month, 4=I go most of the time
<i>BSBG12</i>	How often you eat breakfast on school days	1=Everyday, 2=Most days, 3=Sometimes, 4=Almost never
<i>BSBG13A</i>	How often you use your tablet computer (at home)	1=Almost every day, 2=Once or twice a week, 3=Once or twice a month, 4=Almost never
<i>BSBG13B</i>	How often you use your tablet computer (at school)	1=Almost every day, 2=Once or twice a week, 3=Once or twice a month, 4=Almost never
<i>BSBG13C</i>	How often you use your tablet computer (at other places)	1=Almost every day, 2=Once or twice a week, 3=Once or twice a month, 4=Almost never
<i>BSBG14A</i>	Access to textbooks	1=Yes, 2=No
<i>BSBG14B</i>	Access to homework	1=Yes, 2=No
<i>BSBG14C</i>	Collaboration with classmates	1=Yes, 2=No
<i>BSBG14D</i>	Communication with teacher	1=Yes, 2=No

BSBG14E	Access to supplementary information in math	1=Yes, 2=No
BSBM38AA	How often your teacher assigns homework (Math)	1=Every day, 2=3 or 4 times a week, 3=1 or 2 times a week, 4=Once a week or never, 5=Never
BSBM39AA	Extracurricular courses taken last year (Math)	1=Yes, while doing well in class, 2=Yes, while doing poorly in class, 3=No
BSBM39BA	How many months you took extracurricular courses (Math)	1=None, 2=Less than 4 months, 3=4 or 8 months, 4=More than 8 months
BSBGHER	Home learning resources	
BSBGSSB	Students' sense of belonging at school	
BSBGSB	Student bullying	
BSBGSLM	Students' enjoyment of learning mathematics	
BSBGEML	Students' interest in learning mathematics	
BSBGSCM	Students' confidence in mathematics	
BSBG SVM	Students' value of mathematics	
BSDMLOWP	Mathematics achievement is too low for prediction	1=Yes, 2=No
BSDMWKHW	Weekly time spent on mathematics homework	1=3 hours or more, 2=more than 45 minutes but less than 3 hours, 3=less than 45 minutes
BSMMAT01	Mathematics first assessment result	0=Unsuccess, 1= Success

2.2. Algorithms

Algorithms were determined based on the purpose of the study and the literature. To examine the mathematics achievement of eighth-grade students in Turkey, the Bagging ensemble learning algorithm and the Support Vector Machines (SVM) machine learning algorithms will be used. K-fold cross-validation will be employed when using these algorithms. Furthermore, the Symmetrical Uncertainty feature selection algorithm will be used to determine the variables affecting the mathematics achievement of eighth-grade students in Turkey.

2.2.1. Bagging Ensemble Learning Algorithm

For the purpose of this study, the Bagging ensemble learning algorithm will be utilized to examine the mathematics achievement of students in Turkey in the TIMSS-2015 dataset. With the development of machine learning and deep learning, various algorithms have been proposed, each with their own advantages, disadvantages, and field of application. To improve performance, ensemble learning methods are increasingly employed in model construction by combining various algorithms. Bagging, short for Bootstrap Aggregation, is one of

the existing ensemble learning algorithms that can solve the problem of class imbalance. It creates multiple datasets by randomly sampling the training dataset. It then trains the classification algorithm to be used on each resampled dataset. Finally, it uses majority voting for classification or averages for regression the results obtained from each trained classification algorithm (Breiman, 1996; Brown, 2010; Khwaja et al., 2015; Xu et al., 2020; Filiz, 2023).

2.2.2. Support vector machines

Based on the purpose of this study and the working principles of ensemble learning algorithms, a support vector machine (SVM), a machine learning algorithm, will be used in this study. The most significant advantage of Support Vector Machines (SVMs), first developed by Cortes and Vapnik, over other learning algorithms is that they can be theoretically analyzed using concepts from computational learning theory and also yield good results when applied to real-world problems. With their robust mathematical foundation, SVMs demonstrate their success with widely accessible software implementations and ease of use. A key aspect of SVM is the use of kernel functions for nonlinear situations. Kernel functions must have corresponding inner products in the feature space, thus transforming the data. Polynomial (SVM-POLY), radial basis (SVM-RBF), and Pearson VII function-based universal (SVM-PUK) kernel functions, which will be used in this study, are available. However, other kernel functions are also available. The kernel function is an effective similarity measure and can transform a linear model into a non-linear model (Cortes and Vapnik, 1995; Hearst et al., 1998; Moreira and Wichert, 2011; Filiz, 2019).

2.2.3. Symmetrical uncertainty feature selection algorithm

In line with the objective of the study, the Symmetrical Uncertainty Feature Selection Algorithm will be used to identify the variables affecting the mathematics achievement of eighth-grade students in Turkey. Feature selection is frequently used in deep learning, machine learning, or ensemble learning algorithms. The main purpose of feature selection is to determine the independent variables that have the greatest impact on the dependent variable. It also aims to achieve greater success with fewer variables or to achieve the same success with fewer variables. The Symmetrical Uncertainty Feature Selection Algorithm used in this study is employed to determine the symmetric association. However, it can also be compared to asymmetry and is a feature selection algorithm that uses value normalization. This feature selection algorithm operates based on the symmetric uncertainty of each feature. It assigns a value between zero or one; here, the resulting value indicates the strength of the relationship (Press et al., 1986; Liu & Motoda, 2012; I.H. Witten et al., 2016; Filiz, 2023).

2.2.4. Classification performance criteria

In line with the objective of the study, the TIMSS dataset will be used to focus on the mathematics achievement of eighth-grade students in Turkey. In this context, some classification performance criteria will be used to examine students' mathematics achievement based on the working principle of ensemble learning algorithms. Within the literature, it has been observed that various classification performance criteria are generally used, such as accuracy, false positive rate, precision, f-measure, Matthews correlation coefficient (MCC), ROC (Receiver Operating Characteristic) curve value, kappa statistic, mean absolute error (MAE), and root mean square error (RMSE).

This study will also utilize some classification performance criteria in line with the literature. Accuracy (ACC) is the most commonly used in the literature and is selected according to the classification structure. ACC is calculated as the ratio of correctly classified instances in the data set to the total number of instances. It is said that algorithms with high ACC values produce more successful results. The F-measure is found as the harmonic mean of precision and the true positive rate. It is stated that an algorithm with a high F-measure yields more successful results. The Kappa (κ) statistic is a statistical term used to measure classification performance in the analysis of categorical variables. The closer the κ statistic is to 1, the better the performance of the classification algorithm is said to be (Donner & Klar, 1996; Balaban & Kartal, 2015; Filiz, 2019; Filiz, 2023). Another value that measures the performance of classification algorithms is the ROC curve value. The difference between the ROC curve and other performance criteria is that it displays the results as a curve. The area under the ROC curve provides numerical results as well as visual results related to the performance of the algorithms. Thus, the performance of different algorithms can be easily interpreted visually. In addition, a high ROC value is expected (Bradley, 1997; Filiz, 2019). Another criterion used in the study is the MAE statistic, which measures the error status of the model. It helps to show the differences between the predicted and observed values of a model. This value is expected to be small. In other words, it is stated that the algorithm with a small MAE value gives more successful results (Willmott and Matsuura, 2005; Filiz, 2019).

3. APPLICATION

In line with the objective of the study, the TIMSS dataset will be used to focus on the mathematics achievement of eighth-

grade students in Turkey. In this context, the application consists of two steps to examine students' mathematics achievement. In the first step, the Bagging ensemble learning algorithm, which utilizes Support vector Machines as its base classifier, and the performance of the algorithms will be examined to measure students' mathematics achievement. In the second step, the Symmetrical uncertainty feature selection algorithm will be used to identify the variables that affect students' mathematics achievement.

4. FINDINGS

In line with the purpose of the study and the steps of the application, the mathematics achievements of eighth-grade students in Turkey were examined using the TIMSS dataset.

In line with the first step of the application, support vector machines were used as the base classifier in the Bagging ensemble learning algorithm, and the performance of the resulting ensemble model was investigated to measure students' mathematics achievement. Table 2 shows the results of students' mathematics achievement according to the Bagging ensemble learning algorithm.

Table 2. Students' mathematics achievement results according to the Bagging ensemble learning algorithm

		<i>ACC</i>	<i>F-Measure</i>	κ	<i>ROC Area Value</i>	<i>MAE</i>
<i>Bagging</i>	<i>SVM-Poly</i>	%80.4	0.8010	0.5781	0.8210	0.1970
	<i>SVM-Rbf</i>	%78.9	0.7840	0.5421	0.7930	0.2143
	<i>SVM-Puk</i>	%77.7	0.7690	0.5103	0.7760	0.2274

According to Table 2, the algorithm with the highest ACC value was the Bagging algorithm using the SVM-Poly algorithm,

achieving 80.4%. This value is supported by the F-measure (0.8010), κ statistic (0.5781), ROC Area (0.8210), and MAE (0.1970) values. Another successful result was achieved by the Bagging algorithm with the SVM-Rbf algorithm, achieving 78.9%. This value is supported by the F-measure (0.7840), κ statistic (0.5421), ROC Area (0.7930), and MAE (0.2143) values. The least successful algorithm was the Bagging algorithm with the SVM-Puk algorithm, achieving 77.7%. This value is supported by the F-measure (0.7690), κ statistic (0.5103), ROC Area (0.7760), and MAE (0.2274) values.

In line with the first step of the application, Table 3 shows the number of correctly classified students' mathematics achievement scores according to the Bagging ensemble learning algorithm.

Table 3. The number of correctly classified students' mathematics achievements according to the Bagging ensemble learning algorithm

Bagging								
SVM-Poly			SVM-Rbf			SVM-Puk		
0	1		0	1		0	1	
0	2463	322	0	2466	319	0	2495	290
1	575	1217	1	647	1145	1	731	1061

According to Table 3, the Bagging algorithm using the SVM-Poly algorithm correctly identified a total of 3680 instances (2463+1217). Similarly, the SVM-Rbf algorithm correctly identified 3611 instances (2466+1145), while the SVM-Puk algorithm correctly identified 3556 instances (2495+1061).

In line with the first step of the application, Figure 2 provides a visualization of the results of students' mathematics achievement results according to the Bagging ensemble learning algorithm.

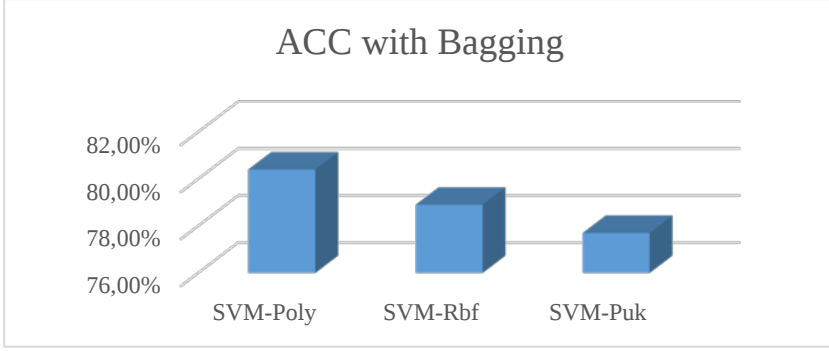


Figure 1. Visualization of students' mathematics achievement results according to the Bagging ensemble learning algorithm

In line with the second step of the application, Table 4 presents the variables affecting students' mathematics achievement and their level of influence.

Table 4. Variables Affecting Students' Mathematics Achievement and Their Level of Influence

<i>Effective variable</i>	<i>Impact level</i>
BSBGSCM	0.12185
BSDMLOWP	0.11243
BSBGHER	0.06556
BSBG08	0.06132
BSBM39BA	0.05503
BSBM39AA	0.04460
BSBGSLM	0.03710
BSBG11	0.03636
BSBG03	0.03526
BSBG06B	0.03476
BSBG06H	0.03416
BSBG05	0.02788
BSBG06K	0.02671
BSBG06C	0.02515
BSBG06F	0.02447
BSBG SVM	0.01590
BSBG EML	0.00984
BSBM38AA	0.00886
BSBG06A	0.00856
BSBG13A	0.00784
BSBG SB	0.00749
BSBG12	0.00639
BSBG13B	0.00581
BSBG06J	0.00488
BSBG06G	0.00440
BSBG06I	0.00371
BSBG SSB	0.00302
BSBG14D	0.00223
BSBG14B	0.00156

According to Table 4, the most effective variables in students' mathematics achievement were determined using the Symmetrical uncertainty feature selection algorithm. In this context, the most influential variables are the BSBGSCM variable (Student confidence in mathematics) with an impact level of 0.12185, the BSDMLOWP variable (Very low mathematical achievement for prediction) with an impact level of 0.11243, and the BSBGHER variable (Home educational resources) with an impact level of 0.06556. Similarly, BSDMWKHW (Time spent on math homework per week), BSBG13C (Frequency of tablet computer use (elsewhere)), BSBG14A (Access to textbooks), BSBG14C (Collaboration with classmates), BSBG14E (Access to supplementary information in mathematics), and ITSEX (Gender) variables had no effect on the mathematics achievement of eighth-grade students in Turkey.

5. DISCUSSION AND CONCLUSION

In line with the objective of the study, the mathematics achievements of eighth-grade students in Turkey were examined using the Bagging algorithm and support vector machines in the TIMSS dataset. Additionally, variables affecting students' mathematics achievements were determined using the Symmetrical uncertainty feature selection algorithm.

In line with the first step of the study, it has been demonstrated that the Bagging algorithm yields successful performance. Accordingly, the mathematics achievement prediction of eighth-grade students in Turkey showed an accuracy of approximately 80%. This is considered an important indicator for educators when prioritizing future policies. Similarly, studies conducted on educational datasets using ensemble learning algorithms in the literature have also yielded successful performance (Bezek Güre, 2023; Öz et al., 2025). In

line with the second step of the application, the variables affecting the mathematics achievement of eighth-grade students in Turkey and their level of influence were investigated. In this regard, the variables ‘student confidence in mathematics’, ‘very low mathematics achievement for prediction’, and ‘home educational resources’ were found to be the most effective variables. Similarly, the literature has determined that these variables are effective (Topçu et al., 2016). However, the variables ‘Time spent on math homework per week’, ‘Frequency of tablet computer use (elsewhere)’, ‘Access to textbooks’, ‘Collaboration with classmates’, ‘Access to supplementary information in mathematics’, and ‘Gender’ have no effect on the mathematics achievement of eighth-grade students in Turkey. Similarly, the literature has determined that ‘gender’ is not effective (Kirmani and Siddiquah, 2008).

Education is a fundamental need and a vital necessity for the development of individuals and societies. It goes beyond merely imparting knowledge and skills, and positively impacting many areas of life. Education is not just a process of preparing for life or a means of acquiring a profession; it is also the most important way to connect with life and is a lifelong process. It is the most powerful tool that shapes the future of both the individual and society. In addition, there are some key considerations that educators must not forget. It should not be forgotten that each student's learning speed, style, and background are different. Classrooms should be made into psychologically safe spaces where students are not afraid to make mistakes and feel comfortable expressing themselves. Students' curiosity should be kept alive by including their areas of interest and current topics in the lesson content.

There are some limitations to the study. Specifically, the study utilized the TIMSS-2015 dataset, and only eighth-grade students in Turkey were included in the study. Only the Bagging

algorithm from ensemble learning and support vector machines from machine learning algorithms were used in the study. The Poly, Rbf, and Puk kernel functions of support vector machines were used. Furthermore, the Symmetrical Uncertainty Feature Selection Algorithm was used in the study.

REFERENCES

- Balaban, M. E., & Kartal, E., (2015) Basic algorithms of data mining and machine learning and applications with R language. Çağlayan Bookstore.
- Bezek Güre, Ö. (2023). Investigation of ensemble methods in terms of statistics: TIMMS 2019 example. *Neural Computing and Applications*, 35(32), 23507-23520.
- Bradley, A. P. (1997). The use of the area under the ROC curve in the evaluation of machine learning algorithms. *Pattern recognition*, 30(7), 1145-1159.
- Breiman, L. (1996). Bagging predictors. *Machine learning*, 24(2), 123-140.
- Brown, G. (2010). Ensemble Learning. *Encyclopedia of Machine Learning*, 312, 15–19.
- Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine learning*, 20(3), 273-297.
- Donner, A., & Klar, N. (1996). The statistical analysis of kappa statistics in multiple samples. *Journal of Clinical Epidemiology*, 49(9), 1053–1058.
- Drent, M., Meelissen, M. R., & van der Kleij, F. M. (2013). The contribution of TIMSS to the link between school and classroom factors and student achievement. *Journal of curriculum studies*, 45(2), 198-224.
- Elouafi, A., Tammouch, I., Eddarouich, S., & Touahni, R. (2025). Uncovering Key Factors of Student Performance in Math: An Explainable Deep Learning Approach Using TIMSS 2019 Data. *Information*, 16(6), 480.
- Filiz, E. (2019). An application of machine learning methods and training data: the 2015 International Mathematics and Science Trends Study (TIMSS) Turkey example.

- Unpublished Doctoral Thesis. Yıldız Technical University Institute of Science: Istanbul.
- Filiz, E., & Öz, E. (2019). Finding the Best Algorithms and Effective Factors in Classification of Turkish Science Student Success. *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 239-253.
- Filiz, E. (2023). Evaluation of match results of five successful football clubs with ensemble learning algorithms. *Research quarterly for exercise and sport*, 94(3), 773-782.
- Hearst, M. A., Dumais, S. T., Osuna, E., Platt, J., & Scholkopf, B. (1998). Support vector machines. *IEEE Intelligent Systems and their applications*, 13(4), 18-28.
- Khwaja, A. S., Naeem, M., Anpalagan, A., Venetsanopoulos, A., & Venkatesh, B. (2015). Improved short-term load forecasting using bagged neural networks. *Electric Power Systems Research*, 125, 109–115.
- Kirmanı, N. S., & Siddiquah, A. (2008, December). Identification and analysis of factors affecting students achievement in higher education. In *2nd International Conference on assessing quality in higher education*.
- Liu, H., & Motoda, H. (2012). *Feature selection for knowledge discovery and data mining* (Vol. 454). Springer Science & Business Media.
- Moreira, C., & Wichert, A. (2011). *Learning to rank academic experts* (Doctoral dissertation, Instituto Superior Tecnico).
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement. Herengracht 487, Amsterdam, 1017 BT, The Netherlands.

- Nadaf, A., Monroe, S., Chandran, S., & Miao, X. (2022, July). Learning factors for TIMSS math performance evidenced through machine learning in the UAE. In International Conference on Artificial Intelligence in Education Technology (pp. 47-66). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Nilsen, T., Kaarstein, H., & Lehre, A. C. (2022). Trend analyses of TIMSS 2015 and 2019: School factors related to declining performance in mathematics. *Large-Scale Assessments in Education*, 10(1), 15.
- Öz, E., Bulut, O., Cellat, Z. F., & Yürekli, H. (2025). Stacking: An ensemble learning approach to predict student performance in PISA 2022. *Education and Information Technologies*, 30(6), 7753-7779.
- Press, W. H., Flannery, B. P., Teukolsky, S. A., & Vetterling, W. T. (1986). *Numerical recipes: The art of scientific computing*. Cambridge University Press.
- Song, Y., & Cutumisu, M. (2025). Using machine learning to predict student science achievement based on science curriculum type in TIMSS 2019. *International Journal of Science Education*, 47(9), 1105-1149.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1997). Understanding and improving classroom mathematics instruction: An overview of the TIMSS video study. *Phi delta kappan*, 79(1), 14.
- Şevgin, H., & Eranıl, A. K. (2023). Investigation of Turkish Students' School Engagement through Random Forest Methods Applied to TIMSS 2019: A Problem of School Psychology. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 10(4), 896-909.
- Topçu, M. S., Erbilgin, E., & Arıkan, S. (2016). Factors predicting Turkish and Korean students' science and

mathematics achievement in TIMSS 2011. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education. 12(7), 1711-1737.

- Willmott, C. J., & Matsuura, K. (2005). Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. Climate research, 30(1), 79-82.
- Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2016). Data mining: Practical machine learning tools and techniques. Morgan Kaufmann
- Xu, S. B., Huang, S. Y., Yuan, Z. G., Deng, X. H., & Jiang, K. (2020). Prediction of the Dst index with bagging ensemble-learning algorithm. The Astrophysical Journal Supplement Series, 248(1), 14.
- Yoo, J. E. (2018). TIMSS 2011 student and teacher predictors for mathematics achievement explored and identified via elastic net. Frontiers in psychology, 9, 317.

EN ÇOK TURİST ALAN ÜLKELERİN SEYAHAT VE TURİZM GELİŞTİRME ENDEKSİ (TTDI) İLE BAZI TURİZM İSTATİSTİKLERİNE GÖRE BULANIK KÜMELEME ANALİZİ

Şebnem ZORLUTUNA¹

1. GİRİŞ

Turizm, insanların eğlenme, dinlenme, kültürel zenginleşme, sağlık, spor, yeni yerler görme gibi çeşitli nedenlerle geçici olarak, yaşadıkları yerin dışına yaptıkları seyahat ve bu süreçte gerçekleşen faaliyetler bütünüdür. Tanımda ifade edilen faaliyetler gerçekleştirilirken ulaşım, konaklama, yeme-içme, alış-veriş gibi çeşitli hizmet sektörleri de canlılık kazanır. Böylece, turizm ülkelerin ekonomik büyümesine, istihdam artışına ve döviz gelirlerinin artmasına doğrudan katkı sağlar. Turizm, ekonomik kalkınmanın anahtarı, kültürel mirasın koruyucusu ve uluslararası görünürlüğün artırıcısıdır. Bu bağlamda, ülkeler turizmi stratejik bir sektör olarak görmeli, sürdürülebilir ve planlı bir yaklaşımla desteklemelidir. Aynı şekilde, en çok turist alan ülkelerin turizm sektöründeki yapısal özelliklerinin, güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesi, karşılaştırmalı bir analizle incelenmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, 2024 yılında en çok turist alan 20 ülke (ABD, Fransa, İspanya, İtalya, Türkiye, Meksika, Birleşik Krallık, Almanya, Yunanistan, Avusturya, Birleşik Arap

¹ Doç. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İ.İ.B.F., Ekonometri Bölümü, ORCID: 0000-0001-7683-3832.

Emirlikleri, Portekiz, Suudi Arabistan, Hollanda, Polonya, Hırvatistan, Kanada, Macaristan, Tayland, İrlanda) Dünya Ekonomik Forumu (World Economic Forum - WEF) Seyahat ve Turizm Geliştirme Endeksi ve turizm sektörüne ilişkin bazı ekonomik göstergeler ışığında analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler; endeksin alt boyutları (kolaylaştırıcı ortam, seyahat ve turizm politikaları, altyapı, ziyaretçi talepleri, sürdürülebilirlik) ile bazı turizm istatistiklerinden (gelen turist sayısı, turizm gelirleri, seyahat ve turizm endüstrisi GSYH'si, bu GSYH'nin toplam GSYH içindeki payı, sektör istihdamı, toplam istihdamdaki payı, yurtiçi ziyaretçilerin harcama oranı) oluşmaktadır. Veriler, bulanık kümeleme analizi (Fuzzy C-Means) yöntemiyle değerlendirilmiş ve ülkeler benzerliklerine göre kümelendirilmiştir. Analiz sonucunda ülkelerin turizm gelişmişliği ve ekonomik katkılar açısından farklı kümeler altında toplandığı görülmüştür. Bu çalışma, hem turizm ekonomisi literatürüne katkı sunmakta hem de politika yapıcılar için karşılaştırmalı bir değerlendirme aracı önermektedir.

Turizm alanında yapılan araştırmalar uzun süredir ülkelerin turizm performansını ölçmeye, karşılaştırmaya ve sınıflandırmaya odaklanmaktadır. Bu bağlamda, farklı yöntemler ve veri setleri kullanılarak ülkelerin turizm sektöründeki benzerlikleri ve farklılıkları incelenmiştir.

Dünya Ekonomik Forumu'nun yayımladığı Seyahat ve Turizm Rekabetçilik Endeksi ve 2021'den itibaren güncellenmiş biçimi olan Seyahat ve Turizm Geliştirme Endeksi (TTDI), ülkelerin turizm sektöründeki rekabet gücünü ölçmede en sık kullanılan göstergelerden biridir. Çeşitli çalışmalar bu endeksi kullanarak ülkelerin altyapı, politika, doğal ve kültürel kaynaklar, sürdürülebilirlik ve talep yapısı gibi unsurlarda ne düzeyde olduklarını karşılaştırmıştır (WEF, 2022; 2024).

Bunun yanında, turizm literatüründe kümeleme analizi sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Örneğin, Cró ve Martins (2018) Avrupa ülkelerini turizm rekabetçiliği açısından kümeleme yöntemiyle sınıflandırmış ve turizm politikalarının farklı kümelerde nasıl çeşitlendiğini göstermiştir. Benzer şekilde Assaf ve Josiassen (2012), turizm performansını ölçmek için ülkeler arası karşılaştırmalarda çok değişkenli yöntemleri kullanmışlardır. Türkiye’de de turizm istatistikleri kullanılarak illerin veya bölgelerin kümeleme analizi ile sınıflandırıldığı çalışmalar mevcuttur (Çelik & Öztürk, 2019). Ayrıca, Karakış ve Gülден (2019), ülkeleri ekonomik özgürlüklerine göre kümeledikleri çalışmalarında ekonomik özgürlük düzeyinin yüksek olduğu ülkelerde turist çekebilme ve turizm geliri elde edebilme kapasitesinin de yüksek olduğunu ve ekonomik ve kültürel alanda yapılan çalışmaların, ülke turizmine olan talebin artışına katkıda bulunduğunu vurgulamışlardır.

Ancak mevcut literatürde, bulanık kümeleme (Fuzzy C-Means) yönteminin kullanıldığı çalışmalar sınırlıdır. Klasik (keskin) kümeleme yöntemlerinde her birim yalnızca bir kümeye atanırken, bulanık kümeleme analizi her birime birden fazla kümeye ait olma olasılığı tanır. Bu yaklaşım, özellikle turizm gibi çok boyutlu ve dinamik yapıya sahip bir alanda daha esnek ve gerçekçi sonuçlar sunmaktadır (Bezdek, 1981; Hathaway & Bezdek, 2001). Bu nedenle, turizm literatüründe bulanık kümeleme yönteminin uygulanması ülkeler arası benzerlik ve farklılıkların daha ayrıntılı bir şekilde ortaya konmasına katkı sağlayacaktır.

2. YÖNTEM

2.1. Bulanık Kümeleme Analizi (Fuzzy Clustering)

Kümeleme analizi, çok değişkenli istatistiksel teknikler içerisinde yer alan, gözlemleri belirli özelliklerine göre

gruplandırmayı amaçlayan yöntemlerden biridir. Geleneksel (keskin) kümeleme yöntemlerinde her bir gözlem yalnızca bir kümeye ait olur; yani kümeler arasında net sınırlar vardır. Ancak sosyal bilimlerde, özellikle turizm gibi çok boyutlu ve dinamik alanlarda ülkelerin veya birimlerin yalnızca tek bir kümeye ait olması gerçekçi olmayabilir. Çünkü bazı ülkeler birden fazla kümeyle benzerlik gösterebilir.

Bu nedenle, bulanık kümeleme analizi (Fuzzy Clustering) geliştirilmiştir. Bezdek (1981) tarafından geliştirilen Bulanık C-ortalamalar (Fuzzy C-Means, FCM) algoritması, en yaygın kullanılan bulanık kümeleme yöntemidir. Bulanık Kümelemenin klasik kümeleme yöntemlerine göre avantajı, veri hakkında daha detaylı bilgi vermesidir. Diğer taraftan dezavantajları da vardır. Çok sayıdaki birey ve küme durumunda çok fazla çıktı olacağından, özetlemek ve bilgiyi tasnif etmek zordur. Ayrıca bulanık kümeleme algoritmaları genellikle karmaşık yapıdadırlar ve daha çok belirsizlik söz konusu olduğunda kullanılır (Erilli vd., 2009). Bu yöntem, her bir birimin her kümeye belirli bir üyelik derecesiyle atanmasını sağlar. Her bir bireyin hangi kümeye olan üyeliğinin en büyük olduğuna bakılır ve bu bireyler o kümeye dâhil edilir. Ancak her bir birey diğer kümelere de belli bir üyelik dereceleri ile girebilir (Erilli vd., 2014). Böylece bir ülke, bir kümeye yüksek üyelik derecesi gösterirken, aynı anda diğer kümelere de düşük seviyede üyelik gösterebilir. Bu özellik, yöntemin çok boyutlu ve karmaşık yapıları daha esnek biçimde modellemesini mümkün kılar (Hathaway & Bezdek, 2001; Xu & Wunsch, 2009).

Her bir birim (burada ülke), 0 ile 1 arasında bir üyelik derecesi ile her kümeye atanır.

Eğer bir ülkenin bir kümeye üyelik derecesi 1'e çok yakınsa, o ülke büyük ölçüde o kümeye aittir. Ancak aynı ülkenin diğer kümelerde de belirli ölçüde üyelik değeri olabilir.

Böylece ülkelerin çok boyutlu benzerlikleri daha esnek biçimde modellenir.

Bulanık kümeleme algoritmasının amacı, küme merkezleri (c_i) ve üyelik dereceleri (u_{ij}) üzerinden hata fonksiyonunu minimize etmektir. Amaç fonksiyonu şu şekilde ifade edilir:

$$J_m = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C (u_{ij})^m \cdot \|x_i - c_j\|^2$$

Burada:

N: gözlem sayısı (ülke sayısı),

C: küme sayısı,

u_{ij} : i'nci gözlemin j'nci kümeye aitlik derecesi,

m: bulanıklık parametresi (genellikle 2 alınır),

x_i : i'nci gözlemin özellikler vektörü,

c_j : j'nci kümenin merkezi.

Bu amaç fonksiyonunun minimizasyonu iteratif bir algoritma ile gerçekleştirilir (Bezdek, 1981; Xu & Wunsch, 2009).

Algoritma Adımları

1. Küme sayısı (C) ve bulanıklık parametresi (m) belirlenir.
2. Başlangıç üyelik değerleri atanır.
3. Küme merkezleri hesaplanır.
4. Üyelik dereceleri güncellenir.
5. Amaç fonksiyonu belirli bir eşiğin altına indiğinde algoritma durur (Hathaway & Bezdek, 2001).

2.2. Geçerlilik İndeksleri

Bulanık kümeleme sonucunda elde edilen kümelerin uygunluğu çeşitli geçerlilik ölçütleriyle değerlendirilmektedir. Fuzzy Partition Coefficient (FPC) kümelerin ayrışma derecesini ölçerken, Xie-Beni indeksi kümeler arası ayrışma ve küme içi yoğunluğu birlikte ele almaktadır (Xie & Beni, 1991). Davies-Bouldin indeksi ise kümeler arası farklılık ile küme içi benzerliği birlikte değerlendirmektedir (Davies & Bouldin, 1979).

3. UYGULAMA VE BULGULAR

Çalışma evrenini, 2024 yılında uluslararası turizm istatistiklerine göre en çok turist çeken ilk 20 ülke oluşturmaktadır. Analizde kullanılan değişkenler iki gruptan oluşmaktadır;

1. Dünya Ekonomik Forumu (WEF) Seyahat ve Turizm Geliştirme Endeksi (TTDI, 2024) ve alt endeksleri:

- Kolaylaştırıcı Ortam Alt Endeksi
- Seyahat ve Turizm Politikası ve Kolaylaştırıcı Şartlar Alt Endeksi
- Altyapı Alt Endeksi
- Ziyaretçilerin Seyahat ve Turizm Talepleri Alt Endeksi
- Seyahat ve Turizmin Sürdürülebilirliği Alt Endeksi

2. Bazı Turizm İstatistikleri:

- Gelen turist sayısı
- Turizm geliri
- Seyahat ve turizm endüstrisi GSYH'si
- Seyahat ve turizm endüstrisi GSYH payı
- Seyahat ve turizm endüstrisi istihdamı

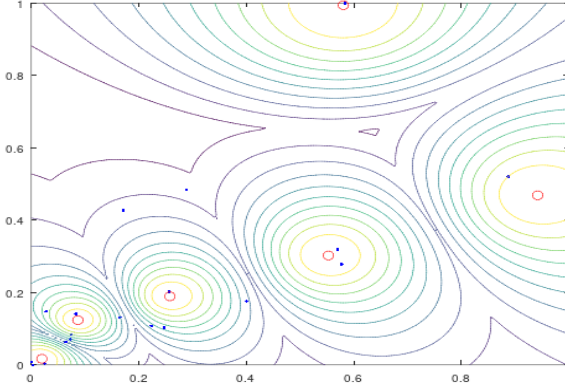
- Seyahat ve turizm endüstrisi istihdam payı
- Yurtiçi ziyaretçilerin toplam turizm harcamaları içindeki oranı (World Economic Forum, 2024)

Bu çalışmada, küme sayısını belirlemek için küme geçerlilik indeksi olarak Xie-Beni (XB) geçerlilik indeksi kullanılmıştır. Tablo1’de küme sayısı 2’den 9’a kadar olan XB değerleri verilmiştir. Minimum XB değerini veren küme sayısı optimal küme sayısı olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Farklı Küme Sayıları İçin Xie-Beni İndeks Değerleri

Küme Sayısı	Xie-Beni İndeks Değeri
2	2,4012
3	4,5119
4	5,5737
5	2,1472
6	2,073
7	2,0815
8	2,1638
9	2,0967

Elde edilen bulanık kümeleme sonuçlarına göre, 20 ülke 6 kümeye ayrılmıştır. Küme yayılım grafiği Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Küme Yayılım Grafiği

Her ülke, belirli bir üyelik derecesiyle içinde bulunduğu kümenin üyesi olabilir. Aynı kümeye düşen ülkelerin aynı küme merkezine en yüksek üyelik derecesi göstermesi anlamına gelir.

Tablo 2 ülkelerin küme üyelikleri olasılık matrisi dağılımını göstermektedir.

Tablo 2. Ülkelerin Küme Üyelikleri Olasılık Matrisi Dağılımı

Ülkeler	1.Küme	2.Küme	3.Küme	4.Küme	5.Küme	6.Küme
Fransa	0,9429	0,0260	0,0092	0,0060	0,0109	0,0049
İspanya	0,9280	0,0331	0,0104	0,0066	0,0166	0,0052
ABD	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,9997	0,0000
Türkiye	0,0068	0,9731	0,0105	0,0044	0,0022	0,0030
İtalya	0,0034	0,9872	0,0048	0,0020	0,0012	0,0014
Meksika	0,0280	0,2700	0,5194	0,1052	0,0151	0,0625
Birleşik Krallık	0,0658	0,2738	0,3189	0,1639	0,0813	0,0963
Almanya	0,0003	0,0019	0,9903	0,0052	0,0002	0,0020
Yunanistan	0,0082	0,0378	0,6699	0,1933	0,0056	0,0853
Avusturya	0,0074	0,0326	0,6059	0,2528	0,0052	0,0961
Birleşik Arap Emirlikleri	0,0410	0,1518	0,3827	0,2467	0,0499	0,1279
Portekiz	0,0050	0,0198	0,2974	0,5703	0,0039	0,1037
Suudi Arabistan	0,0004	0,0012	0,0091	0,9736	0,0003	0,0154
Hollanda	0,0015	0,0049	0,0304	0,7810	0,0013	0,1809
Polonya	0,0020	0,0066	0,0388	0,6280	0,0017	0,3229
Hırvatistan	0,0021	0,0067	0,0369	0,4798	0,0017	0,4728
Kanada	0,0033	0,0102	0,0557	0,7499	0,0030	0,1780
Macaristan	0,0002	0,0005	0,0022	0,0107	0,0002	0,9862
Tayland	0,0005	0,0014	0,0054	0,0245	0,0004	0,9678
İrlanda	0,0004	0,0011	0,0045	0,0216	0,0003	0,9720

Verilere FCM uygulanmış, uygulamada Balasko vd.'leri tarafından oluşturulan kodlar kullanılmış ve sonuçlar Tablo 3'de gösterilmiştir. FCM, her ülke için tüm kümelere üyelik dereceleri atar. Ülkelerin aynı kümeye düşmesi bu ülkelerin aynı küme merkezine ait olma olasılığının en yüksek olduğu anlamına gelir.

Tablo 3 ülkelerin kümelere göre dağılımını göstermektedir. 1. Kümede Fransa, İspanya; 2. Kümede Türkiye, İtalya, 3. Kümede Meksika, Birleşik Krallık, Almanya, Yunanistan, Avusturya, Birleşik Arap Emirlikleri; 4. Kümede Portekiz, Suudi Arabistan, Hollanda, Polonya, Hırvatistan, Kanada; 5. Kümede ABD; 6. Kümede ise Macaristan, Tayland, İrlanda yer almaktadır.

Tablo 3. Ülkelerin Kümelere Dağılımı

1.Küme	2.Küme	3.Küme	4.Küme	5.Küme	6.Küme
Fransa	Türkiye	Meksika	Portekiz	ABD	Macaristan
İspanya	İtalya	Birleşik Krallık	Suudi Arabistan		Tayland
		Almanya	Hollanda		İrlanda
		Yunanistan	Polonya		
		Avusturya	Hırvatistan		
		Birleşik Arap Emirlikleri	Kanada		

4. SONUÇ

Bu çalışmada, en çok turist alan 20 ülkenin (ABD, Fransa, İspanya, İtalya, Türkiye, Meksika, Birleşik Krallık, Almanya, Yunanistan, Avusturya, Birleşik Arap Emirlikleri, Portekiz, Suudi Arabistan, Hollanda, Polonya, Hırvatistan, Kanada, Macaristan, Tayland, İrlanda) Dünya Ekonomik Forumundan elde edilen 2024 yılı Seyahat ve Turizm Geliştirme Endeksi ve alt endeksleri (Kolaylaştırıcı Ortam Alt Endeksi, Seyahat ve Turizm Politikası ve Kolaylaştırıcı Şartlar Alt Endeksi, Alt Yapı Endeksi, Ziyaretçilerin Seyahat ve Turizm Talepleri Alt Endeksi, Seyahat ve Turizmin Sürdürülebilirliği Alt Endeksi) ile bazı turizm istatistiklerine (Gelen Turist Sayısı, Turizm Geliri, Seyahat ve Turizm Endüstrisi Gayrisafi Yurtiçi Hasılası, Seyahat ve Turizm Endüstrisi Gayrisafi Yurtiçi Hasılasının Toplam Gayrisafi Yurtiçi Hasıladaki Payı, Seyahat ve Turizm Endüstrisi İstihdamı, Seyahat ve Turizm Endüstrisi İstihdamının Toplam İstihdam İçindeki Payı, Yurtiçi Ziyaretçilerin Seyahat ve Turizm Harcamaları İçindeki Oranı) göre bulanık kümeleme analizi ile sınıflandırılmıştır.

Bulanık kümeleme yöntemi, birimlerin kümeye ya da kümelere ait olabilme katsayılarını hesaplar ve bu katsayıların toplamı daima 1'dir. Klasik kümeleme yöntemlerinde olduğu gibi bulanık kümeleme yönteminde de n birim belirli sayıdaki kümelere ayrılır, ancak bu birimlerden bazıları herhangi bir kümeye girmeye zorlanmaz. Ancak bu çalışmada kararsız bir yapı

göstermemiş ve sınıflandırma açısından bulanıklık sergilenmemiştir. Yani her ülke bir kümeye dahil olmuştur.

Küme sayısını belirlemek için küme geçerlilik indeksi olarak Xie-Beni (XB) geçerlilik indeksi kullanılmış ve ülkeleri sınıflandırmada kullanılacak küme sayısı 6 olarak belirlenmiştir. 1. Kümede Fransa ve İspanya, 2. Kümede Türkiye ve İtalya, 3. Kümede Meksika, Birleşik Krallık, Almanya, Yunanistan, Avusturya, Birleşik Arap Emirlikleri, 4. Kümede Portekiz, Suudi Arabistan, Hollanda, Polonya, Hırvatistan ve Kanada, 5. Kümede ABD ve 6. Kümede Macaristan, Tayland ve İrlanda yer almaktadır.

Sonuç olarak, bulanık kümeleme analizinde ülkelerin aynı kümeye dahil olmaları ülkelerin turizm gelişmişlik düzeyi, ziyaretçi sayıları, gelir büyüklükleri ve turizmin makroekonomik göstergeler içindeki payları bakımından benzer yapısal özellikler göstermesinden kaynaklanmaktadır.

1. Kümede Fransa ve İspanya'nın yer alması özellikle her iki ülkenin de Akdeniz havzasında olması, kitle turizmine dayalı destinasyon çeşitliliğine sahip olması ve uluslararası turizm pazarında yüksek rekabet gücüyle öne çıkması gibi sebeplerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, Fransa ve İspanya'nın turizm endüstrilerinde yüksek katma değer yaratma kapasiteleri ve gelişmiş altyapı göstergeleri, kümeleme sonucunda benzer pozisyonda yer almalarını desteklemiştir.

İtalya ve Türkiye 2. Kümede birlikte yer almıştır. Her iki ülke de Akdeniz havzasında, İklim, deniz-kum-güneş turizmi açısından oldukça elverişlidir. Her iki ülkenin de zengin kültürel miras (antik kentler, UNESCO alanları, dini ve tarihsel yapılar) barındırması, Kültürel turizm, gastronomi ve şehir turizminin önemli alt sektörleri olması (Roma-İstanbul, Floransa-Kapadokya gibi), gelişmiş ulaşım altyapısı (hava, kara, deniz) ve güçlü konaklama kapasitelerinin mevcut olması, Turizm türleri

çeşitliliği: kıyı turizmi, kültür turizmi, gastronomi, sağlık, inanç turizmi vb., gibi etkenler de iki ülkenin aynı kümede yer almalarında etkilidir.

3. Kümede Meksika, Birleşik Krallık, Almanya, Yunanistan, Avusturya, Birleşik Arap Emirlikleri yer almaktadır. Bu ülkeler, hem uluslararası hem de yurtiçi turizm talebine sahip, olgun ve dengeli turizm ekonomileri olarak değerlendirilebilir. Turizmin gayrisafi yurtiçi hasıla ve istihdam içindeki paylarının benzer düzeylerde olması, gelişmiş altyapı, güçlü marka değerleri ve hizmet kalitesi gibi faktörler, bu ülkelerin aynı kümeye dahil olmasını istatistiksel olarak desteklemiştir. Ayrıca, analiz sonucunda oluşan bu küme, “orta-yüksek gelişmişlik düzeyine sahip, çeşitlendirilmiş turizm ekonomileri” olarak nitelendirilebilir.

Hem Avrupa’nın turizm merkezlerinden (Portekiz, Hırvatistan, Hollanda, Polonya) hem de farklı ekonomik-turistik dinamiklere sahip ülkelere (Suudi Arabistan, Kanada) oluşan 4. Kümenin bu ülkelere oluşması, seyahat ve turizm gelişmişlik düzeylerinin orta düzeyde olması, buna karşılık turizm endüstrisinin ekonomik katkısının sınırlı ancak büyüme potansiyelinin yüksek olmasından kaynaklanabilir. Turizm, bu ülkelere ne aşırı bağımlı bir sektördür, ne de ekonomik olarak önemsizdir. Bu ülkeler altyapı ve sürdürülebilirlik göstergelerinde belirli bir gelişmişlik düzeyine ulaşmış ama küresel ölçekte lider olmayan ülkeler grubunu temsil etmektedir.

Portekiz ve Hırvatistan’da turizm ekonomiye önemli katkı sağlarken, Hollanda, Kanada ve Polonya’da turizm ekonominin küçük ama istikrarlı bir parçasıdır, Suudi Arabistan’da ise turizm sektörü enerji dışı gelirleri çeşitlendirmek için hızla geliştirilmektedir.

Yapılan analiz sonrasında ABD’nin diğer ülkelerle homojen olacak net bir küme üyeliği göstermediği ve 5. Kümede

tek başına yer aldığı görülmektedir. ABD, dünyada en yüksek seyahat ve turizm endüstrisi GSYH'sine sahip ülkedir. Turizm sektörünün ekonomik çıktısı, çoğu ülkenin toplam GSYH'sini aşan bir düzeydedir. Bu durum, ABD'yi istatistiksel olarak diğer ülkelerden ayırarak yüksek üyelik derecesine sahip tekil bir küme oluşturmaya yol açmıştır. Dünya Seyahat ve Turizm Konseyi (WTTC, 2024) verilerine göre ABD'nin turizmden elde ettiği toplam gelir, İspanya ve Fransa'nın toplamından fazladır. Dolayısıyla, mutlak değerler açısından benzer bir ülke bulunmadığından, algoritma bu ülkeyi “tek üyeli küme” olarak sınıflandırmıştır.

Bulanık kümeleme analizi sonucunda Macaristan, Tayland ve İrlanda aynı kümede yani 6. Kümede yer almıştır. Bu ülkeler, turizm sektörünün ekonomik katkısı, büyüme potansiyeli ve uluslararası çekim gücü açısından benzer orta ölçekli yapılara sahiptir. Tayland, Güneydoğu Asya'da turizme en fazla bağımlı ülkelerden biridir, gelirinin büyük kısmını turizmden elde eder. Macaristan, Orta Avrupa'da kültürel ve termal turizmle öne çıkan, bölgesel ölçekte güçlü bir destinasyondur. İrlanda, gelişmiş bir ekonomi olmasına karşın, turizmin GSYH'ye katkısı Tayland ve Macaristan ile benzer orandadır. Bu üç ülke de “lider” değil, bölgesel güçlü aktör konumundadır — bu da aynı kümede yer almalarını açıklamaktadır.

Bulanık kümeleme analizi yöntemi, ülkeler arasındaki benzerlikleri daha esnek ve gerçekçi bir şekilde belirleme açısından önemli bir avantaj sağlamıştır. Bulanık kümeleme analizi sonuçları, ülkelerin turizm göstergelerindeki benzerlik ve farklılıkların yalnızca ekonomik büyüklükle değil, turizm politikaları, iç-dış pazar dengesi ve sürdürülebilirlik stratejileriyle de şekillendiğini göstermektedir. Bu nedenle, turizm politikalarının yalnızca gelir artışı hedefiyle değil, çevresel koruma, yerel kalkınma ve kültürel sürdürülebilirlik ilkeleriyle birlikte tasarlanması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Assaf, A. G., & Josiassen, A. (2012). Identifying and ranking the determinants of tourism performance: A global investigation. *Journal of Travel Research*, 51(4), 388–399. <https://doi.org/10.1177/0047287511426337>
- Bezdek, J. C. (1981). *Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms*. Springer.
- Cró, S., & Martins, A. M. (2018). Structural breaks in international tourism demand: Are they caused by crises or disasters? *Tourism Management*, 63, 3–9. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.06.009>
- Çelik, N., & Öztürk, Y. (2019). Turizm rekabetçiliği açısından Türkiye'nin illerinin kümeleme analizi ile incelenmesi. *Turizm Akademik Dergisi*, 6(1), 77–91.
- Davies, D. L., & Bouldin, D. W. (1979). A cluster separation measure. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, PAMI-1(2), 224–227. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.1979.4766909>
- Erilli N.A., Tunç T., Öner Y. ve Yolcu U, (2009). İllerin Sosyo-Ekonomik Verilere Dayanarak Bulanık Kümeleme Analizi ile Sınıflandırılması. *E-Journal of New World Sciences Academy*, v.4, n.1.
- Erilli N.A., Yolcu U., Eğrioğlu E., Aladağ Ç.H. ve Öner Y., (2011). Determining The Most Proper Number Of Cluster in Fuzzy Clustering By Artificial Neural Networks. *Expert Systems with Applications*, 38, 2248-2252.
- Hathaway, R. J., & Bezdek, J. C. (2001). Fuzzy clustering. In D. Dubois & H. Prade (Eds.), *The handbook of fuzzy sets series* (pp. 195–237). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0311-8_7

- Karakış, E., & Gülden, T. (2019). OECD Ülkelerinin Ekonomik Özgürlüklerine Göre Kümeleme Analizi ile Sınıflandırılması. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 20(2), 297-316. <https://doi.org/10.37880/cumuiibf.614708>
- World Economic Forum. (2022). *Travel & Tourism Development Index 2021: Rebuilding for a sustainable and resilient future*. WEF.
- World Economic Forum. (2024). *Travel & Tourism Development Index 2024: Rebuilding tourism for a sustainable and inclusive future*. WEF.
- World Tourism Organization (UNWTO). (2024). *International tourism highlights*. UNWTO.
- World Travel & Tourism Council (WTTC). (2024). *Economic impact report*. WTTC.
- Xie, X. L., & Beni, G. (1991). A validity measure for fuzzy clustering. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 13(8), 841–847. <https://doi.org/10.1109/34.85677>
- Xu, R., & Wunsch, D. (2009). *Clustering*. Wiley-IEEE Press. <https://doi.org/10.1002/9780470382776>

G20 ÜLKELERİ İÇİN LOJİSTİK PERFORMANS ENDEKSİNİN ÇKKV YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Fulya ZARALI¹

1. GİRİŞ

Küresel ticaretin giderek karmaşık bir yapıya büründüğü günümüzde, ülkelerin rekabet gücünü belirleyen temel unsurlardan biri lojistik performanstır. Ürünlerin üretim noktasından tüketiciye ulaştırılmasına kadar geçen süreç yalnızca fiziksel taşımayı değil; gümrük prosedürlerini, altyapı kapasitesini, lojistik hizmet sağlayıcıların uzmanlığını, dijital izleme olanaklarını ve teslimat güvenilirliğini kapsayan çok boyutlu bir yapıyı ifade etmektedir. Bu nedenle lojistik süreçlerde yaşanan en küçük bir aksaklık, dış ticaret maliyetlerinden ihracat çeşitliliğine, tedarik zinciri dayanıklılığından yatırım çekiciliğine kadar geniş bir yelpazede ekonomik performansı doğrudan etkileyebilmektedir (Yapraklı,2017). Hem ülkeler arası hizmet kalitesinin karşılaştırılabilmesi hem de politika yapıcıların stratejik kararlar alabilmesi için lojistik performansın nesnel göstergelerle değerlendirilmesi artık zorunlu bir gereksinim hâline gelmiştir. Bu amaçla Dünya bankası tarafından geliştirilen Lojistik Performans Endeksi (LPE), ülkelerin lojistik kapasitelerini, gümrük, altyapı, uluslararası sevkiyatlar, lojistik kalite ve yeterlilik, izleme ve takip ve zamanlılık olmak üzere altı temel üzerinden karşılaştırmalı olarak değerlendiren önemli bir göstergedir (Dünya Bankası, 2023). LPE, çok boyutlu ve sektör

¹ Doç. Dr., Kayseri Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0002-7796-1040.

profesyonellerinin görüşlerine dayalı olarak puanlanmakta ve ülkelerin lojistik ve dış ticarete sahip oldukları üstünlüklerin karşılaştırılmasında önemli bilgiler sağlamaktadır(Manavgat ve Demirci,2021). Çok uluslu işletmeler, küresel pazarlardaki değişimleri izlerken LPE değerlerini dikkate alarak yatırım stratejilerini şekillendirebilmekte ve potansiyel fırsatları daha sağlıklı değerlendirebilmektedir (Karaköy, 2019). Araştırmalar, LPE skorları yüksek ülkelerin daha düşük dış ticaret maliyetlerine sahip olduğu, ihracat çeşitliliğinin daha fazla olduğu, küresel değer zincirlerine daha etkin entegre olduğu, üretimde zaman kayıplarının daha az olduğu göstermektedir (Hausman ve diğerleri, 2013).

LPE'nin altı boyutu, ülkelerin lojistik sistemlerini hem dayanıklı hem de yetenekleri açısından bütüncül bir şekilde değerlendirmektedir. Bu büyüme yalnızca lojistik büyümelerin dağılımını değil, bürokratik adımları, teknolojik altyapıyı, kamu yönetimi bölümünü ve özel sektör hizmet kapsamını kapsamaktadır. Gümrük işlemlerinin hızı, şeffaflığı ve maliyet etkinliği uluslararası ticaretin sonuçları doğrudan etkilerken; limanlar, karayolları, demiryolları ve hava kargo hizmetleri gibi altyapı hizmetleri taşıma maliyetleri ile teslimat sürelerinin belirlenmesinde temel rol oynamaktadır. Ülkeler arası gönderi hacimlerinin artması ve lojistik faaliyetlerin karmaşıklığının yükselmesi, nakliye firmalarının operasyonel profesyonellik düzeyini ve depolama–araç yönetimi kabiliyetlerini daha kritik hâle getirmektedir. Bu unsurlar, bir ülkenin lojistik yeterliliğinin temel belirleyicileri arasında yer almaktadır. Dijital teknolojilerdeki gelişmelerle birlikte izleme ve takip sistemleri lojistik süreçlerin ayrılmaz bir parçası haline gelmiş; teslimatların zamanında gerçekleştirilme oranı ise hem müşteri memnuniyeti hem de işletme verimliliği açısından stratejik öneme sahip bir performans göstergesi olmuştur (Dünya Bankası, 2023). Bu unsurların bir arada ele alındığı, lojistik performansın yalnızca

fiziksel altyapıya değil, aynı zamanda kurumsal kapasiteye, teknolojik olgunluğa ve organizasyonel verimliliğe dayandığı açıkça görülmektedir.

G20 ülkeleri, küresel ekonomi içinde stratejik bir konuma sahip oldukları için lojistik performansları hem ulusal rekabet gücü hem de küresel tedarik zincirlerinin işleyişi açısından kritik önem taşımaktadır. LPE verileri, bu ülkelerin lojistik altyapılarındaki gelişmişliğin dış ticaret maliyetlerini düşürdüğünü, ihracat çeşitliliğini artırdığını ve tedarik zinciri verimliliğini güçlendirdiğini göstermektedir (Dünya Bankası, 2023). LPE skorları yüksek olan ekonomilerin doğrudan yabancı yatırımı daha fazla çektiğini, bunun da üretim merkezlerinin bu ülkelere kaymasına yol açtığını göstermektedir (Kılıç,2021; Acci ve Ayar,2023). OECD raporları, G20 ülkelerinin dünya ticaretinin %75'ini gerçekleştirmesi nedeniyle bu ülkelerde yaşanan lojistik aksaklıkların küresel değer zincirlerinde ciddi kırılmalara yol açabileceğini vurgulamaktadır (OECD, 2023). Dolayısıyla G20 ülkelerinin lojistik performansı, yalnızca kendi ekonomik büyüme dinamiklerini şekillendiren bir unsur değil, aynı zamanda küresel tedarik ağlarının sürdürülebilirliği açısından da önemlidir. Bu amaçla bu çalışmada Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemi ile G20 ülkeleri için lojistik performans endeksine göre değerlendirmesi yapılacaktır. Lojistik performans gibi çok boyutlu ve birbiriyle ilişkili unsurların değerlendirildiği alanlarda karar verme süreci, tek bir göstergeye dayanamayacak kadar karmaşıktır. Bu nedenle ÇKKV yöntemleri, farklı kriterlerin önem derecelerini dikkate alarak daha bütüncül ve analitik bir değerlendirme yapılmasını mümkün kılmaktadır. ÇKKV yöntemlerinin temel avantajı, karar vericilerin karar verme sürecinde çok boyutlu problemleri sistematik biçimde analiz etmesine olanak sağlamasıdır (Ecer,2020). Dünya bankası tarafından sunulan LPE metodolojik olarak güçlü olsa da, ölçüm sürecine yönelik bazı eleştiriler

bulunmaktadır. LPE değerlendirmesi iki temel bileşene dayanmaktadır: İlk bileşen, anketlerdir. Bu anketler sahada yer alan uluslararası lojistik operatörlerine uygulanmaktadır ve bu firmaların ticaret yaptıkları ülkelerdeki lojistik uygulamalarına ilişkin geri bildirimlerini kapsamaktadır. İkinci bileşen veri toplama kısmıdır. Bu veriler, deniz taşımacılığı, konteyner takibi, posta ve hava taşımacılığı faaliyetlerine ilişkin bilgilerdir ve veri sağlayıcılardan bu veriler alınmakta LPE için kullanılmaktadır. Söz konusu iki bileşenin iki farklı yöntemi temel aldığı dikkat çekmektedir. İlk bileşen, ülkelerin lojistik performanslarına ilişkin sahadaki aktörlerin algılarını yansıtmakta iken; ikinci bileşen, küresel tedarik zincirlerine yönelik verileri esas alarak küresel ticaretin hızını ortaya koymaktadır (tiud.org.tr,2023). LPE verilerin anket ile alınması ve uzman görüşlerinin sübjektif olması nedeniyle ülkelerin skorlarında sübjektif bir değerlendirme algısı oluşturmaktadır. Bu nedenle, ülkelerin lojistik performansını daha nesnel ve ayrıştırıcı bir yaklaşımla değerlendirebilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada CRITIC temelli TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. CRITIC yöntemi, kriterlerin varyansını ve birbirleriyle olan çelişkilerini dikkate alan objektif bir ağırlıklandırma yöntemidir. TOPSIS yöntemi, alternatifleri pozitif ideal çözüme olan yakınlıkları ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkları üzerinden değerlendiren ve karar verme sürecinde dengeli, karşılaştırılabilir sonuçlar üreten bir yöntemdir. Bu özelliklerinden dolayı bu çalışmada tercih edilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

G20 ülkelerinde lojistik performansın değerlendirilmesine yönelik çalışmalar son yıllarda arttığı görülmektedir. özellikle LPE'nin tek başına sunabildiği çerçevenin karmaşık lojistik yapıları yeterince açıklayamadığı vurgulanmıştır. Bu nedenle

araştırmacılar, ülkeler arasındaki performans farklarını daha ayrıntılı biçimde ortaya koyabilmek için çok kriterli değerlendirme yöntemlerine yönelmiştir. Yapılan çalışmaların ortak noktası, ÇKKV temelli sıralamaların genel olarak Dünya Bankası sonuçlarıyla tutarlı olduğudur; ancak bu yöntemler ülkeler arasındaki ince farkları daha görünür hale getirmektedir (Yalcın ve Ayvaz,2020, Topal ve Ulutaş,2024,Özekenci,2025). ÇKKV yöntemlerine bakıldığında, farklı yaklaşımların lojistik performansı değerlendirmede farklı avantajlar sunduğu görülmektedir. Literatüre baktığımızda TOPSIS, COPRAS, EDAS, CoCoSo gibi farklı yöntemlerle lojistik performans değerlendirmeleri görülmektedir.(Orhan,2019; Aboul-Dahab, K. 2020;Eş ve Eğilmez,2024) . Objektif ağırlıklandırma yöntemleri olan CRITIC ve Entropi'nin literatürde lojistik performans endeksi değerlendirmelerinde daha sık tercih edildiği görülmektedir. Bunun temel nedeni ise kriterler arasındaki varyans ve korelasyon yapısını dikkate alarak daha tarafsız bir ağırlıklandırma sunmalarıdır. (Altıntaş,2021; Kargı, 2022; Çıray ve ark.2024;Yılmaz,2025). olarak yansıtmayabileceğine de dikkat çekilmiştir (Eberhard-Ruiz & Calabrese, 2017; Wilson, 2014).

Genel olarak değerlendirdiğimizde, lojistik performansın değerlendirilmesinde hem kriterlerin bilgi içeriğini hem de aralarındaki ilişkileri dikkate alan objektif ağırlıklandırma temelli ÇKKV yaklaşımlarının kullanımı, politika yapıcılar ve araştırmacılar için daha tutarlı ve karşılaştırılabilir sonuçlar üretmektedir. Bu çalışma ile, CRITIC ve Entropi yöntemleriyle elde edilen objektif ağırlıkları bütünleştirerek G20 ülkelerinin lojistik performansını çok kriterli bir bakış açısıyla değerlendirmekte ve literatüre karşılaştırmalı ve güncel bir analiz sunmaktadır.

3. YÖNTEM

G20 ülkelerine ait LPE sıralaması için kullanılan CRITIC temelli TOPSIS yönteminin adımları aşağıda verilmiştir.

3.1.CRITIC Yöntemi

CRITIC, kriterler arası korelasyon kullanılarak kriterlerin ağırlıklandırılması yöntemidir. Diakoulaki vd. (1995) tarafından ortaya atılan yöntem değerlendirme kriterlerinde yer alan tüm bilgileri çıkartmak için karar matrisinin analitik incelenmesine dayanmaktadır. CRITIC yöntemi, gerçek verilere kullanarak sonuca ulaştığı için objektiftir ve karar vericilerin karar üzerindeki etkilerini ortadan kaldırır. Yöntemin adımları aşağıda verilmiştir. (Ecer,2020)

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması; X karar matrisi ilgili verilerden oluşur, sayısal değerlerdir.

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 1, 2 \dots m \quad j = 1, \dots n \quad (1)$$

Adım 2: Standartlaştırma; Max-min. lineer normalizasyon yardımıyla karar matrisi elemanları normalize edilir. Bu amaçla Eşitlik (2) fayda kriterleri için Eşitlik (3) maliyet kriterleri için kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (3)$$

Adım 3: Korelasyon katsayısının hesaplanması; Bu adımda Eşitlik (4) kullanılarak korelasyon katsayısı hesaplanır.

$$\rho_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)(r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}}; j \text{ ve } k: 1, 2 \dots n \quad (4)$$

Adım 4: C_j değerinin ve standart sapmanın hesaplanması: Eşitlik (5) kullanılarak C_j değeri hesaplanır. Eşitlik (6) kullanılarak standart sapma değeri hesaplanır.

$$C_j = \sigma_j \sum_k^n (1 - \rho_{jk}) \quad (5)$$

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m}} \quad (6)$$

Adım 5: Önem ağırlıklarının hesaplanması; Son adımda kriterlerin önem ağırlıkları Eşitlik (7) ile elde edilir.

$$W_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^n C_k} ; \sum_{j=1}^n W_j = 1 \quad (7)$$

3.2 TOPSIS Yöntemi

TOPSIS Yöntemi, 1980li yıllarda Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen ve ideale yakınlığı temsil eden toplam fonksiyonu temelli bir uzlaşma yöntemidir. TOPSIS yöntemi pozitif ideale ve negatif ideale en uzak olan bir çözüm bulmayı amaçlar. Yöntemin adımları aşağıda verilmiştir (Ecer,2021) .

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması: İlk olarak karar matrisi oluşturulur. Karar matrisinin satırlarında karar alternatifleri, sütunlarında ise kriterler bulunmaktadır.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

A_{ij} matrisinde m karar alternatifi sayısını, n ise problemde yer alan kriter sayısını belirtir.

2. Adım: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin (R) Oluşturulması: Normalize edilmiş karar matrisi, A_{ij} matrisinin elemanları kullanılarak aşağıdaki denklem yardımıyla oluşturulur. Normalizasyon işleminin amacı verileri farklı

birimlerden olma ihtimallerine karşın 0 ile 1 arasında standart bir değere kavuşturulmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (9)$$

$$(i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, p)$$

3. Adım: Ağırlıklı Normalize Karar Matrisinin (V) Oluşturulması: Yöntemin bu adımında normalize edilmiş karar matrisi kriterlere ilişkin önem katsayıları (w_i) ile çarpılır ve ağırlıklandırma işlemi gerçekleştirilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta w_j değerlerinin toplamının 1 sayısını vermesidir. Aşağıdaki denklem yardımıyla oluşturulan V_{ij} matrisi aşağıdaki gibidir.

$$V_{ij} = r_{ij} \cdot w_{ij} \quad (10)$$

4. Adım: Pozitif İdeal (A^+) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Elde Edilmesi: TOPSIS yönteminin temelini oluşturan pozitif ideal çözüme (PIS) yakınlık ve negatif ideal çözüme (NIS) uzaklık koşulun sağlanması için öncelikle bu değerlerin elde edilmesi gerekir. Bu çözümlerin elde edilmesinde ağırlıklandırılmış karar matrisi değerleri esas alınır. Pozitif ideal çözümün elde edilmesinde V matrisinin sütun değerlerinin en yüksek (ilgili ölçüt maliyet yönlü ise en düşüğü), negatif ideal çözümün elde edilmesinde ise sütun değerlerinin en düşüğü (ilgili ölçüt fayda yönlü ise en yüksek) seçilir. Pozitif ideal ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikler kullanılır.

- **Pozitif ideal çözüm için:**

$$A^+ = \{(max_i v_{ij} | j \in J) , (min_i v_{ij} | j \in J')\}$$

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \quad (11)$$

- **Negatif ideal çözüm için:**

$$A^- = \{(min_i v_{ij} | j \in J) , (max_i v_{ij} | j \in J')\}$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_3^-\} \quad (12)$$

Yukarıda yer alan her iki formülde de fayda, ise maliyet değerini göstermektedir. Hem pozitif ideal çözüm kümesi hem de negatif ideal çözüm kümesi (m) elemandan oluşmaktadır.

5. Adım: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması: Yöntemde en uygun alternatifin belirlenmesinde her bir karar alternatifinin pozitif ideal ve negatif ideal çözüm noktalarına olan uzaklığına bakılmaktadır. Bu uzaklık değerleri Öklid uzaklık yardımıyla elde edilirken pozitif ideal çözüme uzaklık S_i^+ ve negatif ideal çözüme uzaklık S_i^- olarak adlandırılır. Pozitif ideal çözüme uzaklık değerinin ve negatif ideal çözüme uzaklık değerinin hesaplanması için aşağıdaki formüller kullanılmaktadır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (13)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (14)$$

6. Adım: İdeal Çözüme Görece Yakınlık Değerinin (C_i^+) Hesaplanması: Her bir karar alternatifinin ideal çözüme görece uzaklığının (C_i^+) hesaplanması işleminde pozitif ideal çözüme uzaklık (S_i^+) ve negatif ideal çözüme uzaklık (S_i^-) değerlerinden yararlanılmaktadır. C_i^+ değerinin hesaplanmasında ki denklem aşağıdaki gibidir.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (15)$$

Bu adımda hesaplanan C_i^+ değeri 0 ile 1 arasında bir değer almakla birlikte $C_i^+ = 1$ karar alternatifinin pozitif ideal çözüme, $C_i^+ = 0$ ise alternatifinin negatif ideal çözüme olan mutlak yakınlığını göstermektedir. TOPSIS yönteminde son olarak elde edilen C_i^+ değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanarak karar alternatiflerinin performansları değerlendirilir.

4. UYGULAMA

4.1. CRITIC Yönteminden Elde Edilen Sonuçlar

Bu bölümünde, CRITIC yönteminden faydalanılarak G20 Ülkeleri için Dünya Bankası tarafından sunulan (LPE 2023 Report) LPE verilerinden G20 ülkelerinden 19 ülkeye ait veri elde edilerek Tablo 1’deki karar matrisi oluşturulmuştur. LPE’ye ait 6 kriter; Gümrükler (LP1), Altyapı (LP2), Uluslararası Gönderiler (LP3), Lojistik Yetkinlik ve Hizmet Kalitesi (LP4), İzleme ve Takip (LP5) ve Zamanında Teslimat (LP6) kriterlerine ait ağırlık değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 1. Karar Matrisi

Ülke	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5	LP6
Almanya	3,9	4,3	3,7	4,2	4,1	4,2
Kanada	4,0	4,3	3,9	4,1	4,1	4,0
Fransa	3,7	3,8	3,6	3,8	4,1	4,0
Japonya	3,9	4,2	3,7	4,0	4,0	4,0
Güney Kore	3,9	4,1	3,6	3,8	3,8	3,8
ABD	3,7	3,9	3,6	3,8	3,8	4,2
Avustralya	3,7	4,1	3,5	3,6	3,6	4,1
Çin	3,3	4,0	3,5	3,7	3,7	3,8
İtalya	3,4	3,8	3,6	3,9	3,9	3,9
Güney Afrika	3,3	3,6	3,4	3,8	3,8	3,8
Birleşik Krallık	3,5	3,7	3,6	3,7	3,7	4,0
Hindistan	3,0	3,2	3,2	3,6	3,6	3,4
Suudi Arabistan	3,0	3,6	3,4	3,6	3,6	3,5
Brezilya	2,9	3,2	3,1	3,5	3,5	3,2
Endonezya	2,8	2,9	3,0	3,3	3,3	3,0
Meksika	3,1	3,1	3,1	3,5	3,5	3,1
Arjantin	3,1	2,9	2,9	3,1	3,1	2,9
Rusya Federasyonu	2,9	2,5	2,7	2,9	2,9	2,5
Türkiye	3,2	3,5	3,4	3,6	3,7	3,6

CRITIC yönteminin bu adımımda max-min. lineer normalizasyon yardımıyla karar matrisi elemanları normalize edilir. Fayda kriterleri için Eşitlik (2) kullanılarak normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan normalize karar matrisi Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Normalize Karar Matrisi

Ülke	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5	LP6
Almanya	0,917	1,000	0,833	0,846	0,917	0,882
Kanada	1,000	1,000	1,000	0,769	0,917	0,824
Fransa	0,750	0,722	0,750	0,615	0,917	0,824
Japonya	0,917	0,944	0,833	0,769	0,833	0,824
Güney Kore	0,917	0,889	0,750	0,692	0,750	0,765
ABD	0,750	0,778	0,750	0,692	0,750	1,000
Avustralya	0,750	0,889	0,667	0,538	0,583	0,941
Çin	0,417	0,833	0,667	0,615	0,667	0,765
İtalya	0,500	0,722	0,750	0,769	0,833	0,824
Güney Afrika	0,417	0,611	0,583	0,692	0,750	0,765
Birleşik Krallık	0,583	0,667	0,750	0,615	0,667	0,882
Hindistan	0,167	0,389	0,417	0,538	0,583	0,529
Suudi Arabistan	0,167	0,611	0,583	0,538	0,583	0,588
Brezilya	0,083	0,389	0,333	0,462	0,500	0,412
Endonezya	0,000	0,222	0,250	0,308	0,333	0,294
Meksika	0,250	0,333	0,333	0,462	0,500	0,353
Arjantin	0,250	0,167	0,250	0,154	0,167	0,235
Rusya Federasyonu	0,083	0,000	0,167	0,000	0,000	0,000
Türkiye	0,333	0,667	0,583	0,538	0,667	0,647

CRITIC yönteminin bu aşamasında her bir kriter için Eşitlik 4 kullanılarak kriterler arası ilişkiyi gösteren korelasyon değeri hesaplanmış ve Eşitlik 5 kullanılarak her bir kritere ait bilgi miktarını ifade eden C_j değeri hesaplanmış Tablo 6’da verilmiştir. Her bir kriter için ağırlık skorları W_j değeri eşitlik 7 kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 6 ‘da verilmiştir.

Tablo 6 C_j ve W_j değerleri

	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5	LP6
C_j	0,258	0,184	0,183	0,157	0,130	0,117
W_j	0,251	0,179	0,178	0,153	0,126	0,113

Tablo 6’da yer alan değerlere göre En yüksek ağırlığa sahip kriter Gümrükler olmuştur. Bu sonuç, G20 ülkeleri arasında gümrük süreçlerinin etkinliği, şeffaflığı ve gümrük hızının ülkeler arası farklılıkları en iyi yansıtan boyut olduğunu göstermektedir. Daha düşük ağırlığa sahip kriter ise Zamanında Teslimat kriteri olmuştur. Genel olarak, elde edilen CRITIC ağırlıkları G20

ülkelerinde lojistik performansın esas belirleyicilerinin uluslararası taşımacılık kapasitesi, altyapı kalitesi ve gümrük süreçleri olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, Dünya Bankası LPE literatürü ve önceki çok kriterli karar verme çalışmalarının sonuçlarıyla tutarlı olduğunu göstermektedir.

3.2. TOPSIS Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçlar

CRITIC yöntemi ile hesaplanmış olan her bir kritere ait ağırlık değerleri bu bölümde TOPSIS yöntemine dahil edilmiştir. İlk olarak TOPSIS yöntemi için Eşitlik 8 kullanılarak Tablo 1'deki karar matrisi oluşturulmuştur. Yöntemin ikinci adımında eşitlik 9 karar matrisi normalize edilmiştir. Normalize karar matrisi Tablo 7'da verilmiştir.

Tablo 7. Normalize Karar Matrisi

Ülke	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Almanya	0,2627	0,2702	0,2490	0,2625	0,2551	0,2631
Kanada	0,2694	0,2702	0,2625	0,2562	0,2551	0,2505
Fransa	0,2492	0,2387	0,2423	0,2375	0,2551	0,2505
Japonya	0,2627	0,2639	0,2490	0,2500	0,2489	0,2505
Güney Kore	0,2627	0,2576	0,2423	0,2375	0,2364	0,2380
ABD	0,2492	0,2450	0,2423	0,2375	0,2364	0,2631
Avustralya	0,2492	0,2576	0,2356	0,2250	0,2240	0,2568
Çin	0,2223	0,2513	0,2356	0,2312	0,2302	0,2380
İtalya	0,2290	0,2387	0,2423	0,2437	0,2427	0,2443
Güney Afrika	0,2223	0,2262	0,2288	0,2375	0,2364	0,2380
Birleşik Krallık	0,2358	0,2325	0,2423	0,2312	0,2302	0,2505
Hindistan	0,2021	0,2010	0,2154	0,2250	0,2240	0,2130
Suudi Arabistan	0,2021	0,2262	0,2288	0,2250	0,2240	0,2192
Brezilya	0,1953	0,2010	0,2087	0,2187	0,2178	0,2004
Endonezya	0,1886	0,1822	0,2019	0,2062	0,2053	0,1879
Meksika	0,2088	0,1948	0,2087	0,2187	0,2178	0,1942
Arjantin	0,2088	0,1822	0,1952	0,1937	0,1929	0,1816
Rusya Federasyonu	0,1953	0,1571	0,1817	0,1812	0,1804	0,1566
Türkiye	0,2155	0,2199	0,2288	0,2250	0,2302	0,2255

Yöntemin bu adımında normalize edilmiş karar matrisi kriterlere ilişkin önem katsayıları (w_i) ile çarpılır ve ağırlıklandırma işlemi gerçekleştirilir. Eşitlik 10 kullanılarak ağırlıklı karar matrisi elde edilmiştir ve Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Ağırlıklı Karar Matrisi

Ülke	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Almanya	0,0659	0,0484	0,0443	0,0402	0,0321	0,0297
Kanada	0,0676	0,0484	0,0467	0,0392	0,0321	0,0283
Fransa	0,0626	0,0427	0,0431	0,0363	0,0321	0,0283
Japonya	0,0659	0,0472	0,0443	0,0382	0,0314	0,0283
Güney Kore	0,0659	0,0461	0,0431	0,0363	0,0298	0,0269
ABD	0,0626	0,0439	0,0431	0,0363	0,0298	0,0297
Avustralya	0,0626	0,0461	0,0419	0,0344	0,0282	0,0290
Çin	0,0558	0,0450	0,0419	0,0354	0,0290	0,0269
İtalya	0,0575	0,0427	0,0431	0,0373	0,0306	0,0276
Güney Afrika	0,0558	0,0405	0,0407	0,0363	0,0298	0,0269
Birleşik Krallık	0,0592	0,0416	0,0431	0,0354	0,0290	0,0283
Hindistan	0,0507	0,0360	0,0383	0,0344	0,0282	0,0241
Suudi Arabistan	0,0507	0,0405	0,0407	0,0344	0,0282	0,0248
Brezilya	0,0490	0,0360	0,0371	0,0335	0,0274	0,0226
Endonezya	0,0473	0,0326	0,0359	0,0316	0,0259	0,0212
Meksika	0,0524	0,0349	0,0371	0,0335	0,0274	0,0219
Arjantin	0,0524	0,0326	0,0347	0,0296	0,0243	0,0205
Rusya Federasyonu	0,0490	0,0281	0,0323	0,0277	0,0227	0,0177
Türkiye	0,0541	0,0394	0,0407	0,0344	0,0290	0,0255

TOPSIS yönteminin temelini oluşturan pozitif ideal çözüm (PIS) yakınlık ve negatif ideal çözüm (NIS) uzaklık değerleri Eşitlik 11 ve 12 kullanılarak belirlenmiş ve sonrasında Öklid uzaklık yardımıyla elde edilirken pozitif ideal çözüme uzaklık S_i^+ ve S_i^- değerleri Eşitlik 13 ve 14 kullanılarak elde edilmiş ve Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. S_i^+ ve S_i^- değerleri

Ülke	S_i^+	S_i^-
Almanya	0,459	0,918
Kanada	0,503	0,932
Fransa	0,500	0,900
Japonya	0,542	0,834
Güney Kore	0,280	0,000
ABD	0,261	0,957
Avustralya	0,467	0,904
Çin	0,206	0,997
İtalya	0,389	0,998
Güney Afrika	0,556	0,884

Birleşik Krallık	0,581	0,915
Hindistan	0,321	0,887
Suudi Arabistan	0,192	0,889
Brezilya	0,337	1,001
Endonezya	0,213	0,929
Meksika	0,243	0,932
Arjantin	0,361	0,951
Rusya Federasyonu	0,259	0,948
Türkiye	0,155	0,888

TOPSIS yönteminin son adımında her bir karar alternatifinin ideal çözüme görece uzaklığının (C_i^+) hesaplanmaktadır. Eşitlik 15 kullanılarak C_i^+ değeri hesaplanarak ülkelerin sıralaması yapılmış ve sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. TOPSIS Yöntemi Sonuçları ve Performans Sıralamaları

Ülke	C_i^+	Sıralama
Kanada	0,9557	1
Almanya	0,9244	2
Japonya	0,8942	3
Güney Kore	0,8183	4
ABD	0,7678	5
Fransa	0,7563	6
Avustralya	0,7423	7
İtalya	0,6722	8
Birleşik Krallık	0,6651	9
Çin	0,6313	10
Güney Afrika	0,5790	11
Türkiye	0,5089	12
Suudi Arabistan	0,4703	13
Hindistan	0,3818	14
Meksika	0,3395	15
Brezilya	0,3272	16
Arjantin	0,2148	17
Endonezya	0,2127	18
Rusya Federasyonu	0,0440	19

Tablo 10'da elde edilen sonuçlara göre G20 ülkelerinin LPE sıralamasında birinci sırayı Kanada almaktadır. Sıralamadaki ilk 5 ülke ise sırasıyla Almanya, Japonya, Kore, ABD ve Fransa'dır. Sıralamanın en sonunda bulunan ülke ise Rusya Federasyonu olmuştur.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, Dünya Bankası tarafından yayımlanan 2023 Lojistik Performans Endeksi verileri ile G20 ülkelerinin lojistik performansları değerlendirilmiştir. Değerlendirme için CRITIC temelli TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Kanada en yüksek lojistik performansa sahip ülke olarak ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada Almanya ve üçüncü sırada Japonya ülkeleri yer almaktadır. Bu ülkelerin etkin gümrük fiyatları, sahip oldukları lojistik alt yapıları ve uluslararası taşıma kapasiteleri lojistik performans sıralamasında üst sıralarda yer almalarını sağlamıştır. LPE sıralamasına baktığımızda üst sıralarda yer alan ülkelerin ortak özellikleri lojistik hizmetlerde bütünleşik bir yapı sunmaları, güçlü fiziksel alt yapı, teknoloji kullanımı ve gelişmiş lojistik süreçleri olduğu görülmektedir. Orta sıralarda yer alan Türkiye, Suudi Arabistan ve Hindistan gibi ülkelerin lojistik performans değerlerinin ideal çözümüne yakın olduğu görülmektedir. Türkiye'ye baktığımızda ülkemiz lojistik altyapı ve hizmet düzeyinde belirli bir seviyeye ulaşılmış olmasına rağmen, özellikle uluslararası nakliye kapasitesi, gümrüklerin etkinliği ve dijital izlenebilirlik alanlarında gelişmiş ülkelerin gerisinde kalmaktadır. Alt sıralarda ise Arjantin, Endonezya ve Rusya Federasyonu bulunmaktadır. Özellikle Rusya Federasyonu'nun oldukça düşük bir değere sahip olması, savaşın etkisiyle küresel ticaret ağlarıyla bağlantısının zayıf olması etkili olmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre gelişmiş ekonomilerin G20 içerisinde lojistik açıdan belirgin bir üstünlüğe sahip olduğu, gelişmekte olan ülkelerin ise lojistik performanslarını artırmak için gümrük reformları, lojistik altyapılarını iyileştirmeleri ve dijitalleşmeye daha fazla odaklanmaları gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Aboul-Dahab, K. (2020). Investigating the efficiency of the logistics performance index (LPE) weighting system using the technique for order of preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) method. Available at SSRN 3815764.
- Acci, Y., & Ayar, M. S. (2023). Lojistik performansı, doğrudan yabancı yatırım ve ekonomik büyüme ilişkisi: seçilmiş oecd ülkeleri için panel kantil regresyon analizi. *İktisadi ve İdari Yaklaşımlar Dergisi*, 5(1), 18-28.
- Altıntaş, F. F. (2021). Avrupa Birliği Ülkelerinin Lojistik Performanslarının Critic Tabanlı Waspas Ve Copras Teknikleri İle Analizi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 25(1), 117-146.
- Çıray, D., Özdemir, Ü., & Mete, S. (2024). An Evaluation of the logistics Performance Index Using the ENTROPY-based ORESTE Method. *Journal of Transportation and Logistics*, 9(1), 68-82.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & operations research*, 22(7), 763-770.
- Ecer F., Eş, A., & Eğilmez, G. (2024). Bütünleşik Entropy-CoCoSo yöntemi ile G20 ülkelerinin lojistik performans endekslerinin değerlendirilmesi. *Bütünleşik çok kriterli karar verme yöntemleri ve güncel uygulamalar*, 105-126.
- Hausman, Warren H., Hau L. Lee, and Uma Subramanian. "The impact of logistics performance on trade." *Production and Operations Management* 22.2 (2013): 236-252.
- Karaköy, Çağatay, and Umur Ölmez. "Balkan ülkelerinde lojistik performans endeksi değerlendirilmesi." *Uluslararası*

Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimlerde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu (2019): 178-180.

Kargı, V. S. A. (2022). Evaluation of logistics performance of the OECD Member countries with integrated Entropy and Waspas method. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 29(4), 801-811.

Kılıç, M. (2021). Lojistik performans verilerinin büyüme üzerindeki etkisi. *Pure Sosyal Bilimler Dergisi (Puresoc)-Pak Sosyal Bilimler Dergisi (PAKSOS)* , 2 (3), 1-9.

Manavgat, G., & Demirci, A. (2021). Lojistik performans endeksi tutarlılığının sıralı lojistik regresyon modeliyle incelenmesi. *Yaşar Üniversitesi e-dergisi*, 16(64), 1856-1871.

Mentzer, J. T., Flint, D. J., & Hult, G. T. M. (2001). Logistics service quality as a segment-customized process. *Journal of marketing*, 65(4), 82-104.

OECD Report (2023). <https://www.oecd.org/> 2023/

Orhan, M. (2019). Türkiye ile Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarının Entropi ağırlıklı EDAS yöntemiyle karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1222-1238.

CRITIC-TOPSIS Approach. *Verimlilik Dergisi*, 59(2), 431-450.

Özekenci, E. K. (2025). Evaluation Of The Logistics Performance Index Of Oecd Countries Based On Hybrid Mcdm Methods. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 47(1), 47-76.

Topal, A., & Ulutaş, A. (2024). Evaluating the Logistics Performance of G8 Nations Using Multi-Criteria Decision-Making Models. *J. Intell. Manag. Decis*, 3, 150-

158. <https://tiud.org.tr/2023/07/17/lojistik-performans-endeksi-2023-LPE-2023>

World Bank (2023). <https://LPE.worldbank.org>

Yalçın, B., & Ayvaz, B. (2020). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Lojistik Performansın Değerlendirilmesi. İstanbul ticaret üniversitesi fen bilimleri dergisi, 19(38), 117-138

Yapraklı, T. Ş., & Ünalın, M. (2017). Küresel Lojistik Performans Endeksi Ve Türkiye'nin Son 10 Yıllık Lojistik Performansının Analizi. Atatürk University Journal of Economics & Administrative Sciences, 31(3).

Yılmaz, B. (2025). Determining The Digitalization Levels of Leading Countries in Logistics Performance Index: An Application with

BİST-100'DE İŞLEM GÖREN SİGORTA ŞİRKETLERİNİN FİNANSAL PERFORMANSININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Ceren YAMAN YILMAZ¹

1. GİRİŞ

Sigorta sektörü, modern ekonomilerin ve finansal sistemin hayati bir bileşeni olarak kabul edilmekte ve tüm ülkeler için önemli faaliyetler üstlenmektedir. Özellikle son yıllarda ortaya çıkan savaşlar, bulaşıcı hastalıklar, doğal afetler ve ekonomik krizler gibi gelişmeler, bireylerin ve kurumların maruz kaldığı risk ve belirsizlik düzeyini önemli ölçüde artırmış, bu da sigortacılık hizmetlerine olan ihtiyacı tetiklemiştir. Sigorta şirketleri, prim gelirleri aracılığıyla fonlar toplayarak bu fonları reel yatırımlara dönüştürür ve ekonomik birimler için bir risk yönetimi mekanizması işlevi görerek finansal piyasalarda istikrarın kurulmasına katkıda bulunur (Işık vd., 2024; Karaş, 2023). Gelişmiş bir sigorta sektörünün ulusal ekonomiye sağladığı katkılar göz önüne alındığında, Borsa İstanbul'da (BİST) işlem gören sigorta şirketlerinin finansal performanslarının düzenli olarak ölçülmesi ve değerlendirilmesi, sektörün etkinliğini ve finansal sağlığını güçlendirmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu tür değerlendirmeler, yöneticiler, sigorta poliçesi sahipleri ve denetleyici otoriteler dahil olmak

¹ Doç. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, ORCID: 0000-0002-6922-0664.

üzere ilgili tüm paydaşların daha sağlam ve güvenilir kararlar almasına yardımcı olan pratik bir çerçeve sunmaktadır (Gülcemal vd, 2023; Bektaş, 2023).

Sigorta şirketlerinin performansının değerlendirilmesi hayati öneme sahiptir. Bu önem, hem şirketlerin kendileri hem de ekonomi ve finansal sistemin istikrarı açısından geçerlidir. Kaynaklar, bu değerlendirmenin temel amaçlarını ve nedenlerini birden fazla boyutta açıklamaktadır (Çakır, 2016; Işık vd, 2024; Ulu ve Bozdemir, 2025; Taşçı, 2024; Karadağ, 2024; Kartal ve Özdil, 2024):

1. Ekonomik ve Finansal İstikrar Açısından Önemi: Sigorta şirketleri, finansal sistemin hayati bir bileşenidir ve tüm ülkeler için önemli faaliyetleri yerine getiren "lokomotif" kurumlar olarak görülmektedir. Finansal piyasaların etkin işleyişinde çok önemli bir rol oynarlar ve sundukları ürün ve hizmetlerle her ekonominin büyümesine ve gelişmesine önemli katkılarda bulunurlar. Topladıkları fonları (primleri) gerçek yatırımlara dönüştürerek finansal aracı işlevi görürler. Sigorta fonları, uzun vadeli yatırımlara dönüştürülmekte ve bu fonlardaki artış, ekonomik büyüme ve sosyal refah düzeyinin artmasına katkıda bulunmaktadır. Performanslarının analiz edilmesi hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerinin istikrarı açısından kritik öneme sahiptir. Finansal sistem içinde sigorta gibi bir finansal aracı kurumda ortaya çıkabilecek herhangi bir sorun, bireyler, hissedarlar, reel sektör şirketleri ve genel ekonomi üzerinde olumsuz etkilere yol açar. Sigortacılık, ekonomik birimler (bireyler ve reel sektör şirketleri) için bir risk yönetimi mekanizması görevi görür ve finansal piyasalarda finansal istikrarın kurulmasına katkıda bulunur. Sigortacılık hizmetleri, ulusal ve uluslararası ticaretin sürdürülebilirliği ile sosyal hayatın gelişimine katkıda bulunduğu için önemlidir.

2. Risk Yönetimi ve Güvenilirlik: Sigorta şirketleri, bireyleri ve kurumları gelecekte karşılaşılabilecekleri çeşitli mali risklere veya beklenmedik olaylara karşı önleyici bir güvenlik tedbiri alma biçimi olarak güvence altına alır. Şirketlerin, üstlendikleri sözleşmesel yükümlülükleri (hasar ödemeleri) olağanüstü risklerin gerçekleşmesi durumunda bile yerine getirebilmeleri için güçlü bir finansal yapıya sahip olmaları gerekir. Performans değerlendirmesi, bu finansal yeterliliği kontrol etmek için gereklidir. Türkiye'de, finansal açıdan zayıf olan şirketleri tespit etmek ve yakın takibini sağlamak amacıyla Erken Uyarı Modeli gibi mekanizmalar geliştirilmiştir. Sigorta, doğal afetler ve ekonomik krizler gibi belirsizliklerin arttığı günümüz dünyasında riskleri yönetme ve kayıpları karşılama amacını taşır.

3. Paydaşların Karar Alma Süreçleri: Performans değerlendirme kriterleri, yöneticiler, poliçe sahipleri, acenteler, bankalar ve düzenleyici otoriteler dahil tüm paydaşlar için daha etkin, sağlam ve güvenilir kararlar almalarına yardımcı olan pratik bir çerçeve sunar. Yatırımcılar için finansal performans analizi, iyi performans gösteren ve kötü performans gösteren firmaları ayırarak, yatırım yapacakları en uygun sigorta şirketini seçmelerini kolaylaştırır. Yatırımcılar, yatırım ve finansman kararlarında, şirketin Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetim (ÇSY) gibi finansal olmayan göstergelere ilişkin bilgilerini giderek daha fazla kullanmaktadır. Düzenleyici ve denetleyici otoriteler, sigorta şirketlerinin performansını kolayca izleyebilir ve sektör için yeni stratejiler geliştirebilir.

4. İç Yönetim ve Rekabet Avantajı: Sigorta şirketlerinin performans analizi, rekabetçi ve dinamik sigorta pazarında sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmek ve performansı artırmak için anahtar bir araçtır. Şirketler, iş süreçlerini optimize etmek ve faaliyetlerini iyileştirmek için sistematik performans ölçümü yapmalıdır. İyi performans, şirketin piyasa değerini artırır ve sigorta sektörünün uzun vadeli gelişimini destekler. Analizler,

şirket yöneticilerine güçlü ve zayıf yönlerini belirleme ve ileriye dönük stratejiler oluşturma konusunda yol haritası sağlar. Şirketlerin yöneticileri, sektördeki konumlarını görebilmek ve rekabet edebilmek için önerilen değerlendirme yaklaşımlarını benimseyebilir.

Sigorta şirketlerinin finansal performansının ölçülmesi, likidite, kârlılık, kaldıraç ve operasyonel verimlilik gibi birbiriyle çelişen çok sayıda kriteri aynı anda ele almayı gerektiren doğası gereği karmaşık bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir (Doğu, 2021). Bu çalışmada, BİST’te işlem gören sigorta şirketlerinin finansal performansını objektif kriter ağırlıklandırma ve sıralama tekniklerini kullanarak analiz etmek amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, kriterlerin önem ağırlıklarını belirlemek için Entropy yöntemi kullanılmıştır; bu yöntem, uzman görüşlerine duyulan ihtiyacı ortadan kaldırarak ve veri dağılımına dayanarak objektif ağırlıklar hesaplanması avantajını sunmaktadır. Elde edilen bu objektif ağırlıklar, alternatiflerin sıralamasını gerçekleştirmek amacıyla literatürde kullanılan bir diğer ÇKKV tekniği olan EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) metodu ile bütünleştirilmiştir. Bu bütünleşik Entropy-EDAS yaklaşımı, sigorta şirketlerinin finansal durumu hakkında şeffaf ve analitik bir değerlendirme sunarak karar vericilere rehberlik etmeyi ve mevcut literatüre yeni bir metodolojik katkı sağlamayı hedeflemektedir. Literatür incelendiğinde, daha önce BİST 100’de işlem gören sigorta şirketlerinin performansının ölçülmesi amacıyla bütünleşik Entropy ve EDAS yöntemlerinin kullanıldığı çalışmaların yapıldığı görülmektedir.

2. YÖNTEM

Çalışmanın ana hedefi olan performans değerlendirmesi gibi doğal olarak birbiriyle çelişen çok sayıda kriteri aynı anda

değerlendirmeyi gerektiren bu karmaşık problemin çözümü için, Entropi (Entropy) ve EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) yöntemleri bir arada uygulanmıştır. Kriterlerin önem ağırlıklarını belirlemek için kullanılan Entropi yöntemi, karar matrisi verilerine dayanarak objektif ağırlıklar elde etmeye olanak tanımakta ve bu sayede uzman görüşlerine duyulan ihtiyacı ortadan kaldırarak tutarsızlıkları önlemektedir. Elde edilen bu objektif ağırlıklar, alternatiflerin (sigorta şirketlerinin) nihai performans sıralamasını yapmak üzere EDAS yöntemi ile birleştirilmiştir. EDAS, çok kriterli bir karar verme tekniği olup, alternatiflerin ortalama çözüme olan uzaklıklarını temel alarak sıralama yapılmasına imkân tanımaktadır. Bu bütünlük model, sigorta sektöründeki firmaların performansını değerlendirirken daha sağlam, tutarlı ve güvenilir sonuçlar üretmeyi amaçlamaktadır.

2.1. Entropy Yöntemi

Entropi yöntemi, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) çerçevesinde kriterlerin göreceli önem düzeylerini belirlemek için kullanılan, tamamen verilere dayalı, objektif bir ağırlıklandırma tekniğidir. Bu metodun temelindeki mantık, değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarını, karar matrisindeki bilgilerin dağılımını analiz ederek yansız bir şekilde türetmektir. Entropi yönteminin en önemli avantajı, ağırlıklandırma sürecinde uzman görüşlerine duyulan ihtiyacı ortadan kaldırmasıdır. Bu sayede, karar vericilerin öznel değerlendirmelerinden kaynaklanabilecek tutarsızlıklar ve hatalar engellenmekte, daha güvenilir ve tekrarlanabilir sonuçlar elde edilmesi hedeflenmektedir. Yöntem, kriterler arasındaki veri çeşitliliğini ölçerek, bilgisel içeriği yüksek olan (yani alternatifler arasında daha fazla farklılık gösteren) kriterlere doğal olarak daha büyük bir ağırlık atamaktadır (Taşçı, 2024; Karadağ, 2024).

Entropi metodunun uygulanması, genellikle birkaç ardışık aşamadan oluşan sistematik bir süreci takip etmektedir. Başlangıçta, analize dahil edilen tüm seçenekleri (alternatifleri) ve ölçütleri içeren bir başlangıç karar matrisi oluşturulmaktadır. İkinci adımda, farklı ölçü birimlerine sahip kriterlerin aynı ölçekte karşılaştırılabilir hale getirilmesi amacıyla bu matris üzerinde standartlaştırma (normalizasyon) işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu standartlaştırma, söz konusu kriterin fayda yönlü (maksimize edilmesi istenen) veya maliyet yönlü (minimize edilmesi istenen) olmasına bağlı olarak özel formüllerle yapılmaktadır. Üçüncü aşama, her bir kriterin bilgi içeriğini veya belirsizlik derecesini gösteren Entropy değerlerinin hesaplanmasını içermektedir. Son olarak, bu hesaplanan Entropi değerleri kullanılarak, her bir kriterin problem içindeki nihai objektif önem ağırlıkları belirlenmekte ve bu ağırlıklar, daha sonra EDAS, TOPSIS, VIKOR, ARAS gibi sıralama tekniklerinde kullanılmaktadır (Taşçı, 2024; Baş, 2021).

2.2. EDAS Yöntemi

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleri ailesinin bir üyesi olan EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) yöntemi, karmaşık karar problemlerinde alternatifleri sıralamak için tasarlanmış bir araçtır. Bu yöntemin temel mantığı, alternatiflerin performansını değerlendirirken, her bir seçeneğin ortalama çözüme olan uzaklıklarını hesaplayarak nihai bir sıralama oluşturmaktır. Bu yaklaşım, kriterler arasında çelişki bulunsa dahi, seçeneklerin ortalama performans düzeyinden ne kadar saptığını ölçerek karar vericilere objektif bir bakış açısı sunmayı amaçlamaktadır (Işık vd., 2024; Karas, 2023).

EDAS metodunun uygulanma aşamaları, belirlenen alternatiflerin (örneğin sigorta şirketlerinin) ve kriterlerin (örneğin finansal oranların) bulunduğu başlangıç karar matrisinin kurulmasıyla başlamaktadır. Ardından, farklı ölçü birimlerine

sahip kriterlerin karşılaştırılabilir hale getirilmesi için karar matrisinin elemanlarının normalleştirilmesi gerekmektedir. Normalleştirilmiş bu değerler, daha önce hesaplanmış olan objektif kriter ağırlıklarıyla çarpılarak ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisine dönüştürülmektedir. Bu süreçler tamamlandıktan sonra, yöntem her bir alternatifin, tüm kriterler bazında belirlenen ortalama performansa göre ne kadar iyi veya kötü performans gösterdiğini hesaplayan bir performans değeri (veya yakınlık endeksi) üretmektedir. Bu hesaplama, tüm alternatiflerin çok boyutlu performansını tek bir sıralama skoruna indirgemeyi hedeflemektedir. Son aşamada, her bir seçenek için hesaplanan bu değerlendirme (performans) skorları büyükten küçüğe doğru sıralanmaktadır. EDAS yönteminde amaç, ortalama performanstan sapmayı en aza indiren (veya önceden tanımlanmış ideal bir değere en yakın olan) alternatifi tespit etmektir. Bu bağlamda, en yüksek performans puanına sahip olan alternatif, en iyi alternatif olarak kabul edilmektedir (Özçelik, 2020). Elde edilen bu sıralama, sigorta şirketlerinin finansal performansını çok sayıda kritere dayanarak kapsamlı bir şekilde karşılaştırmak ve yatırımcılara ya da yöneticilere rehberlik etmek için sıklıkla kullanılmaktadır (Karadağ, 2024).

3. UYGULAMA

Uygulama kapsamında, 2022-2025 (9. ay) dönemi boyunca BİST'te işlem gören; Agesa Hayat ve Emeklilik A.Ş. (AGESA), Aksigorta A.Ş. (AKGRT), Anadolu Anonim Türk Sigorta Şirketi (ANSGR), Anadolu Hayat Emeklilik A.Ş. (ANHYT), Ray Sigorta A.Ş. (RAYSG) ve Türkiye Sigorta A.Ş. (TURSG) şirketlerinin finansal verileri esas alınmıştır. Analizde kullanılan veri seti, şirketlerin Kamuyu Aydınlat Platformu'nda yayımlanmış finansal tablolarından (bilanço ve gelir tabloları) ve ilgili dönemlere ait sektör raporlarından derlenen ve finansal

oranlardan oluşturulmuştur. Bahsi geçen finansal oranlar literatür incelemesi sonucunda belirlenmiş ve Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Finansal Oranlar

Kriter Başlığı	Kod	Kriter Yönü	Kriter Adı	Hesaplama Formülü
Likidite Oranları	K1	Fayda	Cari Oran	Dönen Varlıklar/Kısa Vadeli Borçlar
	K2	Fayda	Asit-Test Oranı	(Dönen Varlıklar-Stoklar) /Kısa Vadeli Borçlar
	K3	Fayda	Nakit Oran	(Hazır değerler + Menkul Kıymetler) /Kısa Vadeli Borçlar
Finansal Yapı Oranları	K4	Maliyet	Borç Oranı	Toplam Borç/Toplam Varlıklar
	K5	Maliyet	Borç/Özsermaye Oranı	Toplam Borç/Toplam Özsermaye
Kârlılık Oranı	K6	Fayda	Net Kâr Marjı	VSNK/Satışlar

Uygulama adımları sırasıyla, karar matrislerinin oluşturulması, Entropi yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi ve son olarak EDAS yöntemi kullanılarak şirketlerin finansal performans skorlarının belirlenmesi ve yıllara göre sıralanması şeklinde ilerlemiştir. Analizler Microsoft 365 Excel programında yapılmıştır. Elde edilen sıralama sonuçları, sigorta sektöründeki yatırımcılara ve karar vericilere hangi şirketlerin mali açıdan daha güçlü ve rekabetçi olduğu konusunda objektif ve güvenilir bir bakış açısı sunmaktadır.

3.1. Entropy Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Uygulamanın bu aşamasında 2022, 2023, 2024 ve 2025 yılı verileri kullanılarak kriter ağırlıkları Entropy yöntemi aracılığıyla hesaplanmıştır.

2022 Yılı Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması

BİST-100’de işlem gören sigorta şirketlerinin, belirlenen finansal oranları kullanılarak oluşturulan karar matrisi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. 2022 Yılı Karar Matrisi

	LİKİTİDE ORANLARI			FİNANSAL YAPI ORANLARI		KÂRLILIK ORANI
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
AGESA	6,33927	6,33927	1,14339	0,98030	49,76173	0,29384
AKGRT	1,15914	1,15914	0,48791	0,84866	5,60744	0,01267
ANSGR	1,16205	1,16205	0,41518	0,81685	5,05110	0,04564
ANHYT	1,03805	1,03805	0,01511	0,96259	25,73090	0,91213
RAYSG	1,13791	1,13791	0,48619	0,91458	5,10913	0,80589
TURSG	1,12873	1,12873	0,56448	0,77231	3,39189	0,09439
Toplam	11,96516	11,96516	3,11226	5,29528	94,65218	2,16456

İkinci aşamada, karar matrisinin her bir elemanı bulunduğu sütun toplamına bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilir ve normalize karar matrisi oluşturulur. Normalize karar matrisi Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. 2022 Yılı Normalize Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
AGESA	0,52981	0,52981	0,36738	0,18513	0,52573	0,13575
AKGRT	0,09688	0,09688	0,15677	0,16027	0,05924	0,00585
ANSGR	0,09712	0,09712	0,13340	0,15426	0,05336	0,02108
ANHYT	0,08676	0,08676	0,00486	0,18178	0,27185	0,42139
RAYSG	0,09510	0,09510	0,15622	0,17272	0,05398	0,37231
TURSG	0,09433	0,09433	0,18137	0,14585	0,03584	0,04361

Normalize karar matrisinin oluşturulmasının ardından, Entropy değerleri (e_j), fark dereceleri (d_j) ve son olarak kriter ağırlıkları hesaplanır. İlgili değerler Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. 2022 Yılı Entropy değerleri, Fark dereceleri ve Kriter ağırlıkları

e_j	0,80799	0,80799	0,86654	0,99793	0,72152	0,69829
d_j	0,19201	0,19201	0,13346	0,00207	0,27848	0,30171
w_j	0,17460	0,17460	0,12136	0,00189	0,25322	0,27434

2023 Yılı Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması

İlk adım olarak karar matrisi oluşturulmuştur. Karar matrisi Tablo 5'te görülmektedir.

Uygulama basamakları her yıl için aynı şekilde tekrarlandığı için karar matrisi ve Entropy değerleri, fark dereceleri ve kriter ağırlıklarına ait tablolar sunulmuştur.

Tablo 5. 2023 Yılı Karar Matrisi

	LİKİTİDE ORANLARI			FİNANSAL YAPI ORANLARI		KÂRLILIK ORANI
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
AGESA	5,57883	5,57883	0,00143	0,98211	54,90318	0,26249
AKGRT	0,29426	0,29426	0,29990	0,84496	5,45001	0,07224
ANSGR	1,23204	0,12317	0,33650	0,75665	3,10933	0,09692
ANHYT	1,03888	1,03888	0,01091	0,96040	24,25252	0,44325
RAYSG	1,16230	1,16230	0,44587	0,81447	4,38997	0,93682
TURSG	1,14196	1,14196	0,58020	0,80052	4,01296	0,38320
Toplam	10,44827	9,33939	1,67481	5,15911	96,11797	2,19491

2023 yılı için hesaplanan Entropy değerleri, fark dereceleri ve kriter ağırlıkları Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6. 2023 Yılı Entropy değerleri, Fark dereceleri ve Kriter ağırlıkları

e_j	0,7833	0,6889	0,7751	0,9974	0,6779	0,8345
d_j	0,2167	0,3111	0,2249	0,0026	0,3221	0,1655
w_j	0,1744	0,2503	0,1809	0,0021	0,2592	0,1331

2024 Yılı Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması

2024 yılı için oluşturulan karar matrisi Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. 2024 Yılı Karar Matrisi

	LİKİTİDE ORANLARI			FİNANSAL YAPI ORANLARI		KÂRLILIK ORANI
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
AGESA	3,73871	3,73871	0,70615	0,97996	48,90978	0,49429
AKGRT	1,19742	1,19742	3,55155	0,80076	4,01901	0,06818
ANSGR	1,32172	1,32161	0,51907	0,73421	2,76243	0,19650
ANHYT	1,27335	1,27335	0,10553	0,96131	24,84903	0,42871
RAYSG	1,18615	1,18615	0,65020	0,77790	3,50247	0,04685
TURSG	1,30894	1,30894	0,46410	0,70245	2,36075	3,62301
Toplam	10,02629	10,02619	5,99659	4,95660	86,40346	4,85753

Karar matrisinin normalize edilmesinin ardından, Entropy değerleri ve fark dereceleri hesaplanarak kriter ağırlıklarına ulaşılmıştır. Söz konusu değerler Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. 2024 Yılı Entropy değerleri, Fark dereceleri ve Kriter ağırlıkları

e_j	0,93157	0,93156	0,71659	0,99539	0,64830	0,50223
d_j	0,06843	0,06844	0,28341	0,00461	0,35170	0,49777
w_j	0,0537	0,0537	0,2224	0,0036	0,2760	0,3906

2025 Yılı Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması

2025 yılı finansal bilgileri Kamu Aydınlatma Platformu’nda Eylül ayına kadar bulunduğundan, veriler bu ay dahil edilerek alınmıştır. Söz konusu yıla ait oluşturulan karar matrisi Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. 2025 Yılı Karar Matrisi

	LİKİTİDE ORANLARI			FİN. YAPI ORANLARI		KÂRLILIK ORANI
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
AGESA	3,67212	3,67212	0,60428	0,97982	48,54590	0,56011
AKGRT	1,25210	1,25210	0,34284	0,75967	3,16101	1,12733
ANSGR	1,33267	1,33254	0,43597	0,73624	2,79132	2,17970
ANHYT	1,21414	1,21414	0,16328	0,96890	4,49402	0,65145
RAYSG	1,24838	1,24838	0,75803	0,80579	4,14900	0,02211
TURSG	1,30537	1,30537	0,18208	0,73147	2,72400	0,27263
Toplam	10,02478	10,02465	2,48648	4,98189	65,86526	4,81333

2025 yılına ait hesaplanan Entropy değerleri, fark dereceleri ve kriter ağırlıkları Tablo 10’da görülmektedir.

Tablo 10. 2025 Yılı Entropy değerleri, Fark dereceleri ve Kriter ağırlıkları

e_j	0,9357	0,9357	0,9235	0,9957	0,5546	0,7853
d_j	0,0643	0,0643	0,0765	0,0043	0,4454	0,2147
w_j	0,0740	0,0740	0,0880	0,0050	0,5122	0,2469

3.2. EDAS Yöntemi ile 2022-2025 Yıllarına Ait Finansal Performans Sıralamasının Yapılması

Uygulamanın bu aşamasında 2022-2025 yılları için ayrı ayrı hesaplanan kriter ağırlıkları kullanılarak, EDAS yöntemi aracılığıyla finansal performans sıralaması yapılmıştır.

2022 Yılı Finansal Performans Sıralaması

Bu bölümde, 2022 yılı için hesaplanan kriter ağırlıkları kullanılarak finansal performans sıralaması yapılmıştır. Uygulama karar matrisinin oluşturulması ile başlamaktadır ancak karar matrisleri Entropy yöntemi uygulamasında verildiğinden tekrar verilmeyecektir. Yöntemin ikinci aşamasında, ortalama çözüm matrisi oluşturulmuş ve Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. 2022 Yılı için Ortalama Çözüm Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	6,33927	6,33927	1,14339	0,98030	49,76173	0,29384
A2	1,15914	1,15914	0,48791	0,84866	5,60744	0,01267
A3	1,16205	1,16205	0,41518	0,81685	5,05110	0,04564
A4	1,03805	1,03805	0,01511	0,96259	25,73090	0,91213
A5	1,13791	1,13791	0,48619	0,91458	5,10913	0,80589
A6	1,12873	1,12873	0,56448	0,77231	3,39189	0,09439
Toplam	11,97	11,97	3,11	5,30	94,65	2,16
Ortalama	1,99	1,99	0,52	0,88	15,78	0,36

Üçüncü aşamada, ortalamadan pozitif ve ortalamadan negatif uzaklık matrisleri hesaplanmıştır. Tablo 12’de her iki matris sunulmuştur.

Tablo 12. Ortalamadan Pozitif ve Negatif Uzaklık Matrisi

Ortalamadan Pozitif Uzaklık Matrisi						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	2,179	2,179	1,204	0,000	0,000	0,000
A2	0,000	0,000	0,000	0,038	0,645	0,000
A3	0,000	0,000	0,000	0,074	0,680	0,000
A4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,528
A5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,676	1,234
A6	0,000	0,000	0,088	0,125	0,785	0,000

Ortalamadan Negatif Uzaklık Matrisi						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	0,000	0,000	0,000	0,111	2,154	0,185
A2	0,419	0,419	0,059	0,000	0,000	0,965
A3	0,417	0,417	0,200	0,000	0,000	0,873
A4	0,479	0,479	0,971	0,091	0,631	0,000
A5	0,429	0,429	0,063	0,036	0,000	0,000
A6	0,434	0,434	0,000	0,000	0,000	0,738

Bu aşamada, her bir alternatif için ağırlıklı toplam pozitif (SP_i) ve negatif (SN_i) uzaklıklar hesaplanmıştır. Ardından söz konusu uzaklık değerleri normalize edilmiştir. Pozitif ve negatif uzaklık değerleri ile normalize edilmiş değerler Tablo 13'te görülmektedir. Buna ek olarak değerlendirme skorları hesaplanmış ve tabloya eklenmiştir.

Tablo 13. 2022 Yılı Pozitif/Negatif Uzaklık Değerleri, Normalize Pozitif/Negatif Uzaklık Değerleri ve Değerlendirme Skorları

	SP_i	SN_i	NSP_i	NSN_i	AS_i
A1	0,907	0,597	1,000	0,000	0,500
A2	0,163	0,418	0,180	0,299	0,240
A3	0,172	0,410	0,190	0,314	0,252
A4	0,419	0,445	0,462	0,254	0,358
A5	0,510	0,158	0,562	0,736	0,649
A6	0,210	0,354	0,231	0,406	0,319

2023-2024-2025 Yılı Finansal Performans Sıralaması

Çalışmanın bu aşamasında 2023, 2024 ve 2025 yılları için BİST-100'de işlem gören sigorta şirketleri için performans sıralaması yapılmıştır. EDAS yönteminin kullanıldığı bu aşamada, 2022 yılı için yapılan uygulama adımları ayrıntılı biçimde verildiğinden tekrar verilmeyecektir. 2023, 2024 ve 2025 yılları için hesaplanan pozitif ve negatif uzaklık değerleri, normalize pozitif ve negatif uzaklık değerleri ve değerlendirme skorları sırasıyla Tablo 14-15-16'da sunulmuştur.

Tablo 14. 2023 Yılı Pozitif/Negatif Uzaklık Değerleri, Normalize Pozitif/Negatif Uzaklık Değerleri ve Değerlendirme Skorları

	SP_i	SN_i	NSP_i	NSN_i	AS_i
A1	0,647	1,231	1,000	0,000	0,500
A2	0,329	0,310	0,509	0,748	0,629
A3	0,297	0,328	0,460	0,733	0,597
A4	0,099	0,391	0,152	0,683	0,418
A5	0,562	0,063	0,869	0,949	0,909
A6	0,456	0,067	0,705	0,946	0,825

Tablo 15. 2024 Yılı Pozitif/Negatif Uzaklık Değerleri, Normalize Pozitif/Negatif Uzaklık Değerleri ve Değerlendirme Skorları

	SP_i	SN_i	NSP_i	NSN_i	AS_i
A1	0,133	0,879	0,084	0,000	0,042
A2	0,767	0,388	0,483	0,559	0,521
A3	0,223	0,425	0,141	0,517	0,329
A4	0,000	0,609	0,000	0,307	0,154
A5	0,209	0,477	0,132	0,458	0,295
A6	1,589	0,142	1,000	0,838	0,919

Tablo 16. 2025 Yılı Pozitif/Negatif Uzaklık Değerleri, Normalize Pozitif/Negatif Uzaklık Değerleri ve Değerlendirme Skorları

	SP_i	SN_i	NSP_i	NSN_i	AS_i
A1	0,218	1,828	0,268	0,000	0,134
A2	0,465	0,052	0,574	0,971	0,772
A3	0,811	0,030	1,000	0,984	0,992
A4	0,303	0,141	0,373	0,923	0,648
A5	0,392	0,278	0,483	0,848	0,666
A6	0,386	0,245	0,476	0,866	0,671

Sigorta Şirketlerinin 2022-2023-2024-2025 Yılları için Değerlendirme Skoru Sıralaması

Analiz kapsamında ele alınan sigorta şirketlerinin 2022-2025 yılları için elde edilen değerlendirme skorları Tablo 17’de verilmiştir. Söz konusu skorlar EDAS yöntemi ile elde edilmiş ve

her yıl için ayrı ayrı hesaplanan kriter ağırlıkları kullanılmıştır. Değerlendirme skorları büyükten küçüğe sıralanarak sunulmuştur. Buna göre değerlendirme skoru en büyük olan sigorta şirketinin, ilgili yıl için en iyi finansal performansı gösteren şirket olma özelliğine sahip olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 17. Tüm Yıllar için Değerlendir Skorları

2022		2023		2024		2025	
Alternatifler	AS_i	Alternatifler	AS_i	Alternatifler	AS_i	Alternatifler	AS_i
A5	0,649	A5	0,909	A6	0,919	A3	0,992
A1	0,500	A6	0,825	A2	0,521	A2	0,772
A4	0,358	A2	0,629	A3	0,329	A6	0,671
A6	0,319	A3	0,597	A5	0,295	A5	0,666
A3	0,252	A1	0,500	A4	0,154	A4	0,648
A2	0,240	A4	0,418	A1	0,042	A1	0,134

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Sigorta sektörü, modern ekonomiler ve finansal sistem için hayati bir rol üstlenmekte olup, ekonomik birimler için risk yönetimi mekanizması görevi görerek finansal piyasalarda istikrarın kurulmasına katkıda bulunmaktadır. Özellikle son yıllarda ortaya çıkan savaşlar, bulaşıcı hastalıklar, doğal afetler ve ekonomik krizler gibi gelişmeler, risk ve belirsizlik düzeyini önemli ölçüde artırmış, bu da sigortacılık hizmetlerine olan ihtiyacı yükseltmiştir. Bu kapsamda, Borsa İstanbul'da (BİST) işlem gören sigorta şirketlerinin finansal performanslarının düzenli olarak ölçülmesi ve değerlendirilmesi, sektörün etkinliğini ve finansal sağlığını güçlendirmek açısından kritik bir öneme sahiptir. Güçlü bir finansal yapıya sahip olmak, şirketlerin olağanüstü risklerin gerçekleşmesi durumunda bile sözleşmesel yükümlülüklerini (hasar ödemeleri) yerine getirebilmesi için elzemdir ve bu performans değerlendirmeleri finansal yeterliliği kontrol etmeyi sağlamaktadır.

Sigorta şirketlerinin performans değerlendirmesi; likidite, kârlılık, kaldıraç ve operasyonel verimlilik gibi birbiriyle çelişen birden çok kriteri eş zamanlı ele almayı gerektiren karmaşık bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir. Bu zorluğun üstesinden gelmek amacıyla çalışmada, objektif kriter ağırlıklandırma için Entropy yöntemi ve alternatiflerin sıralaması için EDAS yöntemi bütünleşik olarak kullanılmıştır. Entropy yönteminin seçilmesi, uzman görüşlerine duyulan ihtiyacı ortadan kaldırarak ve veri dağılımına dayanarak tamamen yansız ve objektif ağırlıklar sağlamıştır. Elde edilen bu objektif ağırlıklar, alternatiflerin ortalama çözüme olan uzaklıklarını temel alarak nihai performans skorlarını hesaplayan EDAS tekniği ile birleştirilmiştir. Çalışma, 2022'den 2025 yılının dokuzuncu ayına kadarki dönemi kapsayan, BİST-100'de işlem gören altı sigorta şirketinin finansal verilerine odaklanmıştır.

Yapılan analizler neticesinde, bütünleşik Entropy-EDAS yaklaşımı kullanılarak BİST_100'de işlem gören sigorta şirketlerinin finansal değerlendirme skorları yıllar bazında belirlenmiş ve büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. En yüksek değerlendirme skoruna sahip olan şirket, ilgili yıl için en iyi finansal performansı gösteren alternatif olarak kabul edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Ray Sigorta A.Ş. (A5), 2022 ve 2023 yıllarında en iyi performansı gösteren şirket olmuştur (sırasıyla 0,649 ve 0,909 skorlarıyla). Ancak, 2024 yılında Türkiye Sigorta A.Ş. (A6), 0,919 skoruyla liderliğe yükselmiştir. Dönem sonunda, 2025 yılı verilerine göre ise Anadolu Anonim Türk Sigorta Şirketi (A3), 0,992 değerlendirme skoru ile analiz edilen son dönemin en iyi finansal performansına sahip şirketi olarak öne çıkmıştır.

Çalışmanın bulguları, rekabetçi sigorta pazarında sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmek ve iş süreçlerini optimize etmek isteyen şirket yöneticilerine güçlü ve zayıf yönlerini belirleme konusunda bir yol haritası sağlamaktadır. Entegre Entropy-EDAS yöntemi, sigorta şirketlerinin çok sayıda

kritere dayalı finansal performansını şeffaf, analitik ve güvenilir bir şekilde karşılaştırmak için kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Bu objektif değerlendirme, yatırımcıların en uygun sigorta şirketini seçmesini kolaylaştırmakta; düzenleyici ve denetleyici otoritelerin sektör için yeni stratejiler geliştirmesine de olanak tanımaktadır. Bu bütünleşik modelin kullanılması, literatüre yeni bir metodolojik katkı sağlama hedefiyle, sigorta sektöründeki firmaların performansını değerlendirmede sağlam ve tutarlı sonuçlar üretmeyi amaçlamıştır.

KAYNAKÇA

- Baş, F. (2021). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinde Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi Excel Uygulama Örnekleri ile*. Nobel Yayınevi, Ankara.
- Bektaş, S. (2023). BİST Sigortacılık (XSGRT) Endeksindeki Şirketlerin 2021 Yılı Finansal Performanslarının ÇKKV Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 30(4), 787-815.
- Çakır, S. (2016). Türk Sigortacılık Sektöründe Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri (ÇKKV) ile Performans Ölçümü: BİST Uygulaması. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(1), 127-147.
- Doğu, A. (2021). Borsa İstanbul'da yer alan sigorta şirketlerinin finansal performanslarının topsis ve vikor yöntemlerine göre istatistiksel olarak belirlenmesi. *Social sciences studies journal (sssjournal)*.
- Gülcemal, T., İzci, A. Ç., & Taşcı, M. Z. (2023). BİST 100'de İşlem Gören Sigorta Şirketlerinin CRITICOCOSO Yöntemiyle Performans Analizi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi* (97), 63-78.
- Işık, Ö., Çalık, A., & Shabir, M. (2025). A Consolidated MCDM Framework for Overall Performance Assessment of Listed Insurance Companies Based on Ranking Strategies. *Computers Economics*, 65, 271–312.
- Karadağ, M. M. (2024). Analyzing the Turkish insurance companies' financial performance traded on BIST implementing the critic-based PIV method. *Insurance Markets and Companies*, 15(2), 47-60.
- Karaş, Z. (2023). BİST'TE FAALİYET GÖSTEREN SİGORTA ŞİRKETLERİNİN PERFORMANSININ CRITIC-EDAS

YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ. *Uluslararası İşletme, Ekonomi ve Yönetim Perspektifleri Dergisi*, 319-333.

- Kartal, C., & Özdil, Z. (2024). Comparative Financial Performance Analysis of BIST-500 Listed Insurance Companies Using TOPSIS, VIKOR and MOORA Methods. *Sosyo ekonomi*, 32(62), 221-246.
- Özçelik, G. (2020). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri MS Excel Çözümlü Uygulamalar. EDAS Yöntemi ile Medikal Cihaz Seçimi. M. Kabak & Y. Çınar (Eds.), (s. 307-318). Nobel Yayınevi, Ankara.
- Taşcı, M. Z. (2024). Multidimensional Performance Evaluation Using the Hybrid MCDM Method: A Case Study in the Turkish Non-Life Insurance Sector. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty*, 11(2), 854-883.
- Ulu, Ö., & Bozdemir, E. (2025). Türkiye'deki Sigorta Şirketlerinin Karşılaştırmalı Finansal Analizi (2020-2024). *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Çalışmalar Dergisi*, 6(1), 124-146.

SAĞLIK VE SOSYAL KORUMA DEĞİŞKENLERİ İLE BEŞERİ SERMAYE ENDEKSİ BAĞINTISI: İBBS-3 BÖLGELERİ ÜZERİNDE BÜTÜNLEŞİK KÜMELEME VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ KULLANILARAK BİR DEĞERLENDİRME

Aydın ÖZDEMİR¹

1. GİRİŞ

Sağlık, bir hizmet alanı olarak bir yandan insan ve sosyal yaşamla doğrudan ilgilenirken, diğer yandan faktör emeğinin kalitesine katkıda bulunarak istihdam ve üretim yoluyla genel ekonomik performansı da etkiler (Karahana, 2019). Birincil amacı sağlık ihtiyaçlarını etkili bir şekilde ele alarak yaşam kalitesini iyileştirmek olan güçlü bir sağlık sistemi, toplumsal refahı ve yaşam kalitesini doğrudan etkiler ve sağlık hizmetlerine erişimi tüm bireyler için temel bir hak haline getirir (Ekinci, 2024). Sağlık durumu, bir toplumun refahı ve gelişmesinin temel bir göstergesi olup ülkelerdeki sağlık hizmetleri ve sosyal koruma durumu, vatandaşlarının refahını ve gelişimini teşvik etme genel hedefinden büyük ölçüde etkilenmektedir (Bocean & Värzaru, 2024).

Sosyal sigorta ve sosyal yardım da dahil olmak üzere daha geniş bir yelpazedeki sosyal koruma hizmetleri, savunmasız nüfus grupları arasında sağlık hizmeti kapsamının ve mali korumanın iyileştirilmesinde kilit bir etken olarak küresel çapta

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Adıyaman Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, ORCID: 0000-0002-2413-9440.

dikkat çekmektedir (Yokobori vd., 2023). Ülkelerin giderek artan bir kısmı, ulusal sağlık planlarında ulusal sosyal koruma stratejileri geliştirmekte ve uyarlamakla birlikte sağlık sistemi araştırmacıları, tıp araştırma enstitüleri ve yükseköğretim kurumları arasında da sosyal korumaya olan ilgi de artmaktadır (Gama, 2015).

(TÜİK, 2025)'e göre Beşeri Sermaye Endeksi, bugün doğan bir çocuğun, ülkesindeki mevcut sağlık ve eğitim koşullarını dikkate alarak, 18 yaşına kadar sahip olması beklenen insan sermayesini ölçer. Metodolojisi Dünya Bankası tarafından belirlenen endeks, üç bileşenden oluşur: hayatta kalma (5 yaş altı), sağlık ve eğitim. Endeks 0 - 1 aralığında olup 1'e yakın bir değer, bugün doğan bir çocuğun yüksek kaliteli eğitim ve sağlık hizmetlerine erişiminin olduğunu ve bunun da gelecekteki bir çalışan olarak en yüksek verimliliği sağladığını gösterir.

Günümüzün birbirine bağlı dünyasında sağlık, çevre, sosyokültürel dinamikler, jeopolitik ve ekonomi gibi birçok faktörle yakından bağlantılı olup bu bağlantılar, sağlık sistemi performans değerlendirmelerinin, sağlık hedeflerine ulaşmanın, nüfus refahı, ekonomik kalkınma, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal uyum da dahil olmak üzere daha geniş toplumsal hedeflere katkıda bulunabileceğini kabul etmesi gerektiğinin altını çizmektedir (Greenley vd., 2024).

Sağlık hizmetlerinin de dahil olduğu kamu hizmetlerinin sunumu konusunda iki zıt eğilim mevcuttur; (i) hizmetlerin merkezileştirilmesi durumunda bu hizmetlerin daha etkili ve verimli bir şekilde sunulabileceği eğilimi, (ii) hizmetlerin merkezi olmayan bir şekilde sunulması durumunda vatandaşların ihtiyaçlarının daha iyi bilindiği ve bu nedenle hizmetlerin daha etkili bir şekilde sunulduğu ve sosyal taleplere daha uygun olduğu eğilimi (Campos vd., 2016).

Bu çerçevede araştırmanın amacı; Türkiye’deki 81 adet İBBS-3 bölgesinin (ilin) sağlık ve sosyal koruma değişkenleri ile beşeri sermaye endeksi bağıntısı Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Kümeleme Analizi entegrasyonu analiz etmek ve Türk Sağlık ve Sosyal Sisteminin işleyişiyle ilgili yönetsel kademelere önerilerde bulunmaktır.

Performans ölçme ve değerlendirme, organizasyonel faaliyetlerin sürekli iyileştirme yoluyla işlevsel bir biçimde sürdürülebilmesi için efektif ve yararlı bir değerlendirme aracı olup VZA performans ölçümlemesi için birçok mecrada yararlanılan kullanışlı bir analiz türüdür (Zhu, 2014). Bu mecraların içerisinde sağlık ve sosyal hizmetler de yer almaktadır (Emrouznejad & Cabanda, 2014).

Tablo 1 çerçevesinde bu çalışmada Türkiye’deki 81 adet İBBS-3 bölgesinin sağlık ve sosyal koruma değişkenleri ile beşeri sermaye endeksi bağıntısı bütünleşik Kümeleme ve Veri Zarflama Analizi yürütülerek değerlendirilmiştir. Araştırmada kullanılan iki adet çıktı ve dört adet girdi değişkeni sonraki başlıklarda açıklanmıştır.

Tablo 1. Literatür Özeti

Yazar(lar)	Girdi(ler)	Çıktı(lar)	KVB	Analiz Prosedürü
(İslıcık, 2024)	-Uzman Hekim Sayısı -Kişi Baş Hekime Müracaat Sayısı -Yatak Sayıları	-Hastanede Kalış Günü -Yatak Doluluk Oranı -Yatak Devir Aralığı	27 Büyükşehir	Girdi Yönelimli CCR ve BCC VZA
(Çarıkcı & Akbulut, 2019)	-Hekim Adeti -Hemşire ve Ebe Adeti -Yatak Adeti	- Ameliyat Adeti -Başvuru Adeti -Yatan Hasta Adeti	81 il	CCR Girdi Yönelimli VZA

(Can Sağlam, 2023)	- Yatak Adeti - Doktor Adeti - Hastane Adeti	- Yatak doluluk oranı - Doktor Başına Düşen Müracaat Sayısı - Ortalama Kalış Günü	12 İBBS-1 Bölgesi	Girdi Yönelimli BCC Modeli
(Durur vd., 2022)	- Yatak Adeti - Pratisyen Hekim Adeti - Uzman Hekim Adeti - Hemşire/Ebe Adeti	- Başvuru Adeti - Yatan Hasta Adeti - Ameliyat Adeti - Doğum Adeti	30 Sağlık Hizmet Bölgesi	Girdi Yönelimli CCR ve BCC VZA
(Özdemir, 2020)	- Hekim Sayısı - Hemşire ve Ebe Sayısı - Hastane Yatağı Sayısı	- Hekime Müracaat Sayısı - Diş Hekimine Müracaat Sayısı - Yatak Doluluk Oranı	12 İBBS-1 Bölgesi	Girdi ve Çıktı Yönelimli BCC ve CCR Modeli
(Özdemir, 2025a)	- Antenatal Bakım Kapsamı - Gebe Tam İzlem Oranları - Bebek Tam İzlem Oranları - Çocuk Tam İzlem Oranları - Hastanelerde Gerçekleşen Doğum Oranı	- Ölüm Hızı İle İlgili 5 Çıktı Değişkeni	12 İBBS-1 Bölgesi	Girdi Yönelimli BCC Modeli
(Şimşek vd., 2025)	-Tatak Sayıları -Toplam Sağlık Çalışanı Sayısı -Medikal Cihaz Sayıları	-MR Görüntüleme Sayısı - BT Görüntüleme Sayısı -Yatan Hasta Sayıları	12 İBBS-1 Bölgesi ve Türkiye Çentili	Girdi Yönelimli CCR Modeli
(Temür, 2010)	-Doktor Adeti - Yatak Adeti -Harcamalar	-Tedavi Adeti -Taburcu Adeti -Ölen Adeti -Ameliyat Adeti - Gelirler -Doğum Adeti -Hastanede Yatılan Gün Adeti	12 İBBS-1 Bölgesi	Girdi Yönelimli BCC ve CCR Modeli

2. YÖNTEM

Bu çalışmada analiz prosedürü olarak (Cinaroglu, 2020; Özdemir, 2025b; Özdemir & Can Sağlam, 2024) tarafından da

kullanılan iki evreden oluşan bütünleşik K-Ortalamlar Kümeleme Algoritması ve VZA tercih edilmiştir. İlk evrede, Türkiye’deki 81 adet İBBS-3 bölgesini seçilen değişkenler bağlamında gruplandırmak amacıyla K-Means Kümeleme Algoritması kullanılmıştır. İkinci evrede ise ilk evrede ulaşılan gruplar özelinde VZA yürütülerek Türkiye’deki 81 adet İBBS-3 bölgesinin sağlık ve sosyal koruma değişkenleri ile beşeri sermaye endeksi bağıntısı ölçülmüştür. Ayrıca etkin olmayan İBBS-3 bölgeleri için referans setleri hesaplanarak etkin hale gelebilmeleri için iyileştirme seçenekleri sunulmuştur.

2.1. Çalışmanın Örneklemi, Veri Seti ve Değişkenler

Çalışmanın başlangıç örnekleme, Türkiye’deki 81 adet İBBS-3 bölgesinden oluşmaktadır. Araştırma kapsamındaki İBBS-3 bölgeleri Tablo 2’de yer almaktadır. Söz konusu verilere ait özet bilgiler her bir analiz prosedürü evresinin tanımlayıcı istatistikler tablosunda bulunmaktadır.

Analiz prosedürünün ilk evresinde, Türkiye’deki 81 adet İBBS-3 bölgesini K-Ortalamlar Kümeleme Algoritması kullanarak gruplandırmak için “Toplam Nüfus”, “0-14 Yaş Nüfus Oranı (%)”, “65 Yaş ve Üzeri Nüfus Oranı (%)”, “Çocuk Bağımlılık Oranı (0-14 Yaş) %”, “Yaşlı Bağımlılık Oranı (65+ Yaş)” ve “Toplam Yaş Bağımlılık Oranı (%)” değişkenleri kullanılmıştır. Söz konusu değişkenlere ilişkin özet bilgiler aşağıdaki gibidir;

- ✓ **Toplam Nüfus:** Türkiye’deki 81 adet İBBS-3 bölgesine ait ikamet eden kişi sayılarını temsil etmekte olup söz konusu değişkenin aritmetik ortalaması 1.053.979,963’tür (Sağlık Bakanlığı, 2025).
- ✓ **0-14 Yaş Nüfus Oranı (%):** 0-14 yaş arası nüfusun toplam nüfusa oranını temsil etmekte olup söz konusu değişkenin aritmetik ortalaması 20,980’dır (Sağlık Bakanlığı, 2025).

- ✓ **65 Yaş ve Üzeri Nüfus Oranı (%):** 65 yaş ve üzerindeki nüfusun toplam nüfusa oranını temsil etmekte olup söz konusu değişkenin aritmetik ortalaması 11,770'dir (Sağlık Bakanlığı, 2025).
- ✓ **Çocuk Bağımlılık Oranı (0-14 Yaş) %:** “15-64” yaş grubundaki her 100 kişi için “0-14” yaş grubundaki kişi sayısını temsil etmekte olup söz konusu değişkenin aritmetik ortalaması 31,452'dir (Sağlık Bakanlığı, 2025).
- ✓ **Yaşlı Bağımlılık Oranı (65+ Yaş):** “15-64” yaş grubundaki her 100 kişi için “65 ve üzeri” yaş grubundaki kişi sayısını temsil etmekte olup söz konusu değişkenin aritmetik ortalaması 17,432'dir (Sağlık Bakanlığı, 2025).
- ✓ **Toplam Yaş Bağımlılık Oranı (%):** “15-64” yaş grubundaki her 100 kişi için “0-14” ve “65 ve üzeri” yaş gruplarındaki kişi sayısını temsil etmekte olup söz konusu değişkenin aritmetik ortalaması 48,875'tir (Sağlık Bakanlığı, 2025).

Analiz prosedürünün ikinci evresinde, ilgili literatür incelemeleri neticesinde VZA'nın girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmiş ve söz konusu değişkenlere ilişkin özet bilgiler aşağıda sunulmuştur:

Girdi değişkenleri;

- ✓ **il: 10.000 Kişiye Düşen Hastane Yatağı Sayısı:** Toplam hastane yatağı sayısının bahse konu İBBS-3 bölgesinin toplam nüfusu kullanılarak 10.000 kişi başına oranlanması sonucu elde edilen oranı temsil etmekte olup söz konusu girdi değişkeninin aritmetik ortalaması 29,707'dir (Sağlık Bakanlığı, 2025).

Tablo 2. Araştırmanın Veri Seti

KVB Adı	i1:	i2	i3	i4	o1	o2	Toplam Nüfus	0-14 Yaş Nüfus Oranı (%)	65 Yaş ve Üzeri Nüfus Oranı (%)	Çocuk Bağımlılık Oranı (0-14 Yaş) %	Yaşlı Bağımlılık Oranı (65+ Yaş)	Toplam Yaş Bağımlılık Oranı (%)
Adana (01)	31,200	2.979,000	23,565	4,775	0,985	0,964	2.270.298,000	23,200	9,600	34,500	14,300	48,800
Adıyaman (02)	18,900	2.775,000	16,844	3,521	0,917	0,970	604.978,000	27,200	8,600	42,500	13,500	55,900
Afyonkarahisar (03)	31,700	2.946,000	20,630	4,246	0,991	0,966	751.344,000	20,400	12,100	30,300	18,000	48,300
Ağrı (04)	18,200	2.794,000	12,069	2,073	0,986	0,965	511.238,000	32,000	5,500	51,200	8,900	60,000
Amasya (05)	25,800	2.877,000	16,140	3,770	0,988	0,971	339.529,000	17,200	16,100	25,900	24,100	49,900
Ankara (06)	43,100	3.177,000	42,759	7,937	0,990	0,971	5.803.482,000	19,100	9,900	27,000	14,000	41,000
Antalya (07)	28,000	3.033,000	25,981	8,349	0,992	0,969	2.696.249,000	19,900	9,700	28,300	13,800	42,100
Artvin (08)	20,900	2.921,000	17,638	2,843	0,995	0,967	172.356,000	15,300	18,100	22,900	27,200	50,100
Aydın (09)	30,900	3.081,000	20,487	5,191	0,992	0,966	1.161.702,000	18,000	14,900	26,800	22,300	49,100
Balıkesir (10)	26,600	2.928,000	17,840	4,578	0,992	0,966	1.273.519,000	15,900	16,900	23,600	25,100	48,700
Bilecik (11)	26,700	2.851,000	16,926	3,903	0,992	0,968	228.058,000	18,200	12,600	26,300	18,200	44,500
Bingöl (12)	24,400	2.801,000	14,598	3,256	0,985	0,970	285.655,000	25,000	8,100	37,300	12,100	49,400
Bitlis (13)	29,600	3.212,000	13,954	2,418	0,985	0,965	359.747,000	30,400	5,900	47,700	9,200	56,900
Bolu (14)	42,500	2.824,000	29,003	7,882	0,991	0,973	324.789,000	16,500	14,800	24,000	21,500	45,500
Burdur (15)	27,800	2.831,000	17,589	3,820	0,991	0,969	277.452,000	16,000	16,300	23,600	24,100	47,700
Bursa (16)	26,400	3.142,000	21,026	5,310	0,992	0,971	3.214.571,000	20,400	10,400	29,500	15,100	44,600
Çanakkale (17)	31,500	3.117,000	25,294	4,733	0,993	0,966	570.499,000	15,200	16,500	22,200	24,200	46,400
Çankırı (18)	23,100	3.262,000	14,890	3,650	0,991	0,970	205.501,000	16,600	17,100	25,000	25,800	50,800
Çorum (19)	32,300	2.796,000	18,416	3,520	0,989	0,969	528.351,000	17,600	16,600	26,800	25,200	52,100
Denizli (20)	30,700	3.106,000	21,566	5,665	0,992	0,969	1.059.082,000	18,700	12,300	27,100	17,800	44,900
Diyarbakır (21)	27,300	3.076,000	19,014	3,366	0,985	0,967	1.818.133,000	31,000	5,300	48,600	8,300	56,900

Nicel Karar Yöntemleri

Edirne (22)	46,300	3.043,000	35,698	5,549	0,990	0,964	419.913,000	14,400	16,600	20,900	24,100	45,000
Elazığ (23)	52,200	2.851,000	24,354	4,765	0,986	0,972	604.411,000	20,800	11,100	30,500	16,200	46,700
Erzincan (24)	27,300	2.968,000	21,816	4,314	0,993	0,971	243.399,000	18,100	13,500	26,400	19,800	46,200
Erzurum (25)	49,300	2.717,000	26,294	4,760	0,990	0,968	749.993,000	23,700	9,700	35,600	14,600	50,200
Eskişehir (26)	39,600	3.124,000	27,070	5,844	0,993	0,968	915.418,000	17,000	12,700	24,200	18,000	42,200
Gaziantep (27)	41,100	2.639,000	18,303	3,484	0,973	0,962	2.164.134,000	30,000	5,900	46,900	9,200	56,000
Giresun (28)	39,000	2.922,000	21,377	3,011	0,991	0,970	461.712,000	15,300	18,300	23,000	27,600	50,600
Gümüşhane (29)	21,900	3.160,000	16,225	3,568	0,987	0,969	148.539,000	16,100	14,700	23,200	21,200	44,400
Hakkari (30)	17,200	3.232,000	14,011	2,121	0,987	0,965	287.625,000	26,200	4,000	37,600	5,800	43,300
Hatay (31)	32,500	2.925,000	17,842	3,496	0,932	0,961	1.544.640,000	25,600	8,500	38,900	12,900	51,700
Isparta (32)	47,200	2.759,000	33,572	7,137	0,988	0,967	449.777,000	17,400	14,300	25,400	20,900	46,300
Mersin (33)	26,800	3.087,000	18,495	4,411	0,988	0,967	1.938.389,000	21,800	10,500	32,100	15,400	47,600
İstanbul (34)	29,900	3.160,000	29,791	7,362	0,991	0,972	15.655.924,000	20,000	7,900	27,700	11,000	38,700
İzmir (35)	32,500	3.216,000	30,892	6,755	0,990	0,969	4.479.525,000	17,400	12,800	24,900	18,300	43,200
Kars (36)	28,700	2.811,000	16,239	2,263	0,985	0,966	278.335,000	24,200	9,200	36,300	13,800	50,000
Kastamonu (37)	30,400	3.163,000	17,918	2,879	0,992	0,967	388.990,000	14,900	19,500	22,700	29,700	52,400
Kayseri (38)	33,500	2.932,000	23,947	5,700	0,987	0,970	1.445.683,000	22,000	10,000	32,300	14,600	47,000
Kırklareli (39)	26,900	2.970,000	17,526	4,216	0,992	0,965	377.156,000	15,100	15,800	21,900	22,900	44,700
Kırşehir (40)	24,300	2.943,000	20,431	3,237	0,986	0,967	247.179,000	18,300	13,600	27,000	20,000	47,000
Kocaeli (41)	25,900	3.230,000	19,815	4,846	0,992	0,970	2.102.907,000	22,000	8,300	31,500	11,900	43,400
Konya (42)	37,900	3.102,000	24,002	5,443	0,989	0,969	2.320.241,000	22,400	10,400	33,200	15,500	48,800
Kütahya (43)	34,400	2.808,000	20,758	5,090	0,992	0,967	575.674,000	16,300	14,400	23,600	20,900	44,400
Malatya (44)	47,200	2.570,000	24,289	4,982	0,979	0,970	742.725,000	20,700	11,700	30,600	17,300	47,800
Manisa (45)	32,100	3.036,000	19,740	3,110	0,989	0,967	1.475.716,000	19,300	12,600	28,400	18,600	47,000
Kahramanmaraş (46)	27,200	2.750,000	17,643	3,296	0,935	0,967	1.116.618,000	25,300	9,200	38,700	14,000	52,700
Mardin (47)	19,600	2.886,000	14,040	2,846	0,985	0,968	888.874,000	31,900	5,800	51,200	9,300	60,500
Muğla (48)	23,800	3.203,000	21,364	6,206	0,992	0,967	1.066.736,000	16,800	13,800	24,300	19,800	44,100
Muş (49)	18,900	3.076,000	11,904	1,550	0,981	0,964	399.879,000	31,700	5,900	50,700	9,500	60,200
Nevşehir (50)	27,100	2.899,000	15,633	4,241	0,986	0,969	315.994,000	19,500	12,700	28,700	18,700	47,400
Niğde (51)	24,300	2.923,000	14,108	3,076	0,988	0,965	377.080,000	21,700	10,900	32,100	16,200	48,300
Ordu (52)	29,700	2.939,000	17,775	4,576	0,994	0,967	775.800,000	17,500	15,900	26,300	23,900	50,100

Nicel Karar Yöntemleri

Rize (53)	32,000	3.307,000	24,793	6,933	0,989	0,970	350.506,000	17,200	14,400	25,100	21,100	46,200
Sakarya (54)	22,300	3.308,000	19,916	4,517	0,991	0,970	1.098.115,000	20,100	10,900	29,200	15,800	45,000
Samsun (55)	38,400	3.034,000	25,255	5,183	0,990	0,969	1.377.546,000	18,600	13,100	27,200	19,200	46,400
Siirt (56)	22,500	3.217,000	12,867	2,188	0,984	0,963	347.412,000	30,700	5,400	48,100	8,400	56,500
Sinop (57)	28,700	3.282,000	15,933	3,526	0,991	0,967	229.716,000	15,400	20,000	23,800	31,000	54,800
Sivas (58)	45,000	3.054,000	23,601	5,243	0,991	0,968	650.401,000	18,800	14,100	28,100	21,000	49,000
Tekirdağ (59)	27,700	3.197,000	16,520	4,370	0,990	0,966	1.167.059,000	20,400	9,800	29,200	14,100	43,300
Tokat (60)	36,900	2.946,000	18,256	4,300	0,990	0,968	606.934,000	17,800	15,400	26,700	23,100	49,800
Trabzon (61)	40,100	2.852,000	27,658	5,580	0,990	0,973	824.352,000	18,500	14,200	27,500	21,100	48,600
Tunceli (62)	16,800	2.881,000	22,280	5,150	0,991	0,975	89.317,000	14,100	16,100	20,200	23,100	43,300
Şanlıurfa (63)	19,300	3.167,000	11,911	2,164	0,978	0,962	2.213.964,000	37,800	4,200	65,200	7,300	72,500
Uşak (64)	30,300	2.712,000	17,082	5,517	0,986	0,969	377.001,000	17,600	13,500	25,500	19,600	45,100
Van (65)	27,300	2.855,000	16,211	2,997	0,986	0,964	1.127.612,000	30,900	4,800	48,100	7,400	55,500
Yozgat (66)	29,200	2.901,000	17,566	3,066	0,989	0,967	420.699,000	18,400	14,800	27,500	22,100	49,600
Zonguldak (67)	39,100	2.943,000	21,657	4,700	0,991	0,969	591.492,000	15,700	15,000	22,600	21,600	44,200
Aksaray (68)	25,500	3.003,000	15,827	2,987	0,989	0,969	438.504,000	23,200	10,000	34,700	15,000	49,800
Bayburt (69)	23,800	2.607,000	19,524	3,951	0,995	0,973	86.047,000	18,300	12,000	26,200	17,300	43,500
Karaman (70)	24,800	2.721,000	17,275	4,281	0,992	0,968	263.960,000	20,500	11,700	30,200	17,300	47,500
Kırıkkale (71)	43,900	2.977,000	20,228	7,349	0,990	0,964	285.744,000	17,300	13,500	24,900	19,400	44,400
Batman (72)	28,000	3.010,000	13,643	2,858	0,986	0,969	647.205,000	31,300	4,900	48,900	7,600	56,500
Şırnak (73)	13,000	3.206,000	11,336	1,997	0,985	0,965	570.745,000	33,700	3,500	53,600	5,600	59,200
Bartın (74)	24,500	2.727,000	14,959	3,474	0,986	0,967	207.238,000	15,100	15,900	21,800	23,000	44,800
Ardahan (75)	22,600	2.578,000	17,130	3,448	0,988	0,963	92.819,000	19,000	14,400	28,500	21,700	50,200
İğdır (76)	15,500	3.178,000	11,967	2,813	0,985	0,966	209.738,000	26,600	7,600	40,500	11,600	52,100
Yalova (77)	26,000	3.208,000	16,799	5,118	0,989	0,970	304.780,000	19,000	13,100	28,000	19,300	47,300
Karabük (78)	29,400	2.900,000	22,057	5,054	0,987	0,971	255.242,000	15,100	14,600	21,400	20,800	42,200
Kilis (79)	27,700	3.167,000	19,461	4,446	0,984	0,965	155.179,000	27,000	8,000	41,500	12,200	53,700
Osmaniye (80)	31,400	2.816,000	13,664	3,766	0,980	0,964	557.666,000	24,500	9,600	37,200	14,500	51,600
Düzce (81)	22,300	2.886,000	22,373	3,318	0,989	0,967	409.865,000	19,600	11,400	28,300	16,500	44,800
Min	13,000	2.570,000	11,336	1,550	0,917	0,961	86.047,000	14,100	3,500	20,200	5,600	38,700
Max	52,200	3.308,000	42,759	8,349	0,995	0,975	15.655.924,000	37,800	20,000	65,200	31,000	72,500
Ortalama	29,707	2.977,938	19,838	4,312	0,986	0,968	1.053.979,963	20,980	11,770	31,452	17,432	48,875

- ✓ **i2: Aile Hekimliği Birimi Başına Düşen Nüfus:** Toplam aile hekimliği biriminin sayısının bahse konu İBBS-3 bölgesinin toplam nüfusuna oranlanması sonucu elde edilen oranı temsil etmekte olup söz konusu girdi değişkeninin aritmetik ortalaması 2.977,938 (Sağlık Bakanlığı, 2025).
- ✓ **i3:10.000 Kişiye Düşen Toplam Hekim Sayısı:** Toplam hekim sayısının bahse konu İBBS-3 bölgesinin toplam nüfusu kullanılarak 10.000 kişi başına oranlanması sonucu elde edilen oranı temsil etmekte olup söz konusu girdi değişkeninin aritmetik ortalaması 19.838'dir (Sağlık Bakanlığı, 2025)
- ✓ **i4: 10.000 Kişiye Düşen Toplam Diş Hekim Sayısı:** Toplam diş hekimi sayısının bahse konu İBBS-3 bölgesinin toplam nüfusu kullanılarak 10.000 kişi başına oranlanması sonucu elde edilen oranı temsil etmekte olup söz konusu girdi değişkeninin aritmetik ortalaması 4.312'dir (Sağlık Bakanlığı, 2025).

Çıktı değişkenleri;

- ✓ **O1: Beşeri Sermaye Endeksi Hayatta Kalma Bileşeni Puanı:** “Bir çocuğun okul dönemine kadar hayatta kalabilme” durumuna yanıt aramakta olup çocukların tamamının, beşeri sermaye birikim sürecinin başladığı yaşa kadar hayatta kalamayacağı yönündeki gerçeği yansıtmaktadır. Söz konusu çıktı değişkeninin aritmetik ortalaması 0,986'dir (TÜİK, 2025).
- ✓ **O2: Beşeri Sermaye Endeksi Sağlık Bileşeni Puanı:** Genel sağlık ortamının iki temsili (proxy) göstergesi kullanılmaktadır. Bu göstergeler 60 yaşına kadar hayatta kalan 15 yaşındaki bireylerin oranı olarak tanımlanan yetişkin hayatta kalma oranları ve 5 yaş altındaki çocuklar için büyüme geriliği (bodurluk) oranıdır. Söz konusu çıktı

değişkeninin aritmetik ortalaması 0,968'dir (TÜİK, 2025).

2.2. K-Ortalamlar Kümeleme Analizi

Veri madenciliğinin bileşenlerinden biri olan kümeleme analizi, birimleri gruplandırarak veri ile ilgili tahminlerde bulunma olanağı sağlar (Wu, 2012). Benzer olan birimlerin aynı gruplarda toplanmasını hedefleyen bu prosedür, çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biridir (Çakmak vd., 2005). Gruplandırmanın önemli düzeyde farklılık oluşturup oluşturmadığı, model karakter vektörlerinin dağılımıyla ilişkilidir (Li & Wu, 2012). K-ortalamlar algoritması, yalın, hızlı, sayısal, denetimsiz ve yinelemeli bir kümeleme tekniğidir (Na vd., 2010).

J.B. MacQueen tarafından tavsiye edilen K-ortalamlar algoritması (Li & Wu, 2012), herhangi bir kümeleme analizini icra etmek için daima özelleştirilmesi gereken bir “k” değerine bağlı olup (Ahmed vd., 2020) temel mantığı aşağıdaki gibidir (Jin & Han, 2011):

- ✓ Temel seviyede olan ancak optimal düzeyde bir kümeleme vermek,
- ✓ Her bir bileşen en yakın merkezine doğru tekrar hareket ettirmek,
- ✓ Bileşenlerin ortalamalarını alarak kümeleme merkezlerini güncellemek ve yeniden hareket ettirmek,
- ✓ Güncelleme sürecini uyuşma kriterine ulaşıncaya kadar tekrar ettirmek.

2.3. Veri Zarflama Analizi

Benzer girdi ve çıktı değişkenlerini içeren KVB'lerin etkinliğini değerlendiren ve parametrik olmayan bir analiz türü olarak Veri Zarflama Analizi'nde (Ray, 2004), KVB'lerin mukayeseli etkinlikleri karşılaştırılmakta olup (Tone, 2017),

kullanılan temel etkinlik ölçümü çıktıların toplamının girdilerin toplamına oranı kuralına dayalıdır (Ramanathan, 2003). VZA'nın iki temel modeli vardır; (i) CRS (CCR) modelinde sanal girdi ve sanal çıktılar ağırlıklarıyla beraber oluşturulurken, (ii) VRS (BCC) modelinde ise KVB'lerin dışbükey bir zarfı çevrelenen üretim sınırları vardır (Cooper vd., 2006). CCR (CRS) modelinde Toplam Teknik Etkinlik ölçülürken, BCC (VRS) modelinde Saf Teknik Etkinlik ölçülür (Avkiran, 2011). Belirli bir miktardaki çıktıyı daha az girdi ile üretmek üzerine yoğunlaşan yaklaşıma Girdi Yönelimli VZA adı verilirken; belirli bir miktardaki girdiyle daha fazla çıktı üretmek üzerine odaklanan yaklaşıma ise Çıktı Yönelimli VZA denir (Ramanathan, 2003).

Hem Girdi Yönelimli VZA'da hem de Çıktı Yönelimli VZA'da bir KVB'nin etkinlik değeri (skoru) 1'e eşit olduğunda söz konusu KVB etkin olarak kabul edilmekte olup; Girdi Yönelimli VZA'da etkinlik skoru 1'den az olan KVB'lerin etkin olmadığına işaret ederken, Çıktı Yönelimli VZA'da ise etkinlik skoru 1'den fazla olan KVB'lerin etkin olmadığına işaret etmektedir (Ozcan, 2009, 2014).

CCR-Girdi Yönelimli (1), CCR-Çıktı Yönelimli (2), BCC-Girdi Yönelimli (3) ve BCC Çıktı Yönelimli (4) VZA modellerine ait formüller aşağıdaki gibidir (Emrouznejad & Cabanda, 2014);

$$\begin{aligned} Eff &= \min_{u_r, v_i} \sum_i v_i X_{ij_0} \\ s.t. \\ \sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} &\leq 0 \quad ; \forall j \\ \sum_r u_r y_{rj_0} &= 1 \\ u_r, v_i &\geq 0 \quad ; \forall r, \forall i. \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 & Eff = \max_{u_r v_l} \sum_r u_r y_{rj_0} \\
 & s.t. \\
 & \sum_r u_r y_{rj} - \sum_l v_l x_{lj} \leq 0 \quad ; \forall j \\
 & \sum_l v_l x_{lj_0} = 1 \\
 & u_r, v_l \geq 0 \quad ; \forall r, \forall l.
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 & \min_{\lambda, \emptyset, S_l^-, S_r^+} \emptyset \\
 & s.t. \\
 & \sum_j \lambda_j x_{ij} + S_l^- = \emptyset_{x_{ij_0}} \quad \forall l \\
 & \sum_j \lambda_j y_{rj} - S_r^+ = y_{rj_0} \quad \forall r \\
 & \sum_j \lambda_j = 1 \\
 & s_l^-, s_l^+ \geq 0 \quad \forall i, \forall r \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad \forall j.
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 & \max_{\lambda, \emptyset, S_l^-, S_r^+} \theta \\
 & s.t. \\
 & \sum_j \lambda_j x_{ij} + S_l^- = x_{ij_0} \quad \forall l \\
 & \sum_j \lambda_j y_{rj} - S_r^+ = \theta y_{rj_0} \quad \forall r \\
 & \sum_j \lambda_j = 1 \\
 & s_l^-, s_l^+ \geq 0 \quad \forall l, \forall r \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad \forall j.
 \end{aligned} \tag{4}$$

3. BULGULAR

Analiz prosedürü çerçevesinde, ilk aşamada K-Ortalamlar Algoritması yardımıyla optimal grup sayısı belirlenmiş olup ikinci aşamada belirlenen gruplar özelinde “deaR” programı aracılığıyla Veri Zarflama Analizi icra edilmiştir (Coll-Serrano vd., 2018). Yapılan analizler sonucunda elde edilen aşağıda sunulmuştur.

3.1. K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Sonuçları

Türkiye’deki 81 adet İBBS-3 bölgesinin gruplandırılmasına yönelik yapılan analizlerin sonuçlarından elde edilen optimal grup sayısı (“k” parametresi) ve bu gruplara dahil olan İBBS-3 bölgeleri Tablo 3’te yer almaktadır:

Çalışmadaki küme sayıları belirlenirken aşağıdaki parametreler dikkate alınmıştır (Cinaroglu, 2020);

- ✓ Silhouette İndeks Değeri,
- ✓ Her bir kümedeki İBBS-3 bölgesi sayısının dengesi,
- ✓ İllerin Kümeleme Analizi değişkenleri (Toplam Nüfus, 0-14 Yaş Nüfus Oranı, 65 Yaş ve Üzeri Nüfus Oranı, Çocuk Bağımlılık Oranı (0-14 Yaş), Yaşlı Bağımlılık Oranı (65+ Yaş) ve Toplam Yaş Bağımlılık Oranı) açısından benzerlikleri,
- ✓ Kümelerin, Kümeleme Analizi değişkenlerine (Toplam Nüfus, 0-14 Yaş Nüfus Oranı, 65 Yaş ve Üzeri Nüfus Oranı, Çocuk Bağımlılık Oranı (0-14 Yaş), Yaşlı Bağımlılık Oranı (65+ Yaş) ve Toplam Yaş Bağımlılık Oranı) ait tanımlayıcı istatistik açısından dengesi,

Bu parametreler dikkate alınarak optimal küme sayısı Tablo-2’de de görüldüğü gibi “4” olarak belirlenmiştir. Kümelerde yer alan iller aşağıda yer almaktadır;

Küme-0’da; Ankara (06), Bursa (16) ve İzmir (35) yer almakta olup bu küme çalışmanın geri kalanında “*Ultra Büyükşehirler Kümesi*” olarak adlandırılacaktır.

Küme-1’de; Adana (01), Antalya (07), Aydın (09), Balıkesir (10), Denizli (20), Diyarbakır (21), Gaziantep (27), Hatay (31), Mersin (33), Kayseri (38), Kocaeli (41), Konya (42), Manisa (45), Kahramanmaraş (46), Muğla (48), Sakarya (54), Samsun (55), Tekirdağ (59), Şanlıurfa (63) ve Van (65) yer almakta olup bu küme çalışmanın geri kalanında “*Büyükşehirler Kümesi*” olarak adlandırılacaktır.

Küme-2’de; İstanbul (34) yer almakta olup bu küme çalışmanın geri kalanında “*Mega Büyükşehir Kümesi*” olarak adlandırılacaktır.

Küme-3’te; Adıyaman (02), Afyonkarahisar (03), Ağrı (04), Amasya (05), Artvin (08), Bilecik (11), Bingöl (12), Bitlis (13), Bolu (14), Burdur (15), Çanakkale (17), Çankırı (18), Çorum (19), Edirne (22), Elazığ (23), Erzincan (24), Erzurum (25), Eskişehir (26), Giresun (28), Gümüşhane (29), Hakkari (30), Isparta (32), Kars (36), Kastamonu (37), Kırklareli (39), Kırşehir (40), Kütahya (43), Malatya (44), Mardin (47), Muş (49), Nevşehir (50), Niğde (51), Ordu (52), Rize (53), Siirt (56), Sinop (57), Sivas (58), Tokat (60), Trabzon (61), Tunceli (62), Uşak (64), Yozgat (66), Zonguldak (67), Aksaray (68), Bayburt (69), Karaman (70), Kırıkkale (71), Batman (72), Şırnak (73), Bartın (74), Ardahan (75), Iğdır (76), Yalova (77), Karabük (78), Kilis (79), Osmaniye (80) ve Düzce (81) yer almakta olup bu küme çalışmanın geri kalanında “*Diğer Şehirler Kümesi*” olarak adlandırılacaktır.

Tablo 3. K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Sonuçları

“ k” Parametresi	Kümeler	Kümede İBBS-3 Bölgeleri	Toplam Nüfus	0-14 Yaş Nüfus Oranı (%)	65 Yaş ve Üzeri Nüfus Oranı (%)	Çocuk Bağımlılık Oranı (0-14 Yaş) %	Yaşlı Bağımlılık Oranı (65+ Yaş)	Toplam Yaş Bağımlılık Oranı (%)	Silhouette İndeks Değeri
k=4	Küme-0 (n=3)	Ankara (06)	4.499.192,667	18,967	11,033	27,133	15,800	42,933	0,674
		Bursa (16)							
		İzmir (35)							
	Küme-1 (n=20)	Adana (01)	1.621.917,150	22,985	10,035	34,705	14,865	49,575	
		Antalya (07)							
		Aydın (09)							
		Balıkesir (10)							
		Denizli (20)							
		Diyarbakır (21)							
		Gaziantep (27)							
		Hatay (31)							
		Mersin (33)							
		Kayseri (38)							
		Kocaeli (41)							
		Konya (42)							
		Manisa (45)							
		Kahramanmaraş (46)							

	Muğla (48)						
	Sakarya (54)						
	Samsun (55)						
	Tekirdağ (59)						
	Şanlıurfa (63)						
	Van (65)						
Küme-2 (n=1)	İstanbul (34)	15.655.924,000	20,000	7,900	27,700	11,000	38,700
	Adıyaman (02)						
	Afyonkarahisar (03)						
	Ağrı (4)						
	Amasya (05)						
	Artvin (08)						
	Bilecik (11)						
	Bingöl (12)						
	Bitlis (13)						
Küme-3 (n=57)	Bolu (14)	417.202,316	20,400	12,486	30,604	18,532	49,121
	Burdur (15)						
	Çanakkale (17)						
	Çankırı (18)						
	Çorum (19)						
	Edirne (22)						
	Elazığ (23)						
	Erzincan (24)						
	Erzurum (025)						
	Eskişehir (26)						
	Giresun (28)						

Gümüşhane
(29)
Hakkari (30)
Isparta (32)
Kars (36)
Kastamonu (37)
Kırklareli (039)
Kırşehir (40)
Kütahya (43)
Malatya (44)
Mardin (47)
Muş (49)
Nevşehir (50)
Niğde (51)
Ordu (52)
Rize (53)
Siirt (56)
Sinop (57)
Sivas (58)
Tokat (60)
Trabzon (61)
Tunceli (62)
Uşak (64)
Yozgat (66)
Zonguldak (67)
Aksaray (68)
Bayburt (69)
Karaman (70)

Kırıkkale (71)

Batman (72)

Şırnak (73)

Bartın (74)

Ardahan (75)

İğdır (76)

Yalova (77)

Karabük (78)

Kilis (79)

Osmaniye (80)

Düzce (81)

Bu optimal küme sayısı için Silhouette İndeks Değeri “0,674” olarak tespit edilmiştir. Silhouette İndeks Değeri kümeleme geçerliliğinin ölçülmesinde yararlanılan ve uygun küme sayısını belirleme noktasında karar vericiye destek olan bir değerdir (Rousseeuw, 1987). Silhouette İndeks Değeri -1 ve +1 arasında konumlanır ve yüksek Silhouette İndeks Değeri daha uyumlu kümelerin varlığına işaret eder (Belyadi & Haghighat, 2021; Han vd., 2012). Kümelerin kümeleme değişkenlerinin ortalama değerleri açısından birbirinden farklı oldukları ifade edilebilir. Bu çerçevede “4” olarak bulunan optimal küme sayısı için “0,674” olarak hesaplanan Silhouette İndeks Değeri’nin tatminkar düzeyde olduğu görüldüğünden analiz prosedürünün ikinci evresine geçilmiştir.

3.2. Veri Zarflama Analizi Sonuçları

Türkiye’deki İBBS-3 bölgesi K-Means Kümeleme Algoritması kullanarak kümelendirdikten sonra analiz prosedürünün ikinci aşaması olan VZA’ya geçilmiştir.

KVB; benzer girdilerden benzer çıktıları elde etmek için çabalayan iş birimleridir (Cooper vd., 2006). Çalışmanın başlangıç örnekleminin Türkiye’deki 81 adet İBBS-3 bölgesinin tamamından oluşması KVB’lerin homojenliği ile ilgili alanyazında vurgulanan üç şartı da karşılamaktadır (Golany & Roll, 1989);

Bu şartlar şöyle özetlenebilir;

- ✓ KVB’lerin benzer amaçlarla benzer faaliyetlerde bulunması,
- ✓ KVB’lerin aynı pazar koşulları altında istenilen aktiviteler yerine getiriyor olması,
- ✓ KVB’nin halihazırda aynı çıktı/girdi bileşimini kullanmakta olması.

Etkinlik ölçümleri, kritik bir biçimde esnek girdi-çıkıtı demetlerinin tanımlanma biçimiyle ilintilidir (Ray, 2004). Çalışmada kullanılan girdi ve çıktılar (Can Sağlam, 2023; Çarıkçı & Akbulut, 2019; Durur vd., 2022; Islıcık, 2024; Özdemir, 2020, 2025a; Şimşek vd., 2025; Temür, 2010) ile önemli ölçüde örtüşmektedir. Araştırma Tablo 2’de yer alan 4 adet girdi ve 2 adetçıkıtı değişkenine sahiptir.

VZA’da kullanılacak KVB sayısının girdi ve çıktıların toplam sayısından daha fazla olması gerektiği ifade edilmektedir (Ramanathan, 2003). “*Büyükşehirler Kümesi*” 20 adet İBBS-3 bölgesinden ve “*Diğer Şehirler Kümesi*” 57 adet İBBS-3 bölgesinden oluştuğundan bu kriteri karşılamakta olup söz konusu kümeler Veri Zarflama Analizine dahil edilmiştir. Ancak “*Ultra Büyükşehirler Kümesi*” 3 adet İBBS-3 bölgesinden ve “*Mega Büyükşehir Kümesi*” 1 adet İBBS-3 bölgesinden oluşup bu kriteri karşılamadığından söz konusu kümeler Veri Zarflama Analizine dahil edilmemiştir.

Bu noktada öncelikle Veri Zarflama Analizi’nde kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve bu değişkenlerin kümeleme analizinde elde edilen kümelerle göre farklılık gösterip göstermediğini tespit etmek amacıyla yürütülen Independent Samples T-Testi sonuçları Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4 incelendiğinde; gerek kümelerdeki İBBS-3 bölgesi sayısının genel olarak dengeli olması (20 ve 57) gerekse de Veri Zarflama Analizi’nin girdi ve çıktı değişkenlerinin büyük çoğunluğunun kümelerle göre anlamlı bir biçimde farklılık göstermesi, analiz prosedürünün ilk aşaması olan Türkiye’deki illerin K-Ortalamalar Kümeleme Algoritması kullanarak gruplandırma evresindeki bulgularını teyit eder niteliktedir.

Tablo 4. Veri Zarflama Analizi Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler ve Farklılık Testleri

Değişken	Küme	n	Ort.	Std. Sapma	Std. Hata	Anlamlılık
i1:1 10.000 Kişiy e Düşen Hastane Yatağı Sayısı	Büyükşehirler Kümesi	20	29,525	5,428	1,214	F=4,342
	Diğer Şehirler Kümesi	57	29,542	9,186	1,217	P= 0,992>0,05
i2: Aile Hekimliği Birimi Başına Düşen Nüfus	Büyükşehirler Kümesi	20	3.033,400	163,541	36,569	F=0,686
	Diğer Şehirler Kümesi	57	2.944,737	182,780	24,210	P= 0,05< 0,05
i3: 10.000 Kişiy e Düşen Toplam Hekim Sayısı	Büyükşehirler Kümesi	20	3.273,450	1.382,914	309,229	F=22,123
	Diğer Şehirler Kümesi	57	819,316	539,353	71,439	P= 0,000< 0,01
i4: 10.000 Kişiy e Düşen Toplam Dış Hekim Sayısı	Büyükşehirler Kümesi	20	750,700	426,533	95,376	F=18,061
	Diğer Şehirler Kümesi	57	172,614	113,940	15,092	P= 0,000< 0,01
o1: Beşeri Sermaye Endeksi Hayatta Kalma Bileşeni Puanı	Büyükşehirler Kümesi	20	0,983	0,017	0,004	F=6,641
	Diğer Şehirler Kümesi	57	0,987	0,010	0,001	P= 0,254>0,05
o2: Beşeri Sermaye Endeksi Sağlık Bileşeni Puanı	Büyükşehirler Kümesi	20	0,967	0,003	0,001	F=0,006
	Diğer Şehirler Kümesi	57	0,968	0,003	0,000	P= 0,078>0,05

Bu bilgiler çevresinde, Karar Verme Birimleri (KVB)'lerin girdiler üzerindeki kontrol gücü dikkate alınarak Girdi Yönelimli BCC (VRS) Modeli kullanılarak analize dahil edilen her iki küme için ayrı ayrı Veri Zarflama Analizi yürütülmüştür. Analiz sonuçları Tablo 5' de yer almaktadır.

Tablo 5. Veri Zarflama Analizi Sonuçları

Küme	Kümедeki Karar Verme Birimleri	Etkinlik Skoru	Etkinlik Durumu
Büyükşehirler Kümesi	Adana (01)	0,952629	Etkin Değil
	Antalya (07)	1,000000	Etkin
	Aydın (09)	0,971359	Etkin Değil
	Balıkesir (10)	1,000000	Etkin
	Denizli (20)	1,000000	Etkin
	Diyarbakır (21)	0,959110	Etkin Değil
	Gaziantep (27)	1,000000	Etkin
	Hatay (31)	0,931756	Etkin Değil
	Mersin (33)	0,965596	Etkin Değil
	Kayseri (38)	1,000000	Etkin
	Kocaeli (41)	1,000000	Etkin
	Konya (42)	0,955551	Etkin Değil
	Manisa (45)	0,997356	Etkin Değil
	Kahramanmaraş (46)	1,000000	Etkin
	Muğla (48)	1,000000	Etkin
	Sakarya (54)	1,000000	Etkin
	Samsun (55)	0,993445	Etkin Değil
	Tekirdağ (59)	1,000000	Etkin
	Şanlıurfa (63)	1,000000	Etkin
	Van (65)	1,000000	Etkin
Ortalama Etkinlik Skoru		0,986340	
Diğer Şehirler Kümesi	Adıyaman (02)	0,998480	Etkin Değil
	Afyonkarahisar (03)	0,878753	Etkin Değil
	Ağrı (04)	1,000000	Etkin
	Amasya (05)	0,906400	Etkin Değil
	Artvin (08)	1,000000	Etkin
	Bilecik (11)	0,909506	Etkin Değil
	Bingöl (12)	0,934485	Etkin Değil
	Bitlis (13)	0,804160	Etkin Değil
	Bolu (14)	0,921395	Etkin Değil
	Burdur (15)	0,915522	Etkin Değil
	Çanakkale (17)	0,832919	Etkin Değil
	Çankırı (18)	0,845623	Etkin Değil
	Çorum (19)	0,926105	Etkin Değil
	Edirne (22)	0,848852	Etkin Değil
	Elazığ (23)	0,910135	Etkin Değil
	Erzincan (24)	0,876356	Etkin Değil

Erzurum (25)	0,952721	Etkin Değil
Eskişehir (26)	0,831746	Etkin Değil
Giresun (28)	0,887685	Etkin Değil
Gümüşhane (29)	0,873070	Etkin Değil
Hakkari (30)	0,930898	Etkin Değil
Isparta (32)	0,936580	Etkin Değil
Kars (36)	0,918782	Etkin Değil
Kastamonu (37)	0,819894	Etkin Değil
Kırklareli (39)	0,873780	Etkin Değil
Kırşehir (40)	0,895619	Etkin Değil
Kütahya (43)	0,923558	Etkin Değil
Malatya (44)	1,000000	Etkin
Mardin (47)	0,959912	Etkin Değil
Muş (49)	0,924315	Etkin Değil
Nevşehir (50)	0,894945	Etkin Değil
Niğde (51)	0,896681	Etkin Değil
Ordu (52)	0,885153	Etkin Değil
Rize (53)	0,785193	Etkin Değil
Siirt (56)	0,854477	Etkin Değil
Sinop (57)	0,794143	Etkin Değil
Sivas (58)	0,848263	Etkin Değil
Tokat (60)	0,879034	Etkin Değil
Trabzon (61)	0,912019	Etkin Değil
Tunceli (62)	1,000000	Etkin
Uşak (64)	0,954093	Etkin Değil
Yozgat (66)	0,891308	Etkin Değil
Zonguldak (67)	0,880591	Etkin Değil
Aksaray (68)	0,875813	Etkin Değil
Bayburt (69)	1,000000	Etkin
Karaman (70)	0,953058	Etkin Değil
Kırıkkale (71)	0,868064	Etkin Değil
Batman (72)	0,861763	Etkin Değil
Şırnak (73)	1,000000	Etkin
Bartın (74)	0,949183	Etkin Değil
Ardahan (75)	1,000000	Etkin
Iğdır (76)	1,000000	Etkin
Yalova (77)	0,830728	Etkin Değil
Karabük (78)	0,895347	Etkin Değil
Kilis (79)	0,816923	Etkin Değil
Osmaniye (80)	0,914776	Etkin Değil
Düzce (81)	0,927696	Etkin Değil
Ortalama Etkinlik Skoru		0,905377

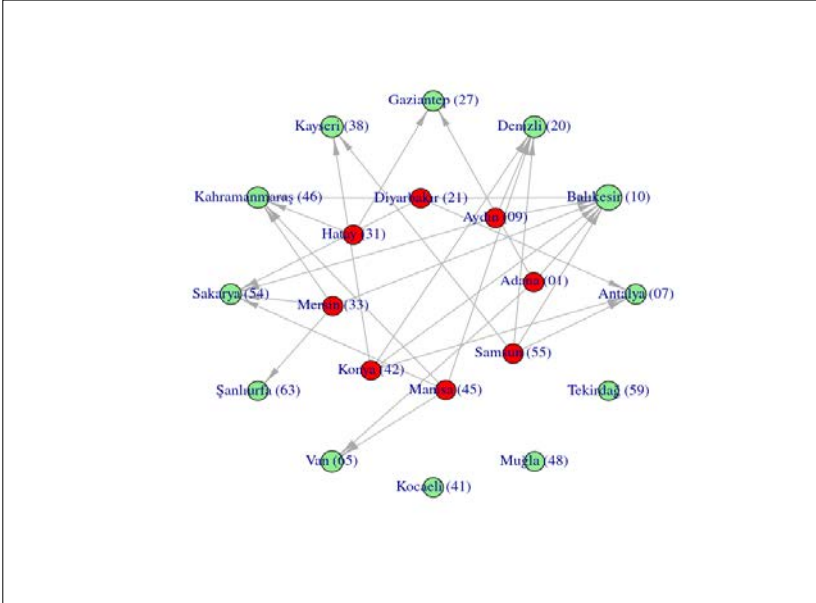
Tablo 5'e göre;

- ✓ Büyükşehirler Kümesi'ndeki; Antalya (07), Balıkesir (10), Gaziantep (27), Kayseri (38), Kocaeli (41), Kahramanmaraş (46), Muğla (48), Sakarya (54), Tekirdağ

(59), Şanlıurfa (63) ve Şanlıurfa (63)'nin saf teknik etkinlik skorlarının 1 olduğu ve göreceli etkinliğe sahip oldukları,

- ✓ Diğer Şehirler Kümesi'ndeki; Ağrı (04), Artvin (08), Malatya (44), Tunceli (62), Bayburt (69), Şırnak (73), Ardahan (75) ve Iğdır (76)'nin saf teknik etkinlik skorlarının 1 olduğu ve göreceli etkinliğe sahip oldukları, görülmektedir.

Büyükşehirler Kümesi ve Diğer Şehirler Kümesi'nin saf teknik etkinlik skorlarının aralarında ilişki olup olmadığını belirlemek için Korelasyon Analizi yürütülmüş olup kümeler için hesaplanan Pearson Korelasyon katsayıları istatistiki olarak anlamlı bir ilişki içeremediğinden ($p>0,05$) bu sonuç analizin prosedürünün ilk aşamasının geçerliliğini desteklemekte ve Türkiye'deki İBBS-3 bölgelerinin etkinlik skorları açısından birbirinden farklılaştığını doğrulamaktadır.



Şekil 1. Büyükşehirler Kümesi'ndeki Referans Kümeleri

Şekil 1’de Büyükşehirler Kümesi’ndeki etkin olmayan 8 adet İBBS-3 bölgesinin etkin pozisyona ulaşabilmeleri için tanımlanan Referans Kümeleri yer almaktadır. Yeşil renk ile gösterilenler referans KVB’leri kırmızı renk ile gösterilenler ise etkin olmayan KVB’leri temsil etmektedir.

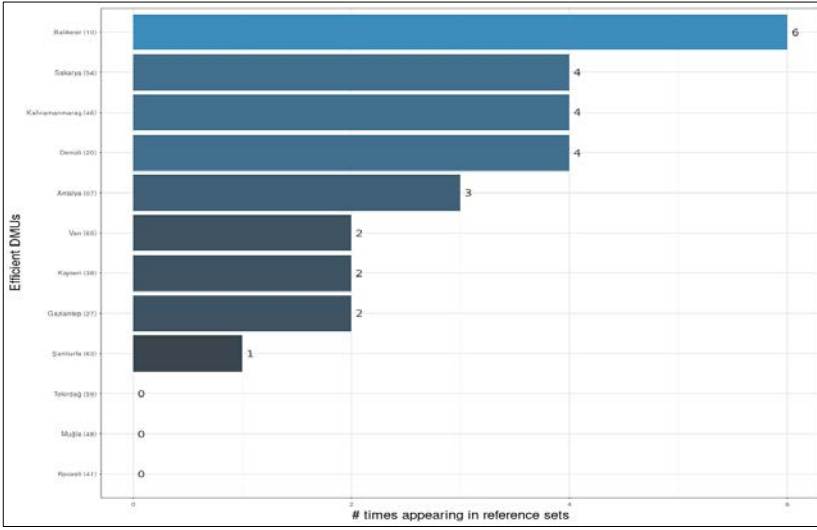
Tablo 6’da etkin olmayan 8 adet İBBS-3 bölgesinin etkin pozisyona ulaşabilmeleri için tanımlanan Referans Kümeleri’ne ilişkin referans ağırlıkları bulunmaktadır.

Tablo 6. Büyükşehirler Kümesi’ndeki Etkin Olmayan İllerin Referans Kümeleri ve Referans Ağırlıkları

KVB	Antalya (07)	Balıkesir (10)	Denizli (20)	Gaziantep (27)	Kahramanmaraş (46)	Kayseri (38)	Sakarya (54)	Şanlıurfa (63)	Van (65)
Adana (01)	0,0000	0,3351	0,0000	0,1925	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4724
Aydın (09)	0,0000	0,6680	0,3040	0,0000	0,0000	0,0000	0,0280	0,0000	0,0000
Diyarbakır (21)	0,0010	0,7670	0,0000	0,0000	0,1184	0,0000	0,1136	0,0000	0,0000
Hatay (31)	0,0000	0,0000	0,0000	0,2217	0,7783	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mersin (33)	0,0000	0,7647	0,0000	0,0000	0,0637	0,0000	0,1641	0,0075	0,0000
Konya (42)	0,2938	0,1351	0,0171	0,0000	0,0000	0,5539	0,0000	0,0000	0,0000
Manisa (45)	0,0000	0,0000	0,3395	0,0000	0,0035	0,0000	0,1946	0,0000	0,4625
Samsun (55)	0,0032	0,0569	0,4713	0,0000	0,0000	0,4686	0,0000	0,0000	0,0000

Tablo 6'ya göre;

- ✓ Adana (01)'nin referans kümesi; Balıkesir (10) ($\lambda=0,3351$), Gaziantep (27) ($\lambda=0,1925$) ve Van (65) ($\lambda=0,4724$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Aydın (09)'nin referans kümesi; Balıkesir (10) ($\lambda=0,6680$), Denizli (20) ($\lambda=0,3040$) ve Sakarya (54) ($\lambda=0,0280$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Diyarbakır (21)'nin referans kümesi; Antalya (07) ($\lambda=0,0010$), Balıkesir (10) ($\lambda=0,7670$), Kahramanmaraş (46) ($\lambda=0,1184$) ve Sakarya (54) ($\lambda=0,1136$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Hatay (31)'nin referans kümesi; Gaziantep (27) ($\lambda=0,2217$) ve Kahramanmaraş (46) ($\lambda=0,7783$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Mersin (33)'nin referans kümesi; Balıkesir (10) ($\lambda=0,7647$), Kahramanmaraş (46) ($\lambda=0,0637$), Sakarya (54) ($\lambda=0,1641$) ve Şanlıurfa (63) ($\lambda=0,0075$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Konya (42)'nin referans kümesi; Antalya (07) ($\lambda=0,2938$), Balıkesir (10) ($\lambda=0,1351$), Denizli (20) ($\lambda=0,0171$) ve Kayseri (38) ($\lambda=0,5539$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Manisa (45)'nin referans kümesi; Denizli (20) ($\lambda=0,3395$), Kahramanmaraş (46) ($\lambda=0,0035$) , Sakarya (54) ($\lambda=0,1946$) ve Van (65) ($\lambda=0,4625$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Samsun (55)'nin referans kümesi; Antalya (07) ($\lambda=0,0032$), Balıkesir (10) ($\lambda=0,0539$), Denizli (20) ($\lambda=0,4713$) ve Kayseri (38) ($\lambda=0,4686$)'den oluşmaktadır.
- ✓ En fazla referans ağırlığına Balıkesir (10)'nin ($\sum\lambda=2,7268$) sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 2. Büyükşehirler Kümesi’ndeki Etkin KVB’lerin Referans Kümelerinde Görülme Sayıları

Şekil 2 incelendiğinde Büyükşehirler Kümesi’ndeki etkin olmayan 8 adet İBBS-3 bölgesinin etkin hale gelebilmeleri için oluşturan referans kümelerinde en çok Balıkesir (10)’nin (20 kez ve) yer aldığı, bununla birlikte Tekirdağ (59), Muğla (48) ve Kocaeli (41)’nin hiçbir referans kümesinde görülmediği tespit edilmiştir.

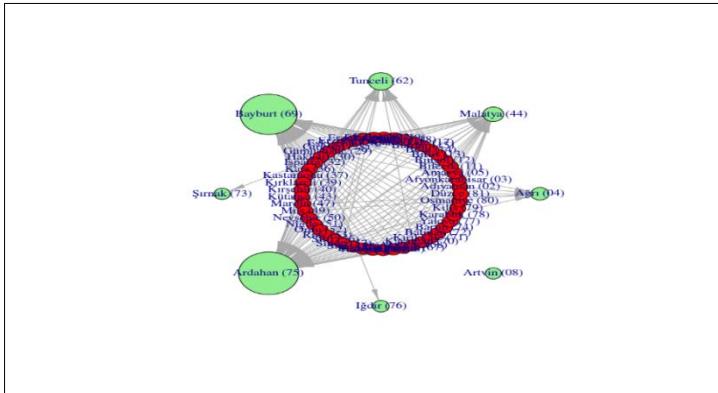
Büyükşehirler Kümesi’ndeki etkin olmayan İBBS-3 bölgeleri için İyileştirme Seçenekleri (girdilerin azaltılması ve/veya çıktıların arttırılması) Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Büyükşehirler Kümesi’ndeki Etkin Olmayan İllerin İçin İyileştirme Seçenekleri

KVB	i1	i2	i3	i4	o1	o2
Adana (01)	-1,477990	-141,119616	-2.962,606626	-583,820930	0,000000	0,000248
Aydın (09)	-3,174234	-88,243896	-106,734510	-17,270714	0,000000	0,001295
Diyarbakır (21)	-1,116304	-125,778475	-1.225,743599	-62,693520	0,000000	0,000000
Hatay (31)	-2,217915	-199,612335	-344,530103	-86,411160	0,011272	0,004244
Mersin (33)	-0,922034	-106,205889	-1.343,456623	-300,758657	0,000000	0,000000
Konya (42)	-6,996178	-137,881767	-1.247,019648	-56,139482	0,000000	0,000000
Manisa (45)	-4,618943	-8,026531	-859,857345	-1,213497	0,000000	0,000000
Samsun (55)	-6,629924	-19,888516	-628,480425	-4,680422	0,000000	0,000000

Tablo 7 incelendiğinde;

- ✓ i1: 10.000 Kişiyeye Düşen Hastane Yatağı Sayısı girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Konya (42) olduğu,
 - ✓ i2: Aile Hekimliği Birimi Başına Düşen Nüfus girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Hatay (31) olduğu,
 - ✓ i3:10.000 Kişiyeye Düşen Toplam Hekim Sayısı girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Adana (01) olduğu,
 - ✓ i4: 10.000 Kişiyeye Düşen Toplam Dış Hekim Sayısı girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Adana (01) olduğu,
 - ✓ o1: Beşeri Sermaye Endeksi Hayatta Kalma Bileşeni Puanı çıktı değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Hatay (31) olduğu,
 - ✓ o2: Beşeri Sermaye Endeksi Sağlık Bileşeni Puanı çıktı değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Hatay (31) olduğu,
- görülmektedir.



Şekil 3. Diğer Şehirler Kümesi Referans Kümeleri

Şekil-3’de Diğer Şehirler Kümesi’ndeki etkin olmayan 49 adet İBBS-3 bölgesinin etkin pozisyona ulaşabilmeleri için tanımlanan Referans Kümeleri görülmektedir. Yeşil renk ile gösterilenler referans KVB’leri kırmızı renk ile gösterilenler ise etkin olmayan KVB’leri temsil etmektedir.

Tablo 8’de her bir kümede etkin olmayan 49 adet İBBS-3 bölgesinin etkin pozisyona ulaşabilmeleri için tanımlanan Referans Kümeleri’ne ilişkin referans ağırlıkları görülmektedir.

Tablo 8. Diğer Şehirler Kümesi'ndeki Etkin Olmayan İllerin Referans Kümeleri ve Referans Ağırlıkları

KVB	Ağrı (04)	Ardahan (75)	Bayburt (69)	Iğdır (76)	Malatya (44)	Şırnak (73)	Tunceli (62)
Adıyaman (02)	0,1452	0,3221	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5328
Afyonkarahisar (03)	0,0000	0,6274	0,3726	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Amasya (05)	0,0000	0,2044	0,7714	0,0000	0,0000	0,0000	0,0242
Bilecik (11)	0,0000	0,4761	0,5188	0,0000	0,0051	0,0000	0,0000
Bingöl (12)	0,0000	0,3764	0,5455	0,0000	0,0000	0,0000	0,0781
Bitlis (13)	0,0000	0,7778	0,1822	0,0000	0,0400	0,0000	0,0000
Bolu (14)	0,0000	0,0000	0,8654	0,0000	0,1346	0,0000	0,0000
Burdur (15)	0,0000	0,4198	0,4996	0,0000	0,0806	0,0000	0,0000
Çanakkale (17)	0,0000	0,3721	0,6279	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Çankırı (18)	0,0000	0,2049	0,2208	0,0000	0,0000	0,0000	0,5743
Çorum (19)	0,0000	0,3139	0,4562	0,0000	0,2299	0,0000	0,0000
Edirne (22)	0,0000	0,8256	0,1744	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Elazığ (23)	0,0000	0,0000	0,6702	0,0000	0,3298	0,0000	0,0000
Erzincan (24)	0,0000	0,1870	0,7981	0,0000	0,0149	0,0000	0,0000
Erzurum (25)	0,0000	0,4615	0,4014	0,0000	0,1372	0,0000	0,0000
Eskişehir (26)	0,0000	0,2974	0,7026	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Giresun (28)	0,0000	0,3355	0,5711	0,0000	0,0933	0,0000	0,0000
Gümüşhane (29)	0,0641	0,3846	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5513
Hakkari (30)	0,0000	0,0000	0,0000	0,3241	0,0000	0,0966	0,5793
Isparta (32)	0,0000	0,5269	0,2651	0,0000	0,2080	0,0000	0,0000
Kars (36)	0,0000	0,7417	0,1828	0,0000	0,0755	0,0000	0,0000
Kastamonu (37)	0,0000	0,4716	0,5284	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Kırklareli (39)	0,0000	0,4094	0,5906	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Kırşehir (40)	0,0000	0,6701	0,1539	0,0000	0,0000	0,0000	0,1761

Nicel Karar Yöntemleri

Kütahya (43)	0,0000	0,4706	0,5294	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mardin (47)	0,3943	0,2521	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3536
Muş (49)	0,2039	0,0662	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7299
Nevşehir (50)	0,0000	0,3831	0,5778	0,0000	0,0390	0,0000	0,0000
Niğde (51)	0,0000	0,8517	0,0071	0,0000	0,0000	0,0000	0,1412
Ordu (52)	0,0000	0,1909	0,8091	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Rize (53)	0,0000	0,2676	0,6620	0,0000	0,0704	0,0000	0,0000
Siirt (56)	0,3912	0,3238	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2850
Sinop (57)	0,0000	0,5276	0,4188	0,0000	0,0000	0,0000	0,0536
Sivas (58)	0,0000	0,4654	0,4560	0,0000	0,0786	0,0000	0,0000
Tokat (60)	0,0000	0,4538	0,4325	0,0000	0,1137	0,0000	0,0000
Trabzon (61)	0,0000	0,0000	0,8400	0,0000	0,1600	0,0000	0,0000
Uşak (64)	0,0000	0,3696	0,3931	0,0000	0,2373	0,0000	0,0000
Yozgat (66)	0,0000	0,5947	0,2953	0,0000	0,1100	0,0000	0,0000
Zonguldak (67)	0,0000	0,3848	0,5000	0,0000	0,1152	0,0000	0,0000
Aksaray (68)	0,0000	0,4521	0,4159	0,0000	0,0000	0,0000	0,1320
Karaman (70)	0,0000	0,4734	0,5266	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Kırıkkale (71)	0,0000	0,7852	0,2148	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Batman (72)	0,0000	0,4069	0,5582	0,0000	0,0349	0,0000	0,0000
Bartın (74)	0,0000	0,6292	0,3619	0,0000	0,0090	0,0000	0,0000
Yalova (77)	0,0000	0,3709	0,3782	0,0000	0,0000	0,0000	0,2508
Karabük (78)	0,0000	0,2105	0,6709	0,0000	0,1186	0,0000	0,0000
Kilis (79)	0,0000	0,8642	0,1167	0,0000	0,0000	0,0000	0,0192
Osmaniye (80)	0,0000	0,7511	0,0000	0,0000	0,2489	0,0000	0,0000
Düzce (81)	0,0413	0,6603	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2984

Tablo 8'e göre;

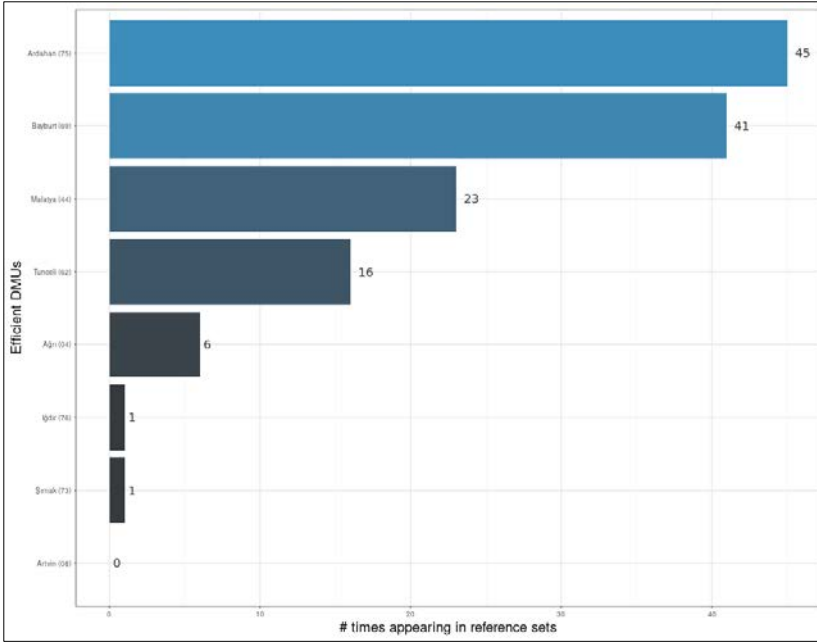
- ✓ Adıyaman (02)'nin referans kümesi; Ağrı (04) ($\lambda=0,1452$), Ardahan (75) ($\lambda=0,3221$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,5328$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Afyonkarahisar (03)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,6274$) ve Bayburt (69) ($\lambda=0,3726$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Amasya (05)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,2044$), Bayburt (69) ($\lambda=0,7714$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,0242$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Bilecik (11)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,4761$), Bayburt (69) ($\lambda=0,5188$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,0051$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Bingöl (12)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,3764$), Bayburt (69) ($\lambda=0,5455$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,0781$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Bitlis (13)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,7778$), Bayburt (69) ($\lambda=0,1822$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,0400$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Bolu (14)'nin referans kümesi; Bayburt (69) ($\lambda=0,8654$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,1346$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Burdur (15)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,4198$), Bayburt (69) ($\lambda=0,4996$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,0806$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Çanakkale (17)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,3721$) ve Bayburt (69) ($\lambda=0,6279$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Çankırı (18)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,2049$), Bayburt (69) ($\lambda=0,2208$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,5743$)'den oluşmaktadır.

- ✓ Çorum (19)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,3139$), Bayburt (69) ($\lambda=0,4562$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,2299$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Edirne (22)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,8256$) ve Bayburt (69) ($\lambda=0,1744$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Elazığ (23)'nin referans kümesi; Bayburt (69) ($\lambda=0,6702$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,3298$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Erzincan (24)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,1870$), Bayburt (69) ($\lambda=0,7981$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,0149$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Erzurum (25)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,4615$), Bayburt (69) ($\lambda=0,4014$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,1372$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Eskişehir (26)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,2974$) ve Bayburt (69) ($\lambda=0,7026$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Giresun (28)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,3355$), Bayburt (69) ($\lambda=0,5711$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,0933$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Gümüşhane (29)'nin referans kümesi; Ağrı (04) ($\lambda=0,0641$), Ardahan (75) ($\lambda=0,3846$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,5513$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Hakkari (30)'nin referans kümesi; Iğdır (76) ($\lambda=0,3241$), Şırnak (73) ($\lambda=0,0966$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,5793$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Isparta (32)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,5269$), Bayburt (69) ($\lambda=0,2651$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,2080$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Kars (36)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,7417$), Bayburt (69) ($\lambda=0,1828$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,0755$)'den oluşmaktadır.

- ✓ Kastamonu (37)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,4716$) ve Bayburt (69) ($\lambda=0,5284$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Kırklareli (39)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,4094$) ve Bayburt (69) ($\lambda=0,5906$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Kırşehir (40)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,6701$), Bayburt (69) ($\lambda=0,1539$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,1761$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Kütahya (43)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,4706$) ve Bayburt (69) ($\lambda=0,5294$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Mardin (47)'nin referans kümesi; Ağrı (04) ($\lambda=0,3943$), Ardahan (75) ($\lambda=0,2521$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,3536$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Muş (49)'nin referans kümesi; Ağrı (04) ($\lambda=0,2039$), Ardahan (75) ($\lambda=0,0662$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,7299$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Nevşehir (50)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,3831$), Bayburt (69) ($\lambda=0,5778$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,0390$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Niğde (51)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,8517$), Bayburt (69) ($\lambda=0,0071$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,1412$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Ordu (52)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,1909$) ve Bayburt (69) ($\lambda=0,8091$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Rize (53)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,2676$), Bayburt (69) ($\lambda=0,6620$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,0704$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Siirt (56)'nin referans kümesi; Ağrı (04) ($\lambda=0,3912$), Ardahan (75) ($\lambda=0,3238$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,2850$)'den oluşmaktadır.

- ✓ Sinop (57)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,5276$), Bayburt (69) ($\lambda=0,4188$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,0536$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Sivas (58)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,4654$), Bayburt (69) ($\lambda=0,4560$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,0786$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Tokat (60)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,4538$), Bayburt (69) ($\lambda=0,4325$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,1137$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Trabzon (61)'nin referans kümesi; Bayburt (69) ($\lambda=0,8400$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,1600$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Uşak (64)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,3696$), Bayburt (69) ($\lambda=0,3931$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,2373$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Yozgat (66)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,5947$), Bayburt (69) ($\lambda=0,2953$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,1100$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Zonguldak (67)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,3848$), Bayburt (69) ($\lambda=0,5000$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,1152$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Aksaray (68)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,4521$), Bayburt (69) ($\lambda=0,4159$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,1320$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Karaman (70)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,4734$) ve Bayburt (69) ($\lambda=0,5266$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Kırıkkale (71)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,7852$) ve Bayburt (69) ($\lambda=0,2148$)'den oluşmaktadır.

- ✓ Batman (72)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,4069$), Bayburt (69) ($\lambda=0,5582$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,0349$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Bartın (74)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,6292$), Bayburt (69) ($\lambda=0,3619$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,0090$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Yalova (77)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,3709$), Bayburt (69) ($\lambda=0,3782$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,2508$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Karabük (78)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,2105$), Bayburt (69) ($\lambda=0,6709$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,1186$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Kilis (79)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,8642$), Bayburt (69) ($\lambda=0,1167$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,0192$)'den oluşmaktadır.
- ✓ Osmaniye (80)'nin referans kümesi; Ardahan (75) ($\lambda=0,7511$) ve Malatya (44) ($\lambda=0,2489$)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Düzce (81)'nin referans kümesi; Ağrı (04) ($\lambda=0,0413$), Ardahan (75) ($\lambda=0,6603$) ve Tunceli (62) ($\lambda=0,2984$)'den oluşmaktadır.
- ✓ En fazla referans ağırlığına Ardahan (75)'nin ($\sum\lambda=20,6119$) sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 4. Diğer Şehirler Kümesi’ndeki Etkin KVB’lerin Referans Kümelerinde Görülme Sayıları

Şekil 4 incelendiğinde Diğer Şehirler Kümesi’ndeki etkin olmayan 49 adet İBBS-3 bölgesinin etkin hale gelebilmeleri için oluşturan referans kümelerinde en çok Ardahan (75)’nin (45 kez) yer aldığı, bununla birlikte Artvin (08)’nin hiçbir referans kümesinde yer almadığı tespit edilmiştir.

Diğer Şehirler Kümesi’ndeki etkin olmayan İBBS-3 bölgeleri için İyileştirme Seçenekleri (girdilerin azaltılması ve/veya çıktıların artırılması) Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Diğer Şehirler Kümesi'ndeki Etkin Olmayan İllerin İçin İyileştirme Seçenekleri

KVB	i1	i2	i3	i4	o1	o2
Adıyaman (02)	-0,028730	-4,218238	-772,206243	-162,799484	0,072205	0,000000
Afyonkarahisar (03)	-8,652896	-357,194979	-1.387,646718	-286,254826	0,000000	0,000982
Ağrı (04)	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Amasya (05)	-2,414872	-269,286295	-381,087986	-94,117911	0,005420	0,000000
Artvin (08)	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Bilecik (11)	-3,351586	-257,997133	-213,911579	-54,232500	0,000000	0,000000
Bingöl (12)	-1,598569	-183,507900	-249,965494	-58,815228	0,007302	0,000000
Bitlis (13)	-5,796863	-629,037962	-275,523080	-41,107981	0,004128	0,000000
Bolu (14)	-15,550947	-221,979272	-553,835432	-176,782827	0,002517	0,000000
Burdur (15)	-2,618292	-239,156400	-191,954422	-45,765772	0,000000	0,000000
Çanakkale (17)	-8,146564	-520,791960	-1.278,349229	-236,744273	0,000000	0,003743
Çankırı (18)	-3,566099	-503,576405	-122,039738	-34,517844	0,000000	0,002088
Çorum (19)	-3,497361	-206,610085	-431,729602	-75,385699	0,000000	0,000000
Edirne (22)	-23,490782	-459,943905	-1.338,430867	-200,651304	0,000000	0,001350
Elazığ (23)	-20,681823	-256,203956	-764,387251	-143,174888	0,004059	0,000000
Erzincan (24)	-3,375473	-366,974465	-340,288535	-66,363888	0,000834	0,000000
Erzurum (25)	-22,843549	-128,458383	-1.583,713105	-277,827656	0,000000	0,000000
Eskişehir (26)	-16,156924	-525,625651	-2.312,676926	-501,594873	0,000000	0,002557
Giresun (28)	-13,418473	-328,184049	-669,314832	-74,308677	0,000000	0,000000
Gümüşhane (29)	-2,779777	-401,100184	-30,590236	-8,538132	0,002842	0,001005
Hakkari (30)	-1,188553	-223,337377	-143,851905	-4,215217	0,001811	0,006505
Isparta (32)	-19,166208	-174,975629	-1.006,529795	-218,181353	0,000000	0,000000
Kars (36)	-4,023468	-228,303639	-167,163753	-5,116730	0,003472	0,000000
Kastamonu (37)	-7,165865	-569,675071	-533,243988	-78,943108	0,000000	0,001763
Kırklareli (39)	-3,591339	-374,874014	-496,685039	-125,818898	0,000000	0,004300

Nicel Karar Yöntemleri

Kırşehir (40)	-2,536453	-307,192612	-337,572812	-45,227455	0,003490	0,000000
Kütahya (43)	-11,164773	-214,648688	-1.031,235800	-259,941289	0,000000	0,001846
Malatya (44)	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Mardin (47)	-0,785728	-115,694480	-894,256829	-186,870052	0,003508	0,000000
Muş (49)	-1,430437	-232,805522	-194,414022	-4,692439	0,008731	0,008400
Nevşehir (50)	-2,846991	-304,554480	-265,631534	-87,659667	0,005648	0,000000
Niğde (51)	-2,510645	-302,000599	-367,286838	-82,008548	0,000922	0,000000
Ordu (52)	-6,129073	-337,535941	-1.212,718051	-321,381789	0,000000	0,004256
Rize (53)	-6,873817	-710,366027	-588,235763	-185,881167	0,003024	0,000000
Siirt (56)	-3,274264	-468,146972	-97,420368	-11,059736	0,003892	0,003971
Sinop (57)	-5,908091	-675,622148	-201,087661	-47,412349	0,000000	0,000635
Sivas (58)	-19,919021	-463,404447	-1.242,585404	-281,518404	0,000000	0,000000
Tokat (60)	-10,983985	-356,366172	-758,073588	-189,704927	0,000000	0,000000
Trabzon (61)	-12,554871	-250,921786	-1.850,161033	-372,223782	0,002600	0,000000
Tunceli (62)	0,000000	0,000024	0,000002	0,000000	0,000000	0,000000
Uşak (64)	-1,390970	-124,498733	-91,120900	-95,009956	0,003078	0,000000
Yozgat (66)	-3,540542	-315,314831	-396,455452	-59,242370	0,000000	0,000000
Zonguldak (67)	-13,066273	-351,421818	-928,008225	-206,064913	0,000000	0,000000
Aksaray (68)	-3,166765	-372,933202	-525,975796	-96,319774	0,002269	0,000000
Bayburt (69)	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Karaman (70)	-1,568106	-127,729220	-292,260792	-79,946843	0,000000	0,000591
Kırıkkale (71)	-21,042305	-392,772374	-417,067288	-177,570509	0,000000	0,001466
Batman (72)	-3,870628	-416,092468	-661,497532	-140,073397	0,005545	0,000000
Şırnak (73)	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Tablo 9 incelendiğinde;

- ✓ i1: 10.000 Kişiyeye Düşen Hastane Yatağı Sayısı girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Erzurum (25) olduğu,
 - ✓ i2: Aile Hekimliği Birimi Başına Düşen Nüfus girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Rize (53) olduğu,
 - ✓ i3:10.000 Kişiyeye Düşen Toplam Hekim Sayısı girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Eskişehir (26) olduğu,
 - ✓ i4: 10.000 Kişiyeye Düşen Toplam Dış Hekim Sayısı girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Eskişehir (26) olduğu,
 - ✓ o1: Beşeri Sermaye Endeksi Hayatta Kalma Bileşeni Puanı çıktı değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Adıyaman (02) olduğu,
 - ✓ o2: Beşeri Sermaye Endeksi Sağlık Bileşeni Puanı çıktı değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Muş (49) olduğu,
- görülmektedir.

6. SONUÇ

Sağlık hizmetleri, eğitim, emeklilik sistemi ve sosyal hizmetlerle birlikte refah devletin temel unsurlarında birisidir (González-de-Julián vd., 2021). Sağlık politikası karar alma süreci, hiçbir sağlık politikasının aynı anda ve aynı derecede kapsama alanını, eşitliği, kaliteyi ve finansal risk korumasını iyileştirememesi gerçeği nedeniyle karmaşıktır (Shrime vd., 2018). Sınırlı kaynaklar ve sürekli artan talepler karşısında, sağlık sistemleri sürekli olarak kaynakları aşırı kullanmadan yüksek

kaliteli bakım sunma konusunda zorluklarla karşı karşıyadır (Vajjhala & Eappen, 2024).

Ülkelerin sağlık ve sosyal sistemlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla sağlık sistemlerinin verimliliğinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Özdemir vd., 2021). Ancak sağlık sistemlerinin analizi, tıbbi personel, sağlık hizmetleri altyapısı ve finansal kaynaklar gibi ilgili kaynakların kullanımının teknik verimliliğinin belirlenmesiyle sınırlı kalmayıp bu kaynaklar kümesinin, nüfusun sağlık durumunu etkileyen tıbbi olmayan faktörleri de kapsayacak şekilde genişletilmesi gerekmektedir (Kujawska, 2021).

Sağlık hizmetlerinin merkeziyetçilikten uzaklaştırılması, eşitsizlikleri azaltmayı ve erişilebilirliği iyileştirmeyi amaçlamaktadır (Ripoll-Zarraga vd., 2025). Bununla birlikte Türkiye’de kaynakların İBBS-3 bölgeleri arasında farklı oranlarda dağılıyor olması İBBS-3 bölgeleri bağlamında sağlık ve sosyal hizmetler dahil olmak üzere birçok mecrada gelişmişlik farklılıklarına neden olmaktadır (Ergülen vd., 2019). Bu aşamada, performans ölçümünü ve verimliliği dünya çapındaki halk sağlığı sistemleri için öncelikli husus olması nedeniyle İBBS-3 bölgelerinin Türkiye’nin sağlık ve sosyal hizmetler hedeflerine doğru ilerlemek için kaynaklarını ne kadar verimli kullandığının bilinmesi önem taşımaktadır (Jordi vd., 2020).

Bu çalışmada, Türkiye’deki 81 adet İBBS-3 bölgesinin sağlık ve sosyal koruma değişkenleri ile beşeri sermaye endeksi bağıntısı girdi odaklı BCC modeli kullanılarak deaR programı (Coll-Serrano vd., 2018) ile değerlendirilmiştir. Etkin olan ve etkin olmayan İBBS-3 bölgeleri tespit edilerek, etkin olmayan İBBS-3 bölgeleri için referans kümeleri oluşturulmuş ve hangi girdi ve çıktı değişkenlerinde iyileştirmeler yapmaları gerektiği belirlenmiştir.

Araştırmanın sonuçları on temel bulguyu ortaya koymaktadır;

1. Türkiye’deki 81 adet İBBS-3 bölgesi “Toplam Nüfus”, “0-14 Yaş Nüfus Oranı”, “65 Yaş ve Üzeri Nüfus Oranı”, “Çocuk Bağımlılık Oranı (0-14 Yaş)”, “Yaşlı Bağımlılık Oranı (65+ Yaş)” ve “Toplam Yaş Bağımlılık Oranı” değişkenleri açısından K-Ortalamalar Kümeleme Algoritması kullanılarak 4 kümeye ayrılmaktadır.
2. Bu kümeler, “*Ultra Büyükşehirler Kümesi*”, “*Büyükşehirler Kümesi*”, “*Mega Büyükşehir Kümesi*” ve “*Diğer Şehirler Kümesi*” olarak adlandırılmıştır. Bu durum Türkiye’nin genel taşra teşkilatlanma yapısıyla uyumludur.
3. (Ramanathan, 2003) tarafından geliştirilen KVB yeterliliği kriteri açısından bakıldığında; “*Büyükşehirler Kümesi*” 20 adet İBBS-3 bölgesinden ve “*Diğer Şehirler Kümesi*” 57 adet İBBS-3 bölgesinden oluştuğundan bu kriteri karşılamakta olup söz konusu kümeler Veri Zarflama Analizine dahil edilmiştir. Ancak “*Ultra Büyükşehirler Kümesi*” 3 adet İBBS-3 bölgesinden ve “*Mega Büyükşehir Kümesi*” 1 adet İBBS-3 bölgesinden oluşup bu kriteri karşılamadığından söz konusu kümeler Veri Zarflama Analizine dahil edilmemiştir.
4. Veri Zarflama Analizi değişkenlerinin önemli bir kısmı kümeleme analizinde elde edilen kümelere göre anlamlı bir biçimde farklılık göstermektedir.
5. Büyükşehirler Kümesi’ndeki; Antalya (07), Balıkesir (10), Gaziantep (27), Kayseri (38), Kocaeli (41), Kahramanmaraş (46), Muğla (48), Sakarya (54), Tekirdağ (59), Şanlıurfa (63) ve Şanlıurfa (63)’nin saf teknik

etkinlik skorlarının 1 olduğu ve göreceli etkinliğe sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu bulgu bahse konu İBBS-3 bölgelerinin Türkiye nüfusunun çoğunluğunun yaşadığı ve ülke ekonomisine yüksek katma değer sağlayan İBBS-3 bölgeleri olmaları durumuyla örtüşmektedir.

6. Diğer Şehirler Kümesi'ndeki; Ağrı (04), Artvin (08), Malatya (44), Tunceli (62), Bayburt (69), Şırnak (73), Ardahan (75) ve Iğdır (76)'nin saf teknik etkinlik skorlarının 1 olduğu ve göreceli etkinliğe sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu bulgu bahse konu İBBS-3 bölgelerinin tamamının Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer almaları ve benzer girdi/çıktı bileşimlerine sahip olmaları durumuyla açıklanabilir.
7. Büyükşehirler Kümesi'ndeki etkin olmayan 8 adet İBBS-3 bölgesinin etkin hale gelebilmeleri için oluşturan referans kümelerinde en çok Balıkesir (10)'nin (20 kez ve) yer aldığı, bununla birlikte Tekirdağ (59), Muğla (48) ve Kocaeli (41)'nin hiçbir referans kümesinde yer almadığı tespit edilmiştir. Bu bulgu Balıkesir (10)'nin (Akova & Demiröz, 2022) tarafından yapılan çalışmadaki Balıkesir şehir sağlık profilinin analizinde söz konusu İBBS-3 bölgesinin sağlıklı şehir olarak tanımlanması sonucu ile uyushmaktadır.
8. Diğer Şehirler Kümesi'ndeki etkin olmayan 49 adet İBBS-3 bölgesinin etkin hale gelebilmeleri için oluşturan referans kümelerinde en çok Ardahan (75)'nin (45 kez) yer aldığı, bununla birlikte Artvin (08)'nin hiçbir referans kümesinde yer almadığı tespit edilmiştir.
9. Büyükşehirler Kümesi için; i1: 10.000 Kişiyeye Düşen Hastane Yatağı Sayısı girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Konya (42), i2: Aile Hekimliği Birimi Başına Düşen Nüfus girdi

değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Hatay (31), i3:10.000 Kişiye Düşen Toplam Hekim Sayısı girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Adana (01), i4: 10.000 Kişiye Düşen Toplam Dış Hekim Sayısı girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Adana (01), o1: Beşeri Sermaye Endeksi Hayatta Kalma Bileşeni Puanı çıktı değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Hatay (31), o2: Beşeri Sermaye Endeksi Sağlık Bileşeni Puanı çıktı değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Hatay (31) olduğu görülmektedir.

10. Diğer Şehirler Kümesi için; i1: 10.000 Kişiye Düşen Hastane Yatağı Sayısı girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Erzurum (25), i2: Aile Hekimliği Birimi Başına Düşen Nüfus girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Rize (53), i3:10.000 Kişiye Düşen Toplam Hekim Sayısı girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Eskişehir (26), i4: 10.000 Kişiye Düşen Toplam Dış Hekim Sayısı girdi değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Eskişehir (26), o1: Beşeri Sermaye Endeksi Hayatta Kalma Bileşeni Puanı çıktı değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Adıyaman (02), o2: Beşeri Sermaye Endeksi Sağlık Bileşeni Puanı çıktı değişkeni açısından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan İBBS-3 bölgesinin Muş (49) olduğu görülmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen temel bulgular literatür ile kıyaslandığında;

1. (Islıcık, 2024) tarafından büyükşehirlerin sağlık hizmeti etkinliği üzerinde yapılan çalışmada elde edilen Ankara, Balıkesir, Bursa, Diyarbakır, Kocaeli, Konya, Manisa, Kahramanmaraş, Mardin, Muğla, Ordu, Sakarya, Samsun ve Van büyükşehirlerinin sağlık hizmetlerinin etkin bulunması bulgusuyla Antalya, Balıkesir, Denizli, Gaziantep, Kayseri, Kocaeli, Kahramanmaraş, Muğla, Sakarya, Tekirdağ, Şanlıurfa ve Van İBBS-3 bölgeleri bakımından uyumaktadır. . Araştırmamız çerçevesinde yürütülen analiz prosedürünün ilk evresi olan Kümeleme Analizinde Ankara, İzmir ve Bursa “*Ultra Büyükşehirler Kümesi*”nde yer almış olup bu kümede KVB sayısı yetersizliğinden ötürü Veri Zarflama Analizi yürütülememiştir.
2. (Çarıkçı & Akbulut, 2019) tarafından 81 ilin sağlık hizmeti etkinliği üzerinde yapılan çalışmada elde edilen Aksaray, Bartın, Düzce, Gaziantep, Iğdır, Karaman, Kırıkkale, Kilis, Niğde, Osmaniye, Şanlıurfa, Yalova ve Zonguldak illerinin etkin bulunması bulgusunun sadece Iğdır ve Şanlıurfa İBBS-3 bölgeleri kısmıyla uyumaktadır. Diğer iller için uyumamasının söz konusu illerin beşeri sermaye endeksi bileşenleri açısından nispeten düşük değerlere sahip olmaları nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir.
3. (Can Sağlam, 2023) tarafından Türkiye’deki İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması-1 (İBBS-1) bölgelerinin sağlık sistemi etkinliği üzerinde yapılan çalışmada elde edilen Batı Batı Marmara, Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz, Doğu Marmara, Ortadoğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, İstanbul, Kuzeydoğu Anadolu bölgelerinin etkin bulunması bulgusu ile genel olarak uyumaktadır.

4. (Durur vd., 2022) yapılan Türkiye’de Sağlık Bakanlığı tarafından oluşturulan 30 Sağlık Hizmet Bölgesinin sağlık sistemi etkinliği üzerinde yapılan çalışmada elde edilen 5.SHB (Diyarbakır-Batman-Mardin-Siirt-Şırnak), 6.SHB (Şanlıurfa), 7.SHB (Samsun-Ordu-Amasya-Sinop), 8.SHB (Sivas-Tokat), 9.SHB (Adıyaman-Gaziantep-Kahramanmaraş-Kilis), 10.SHB (Ankara (Keçiören, Yenimahalle, Altındağ, Pursaklar, Çubuk, Elmadag, Akyurt, Kalecik)-Çorum-Yozgat-Kırıkkale-Kırşehir), 12.SHB (Kayseri-Niğde-Nevşehir), 13.SHB (Adana-Hatay-Osmaniye), 15.SHB (Mersin), 16.SHB (Düzce-Sakarya-Kocaeli), 17.SHB (Afyonkarahisar-Bilecik-Eskişehir-Kütahya), 18.SHB (Antalya-Burdur-Isparta), 19.SHB (Balıkesir-Bursa-Çanakkale-Yalova), 23.SHB (Edirne-Kırklareli-Tekirdağ), 24.SHB (İstanbul Anadolu Güney (Pendik, Maltepe, Kartal, Sultanbeyli, Tuzla, Adalar), 25.SHB (İstanbul Anadolu Kuzey (Ümraniye, Üsküdar, Kadıköy, Ataşehir, Sancaktepe, Beykoz, Çekmeköy, Şile), 26.SHB (İstanbul Bakırköy (Bağcılar, Bahçelievler, Esenler, Güngören, Bakırköy), 27.SHB (İstanbul Beyoğlu (Kağıthane, Eyüp, Sarıyer, Şişli, Beyoğlu, Beşiktaş), 28.SHB (İstanbul Fatih (Sultangazi, Gaziosmanpaşa, Fatih, Zeytinburnu, Bayrampaşa, Arnavutköy), 29.SHB (İstanbul Çekmece (Küçükçekmece, Esenyurt, Avcılar, Başakşehir, Beylikdüzü, Büyükçekmece, Silivri, Çatalca) ve 30.SHB (Kars-Ardahan-Iğdır-Ağrı (Merkez, Diyadin, Eleşkirt, Hamur, Taşlıçay, Tutak) etkin bulunması bulgusunun önemli ölçüde uyushmaktadır. Araştırmamız çerçevesinde yürütülen analiz prosedürünün ilk evresi olan Kümeleme Analizinde İstanbul İBBS-3 bölgesi “*Mega Büyükşehir Kümesi*”, Ankara, İzmir ve Bursa İBBS-3 bölgeleri ise “*Ultra Büyükşehirler Kümesi*”nde yer almış olup bu

kümelerdeki KVB sayısı yetersizliğinden ötürü Veri Zarflama Analizi yürütülememiştir.

5. (Özdemir, 2020) tarafından Türkiye'deki 12 adet İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması-1 (İBBS-1) bölgelerinin sağlık hizmeti sunum etkinliği üzerinde yapılan çalışmada elde edilen Batı Anadolu, Batı Marmara ve Ege İBBS-1 bölgelerinin etkin olduğu bulgusu ile genel olarak uyuşmaktadır.
6. (Özdemir, 2025a) tarafından yapılan Türkiye'deki 12 adet İBBS-1 bölgesinin ana-çocuk sağlığı hizmeti etkinliği üzerinde yapılan çalışmada elde edilen İstanbul, Batı Marmara, Doğu Marmara, Batı Anadolu, Akdeniz, Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz, Kuzeydoğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu İBBS-1 bölgelerinin olduğu bulgusu ile genel olarak uyuşmaktadır.
7. (Şimşek vd., 2025) tarafından yapılan İBBS-1 düzeyinde tüm sağlık hizmet sunucuları ve Sağlık Bakanlığı'na bağlı sağlık kuruluşlarının etkinliği üzerinde yapılan çalışmada elde edilen İstanbul bölgesinin tüm yıllar boyunca etkin bulunmuştur. Ancak, araştırmamız çerçevesinde yürütülen analiz prosedürünün ilk evresi olan Kümeleme Analizinde İstanbul İBBS-3 bölgesi "*Mega Büyükşehir Kümesi*"nde yer almış olup bu kümelerdeki KVB sayısı yetersizliğinden ötürü Veri Zarflama Analizi yürütülemediğinden bu bulgu teyit edilememiştir.

Ayrıca anılan temel bulgulardan aşağıdaki gibi bir takım teorik ve yönetsel çıkarımlar üretilebilir;

1. Türkiye'deki 81 adet İBBS-3 bölgesi seçili kümeleme değişkenleri ((Toplam Nüfus, 0-14 Yaş Nüfus Oranı, 65 Yaş ve Üzeri Nüfus Oranı, Çocuk Bağımlılık Oranı (0-14 Yaş), Yaşlı Bağımlılık Oranı (65+ Yaş) ve Toplam Yaş Bağımlılık Oranı açısından K-Ortalamalar Kümeleme

Algoritması kullanılarak 4 adet kümeye ayrılmaktadır. Bu ayırım gelecekteki araştırmacılar tarafından farklı kümeleme değişkenleri kullanılarak test edilebilir.

2. Küme-0: *Ultra Büyükşehirler Kümesi*"; Küme-1: *Büyükşehirler Kümesi*"; Küme-2: *"Mega Büyükşehir Kümesi"* ve Küme-3: *"Diğer Şehirler Kümesi"* olarak adlandırılmıştır. Söz konusu 4 kümeli ayırım Sağlık Bakanlığı ile Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından da dikkate alınarak sağlık ve sosyal koruma politikaları üretilirken yararlanılabilir.
3. Eskişehir (26), Malatya (44), Mardin (47), Ordu (52) ve Trabzon (61) İBBS-3 bölgeleri büyükşehir statüsünde olmalarına rağmen araştırmamız çerçevesinde yürütülen analiz prosedürünün ilk evresi olan Kümeleme Analizinde : *"Diğer Şehirler Kümesi"*nde yer almışlardır. Bu durumun gelecekteki araştırmacılar tarafından araştırılması önerilmektedir.
4. Sağlık Bakanlığı ile Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından girdi/çıktı iyileştirmeleri açısından en çok iyileştirme önerisi sunulan farklı kümelerdeki İBBS-3 bölgeleri için ayrı bir Malmquist Veri Zarflama Analizi yürütülerek dönemsel bir durum olup olmadığına dair derinlemesine inceleme yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Ahmed, M., Seraj, R., & Islam, S. M. S. (2020). The k-means Algorithm: A Comprehensive Survey and Performance Evaluation. *Electronics*, 9(8), 1295. <https://doi.org/10.3390/electronics9081295>
- Akova, S., & Demiröz, İ. (2022). Balıkesir Şehir Sağlık Profil. İçinde M. Bayyigit, M. Özkan, A. A. Çanakcı, A. H. A. Abdelghany, M. Polat, & L. Cengiz (Ed.), *Geçmişten Günümüze Balıkesir'in Kültürel Mirası—1*. Palet Yayınları.
- Avkiran, N. K. (2011). Applications of Data Envelopment Analysis in the Service Sector. İçinde W. W. Cooper, L. M. Seiford, & J. Zhu (Ed.), *Handbook on Data Envelopment Analysis* (C. 164, ss. 403-443). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8_15
- Belyadi, H., & Haghighat, A. (2021). Unsupervised machine learning: Clustering algorithms. İçinde *Machine Learning Guide for Oil and Gas Using Python* (ss. 125-168). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821929-4.00002-0>
- Bocean, C. G., & Värzaru, A. A. (2024). Assessing social protection influence on health status in the European Union. *Frontiers in Public Health*, 12, 01-11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1287608>
- Campos, M. S., Fernández-Montes, A., Gavilan, J. M., & Velasco, F. (2016). Public resource usage in health systems: A data envelopment analysis of the efficiency of health systems of autonomous communities in Spain. *Public Health*, 138, 33-40. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2016.03.003>

- Can Sağlam, Y. (2023). Veri zarflama analizi ile Türk sağlık sektörünün bölgesel temelde etkinliğinin ölçümü. *Journal of Yaşar University*, 18(72), 475-494. <https://doi.org/10.19168/jyasar.1230394>
- Cinaroglu, S. (2020). Integrated k-means clustering with data envelopment analysis of public hospital efficiency. *Health Care Management Science*, 23(3), 325-338. <https://doi.org/10.1007/s10729-019-09491-3>
- Coll-Serrano, V., Benítez, R., & Bolós, V. (2018). *Data Envelopment Analysis with deaR* [Software]. R package version 1.2.0.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With DEA-Solver and References*. Springer.
- Çakmak, Z., Uzgören, N., & Keçek, G. (2005). Kümeleme analizi teknikleri ile illerin kültürel yapılarına göre sınıflandırılması ve değişimlerin incelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12, 15-36.
- Çarıkçı, O., & Akbulut, F. (2019). Kıyaslama (Benchmarking) Yöntemi Olarak Veri Zarflama Analizi (VZA) İle İllerin Sağlık Performansının Ölçülmesi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), 1-8.
- Durur, F., Günaltay, M. M., & Işıkcı, F. (2022). Sağlık Hizmet Bölgelerinin Performansının Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi. *Verimlilik Dergisi*, 2, 165-182. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.900142>
- Ekinci, R. (2024). Health System in Turkey and Features of Health Services. *Aurum Journal of Health Sciences*, 6(3), 215-224.

- Emrouznejad, A., & Cabanda, E. (2014). Managing Service Productivity Using Data Envelopment Analysis. İçinde A. Emrouznejad & E. Cabanda (Ed.), *Managing Service Productivity Using Frontier Efficiency Methodologies and Multicriteria Decision Making for Improving Service Performance*. Springer.
- Ergülen, A., Harmankaya, İ., & Ünal, Z. (2019). Türkiye'deki Orta Öğretim Kurumlarının Performanslarının Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi. *International Journal of Arts and Social Studies*, 2(3), 45-59.
- Gama, E. (2015). Health Insecurity and Social Protection: Pathways, Gaps, and Their Implications on Health Outcomes and Poverty. *International Journal of Health Policy and Management*, 5(3), 183-187. <https://doi.org/10.15171/ijhpm.2015.203>
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250. [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(89\)90029-7](https://doi.org/10.1016/0305-0483(89)90029-7)
- González-de-Julián, S., Barrachina-Martínez, I., Vivas-Consuelo, D., Bonet-Pla, Á., & Usó-Talamantes, R. (2021). Data Envelopment Analysis Applications on Primary Health Care Using Exogenous Variables and Health Outcomes. *Sustainability*, 13(3), 1337. <https://doi.org/10.3390/su13031337>
- Greenley, R., Rajan, D., Koch, K., & Figueras, J. (2024). How health systems contribute to societal goals. *Bulletin of the World Health Organization*, 102(7), 544-546. <https://doi.org/10.2471/BLT.24.291809>
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). Cluster Analysis. İçinde *Data Mining* (ss. 443-495). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381479-1.00010-1>

- Islıcık, S. (2024). TÜRKİYE'DEKİ BÜYÜKŞEHİRLERİN SAĞLIK HİZMETİ ETKİNLİĞİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ. 3. SEKTÖR SOSYAL EKONOMİ DERGİSİ, 59(1), 192-209. <https://doi.org/10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.24.02.2298>
- Jin, X., & Han, J. (2011). K-Means Clustering. İçinde C. Sammut & G. I. Webb (Ed.), *Encyclopedia of Machine Learning* (ss. 563-564). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30164-8_425
- Jordi, E., Pley, C., Jowett, M., Abou Jaoude, G. J., & Haghparast-Bidgoli, H. (2020). Assessing the efficiency of countries in making progress towards universal health coverage: A data envelopment analysis of 172 countries. *BMJ Global Health*, 5(10), 01-08. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2020-002992>
- Karahan, M. (2019). Using Data Envelopment Analysis to Measure the Technical Efficiency of Public Hospitals in Turkey. *Ege Akademik Bakis (Ege Academic Review)*, 19(3), 373-387. <https://doi.org/10.21121/eab.475514>
- Kujawska, J. (2021). Health System Efficiency in European Countries: Network Data Envelopment Analysis Approach. *EUROPEAN RESEARCH STUDIES JOURNAL*, XXIV(Issue 2), 1095-1117. <https://doi.org/10.35808/ersj/2176>
- Li, Y., & Wu, H. (2012). A Clustering Method Based on K-Means Algorithm. *Physics Procedia*, 25, 1104-1109. <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2012.03.206>
- Na, S., Xumin, L., & Yong, G. (2010). Research on k-means Clustering Algorithm: An Improved k-means Clustering

- Algorithm. 2010 Third International Symposium on Intelligent Information Technology and Security Informatics, 63-67. <https://doi.org/10.1109/IITSI.2010.74>
- Ozcan, Y. A. (2009). *Quantitative Methods in Health Care Management: Techniques and Applications*. John Wiley & Sons, Inc.
- Ozcan, Y. A. (2014). *Health Care Benchmarking and Performance Evaluation An Assessment using Data Envelopment Analysis (DEA)*. Springer Science+Business Media.
- Özdemir, A. (2020). Türkiye’deki İBBS-1 bölgelerinin sağlık hizmeti sunum etkinliğinin veri zarflama analizi kullanılarak ölçülmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(2), 231-242. <https://doi.org/10.30569/adiyamansaglik.708826>
- Özdemir, A. (2025a). Ana Çocuk Sağlığı Hizmeti Etkinliğinin İstenilmeyen Çıktılı Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Değerlendirilmesi: İBBS-1 Bölgeleri Örneği. İçinde *Nicel Karar Yöntemleri Alanında Uluslararası Araştırmalar - III*. Eğitim Yayınevi.
- Özdemir, A. (2025b). Türkiye’deki İllerin Eğitim Yönetimi Etkinliklerinin Kümeleme ve Veri Zarflama Analizi Entegrasyonu Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Bulletin of Economic Theory and Analysis*, 10(2), 661-705. <https://doi.org/10.25229/beta.1622325>
- Özdemir, A., & Can Sağlam, Y. (2024). Kümeleme ve Veri Zarflama Analizi Entegrasyonu: İSO 500 deki Tekstil Firmalarının Performans Değerlendirmesi. *Journal of Business Research - Turk*, 16(1), 1-13. <https://doi.org/10.20491/isarder.2024.1772>

- Özdemir, A., Kitapçı, H., Gök, M. Ş., & Ciğerim, E. (2021). Efficiency Assessment of Operations Strategy Matrix in Healthcare Systems of US States Amid COVID-19: Implications for Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 13(21), 11934. <https://doi.org/10.3390/su132111934>
- Ramanathan, R. (2003). *An Introduction to Data Envelopment Analysis A Tool for Performance Measurement*. Sage Publications India Pvt Ltd.
- Ray, S. C. (2004). *Data Envelopment Analysis Theory and Techniques for Economic and Operations Research*. Cambridge University Press.
- Ripoll-Zarraga, A. E., Miguel, J. L. F., & Belda, C. F. (2025). Visualisation of Data Envelopment Analysis in primary health services. *Health Care Management Science*, 28(2), 207-233. <https://doi.org/10.1007/s10729-025-09702-0>
- Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53-65. [https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7)
- Sağlık Bakanlığı. (2025). *Sağlık Bakanlığı 2023 Sağlık İstatistikleri Yıllığı*. Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü. https://www.tdb.org.tr/tdb/v2/istatistikler/2023/2023_SB_SIY.pdf
- Shrime, M. G., Mukhopadhyay, S., & Alkire, B. C. (2018). Health-system-adapted data envelopment analysis for decision-making in universal health coverage. *Bulletin of the World Health Organization*, 96(6), 393-401. <https://doi.org/10.2471/BLT.17.191817>

- Şimşek, Y., Kumru, S., & Çıraklı, Ü. (2025). Türkiye Sağlık Hizmetleri Etkinliğinin Değerlendirilmesi: İBBS-1 Düzeyinde Veri Zarflama Analizi. *Sosyal Guvence*, 28, 1841-1869.
<https://doi.org/10.21441/sosyalguvence.1539526>
- Temür, Y. (2010). İllerin Gelişmişlik Derecelerine Göre Hastanelerin Etkinlik Analizi. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, XXIX(2), 1-22.
- Tone, K. (2017). Radial DEA Models. İçinde K. Tone (Ed.), *Advances in DEA Theory and Applications* (ss. 1-10). John Wiley & Sons, Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9781118946688.ch1>
- TÜİK. (2025). *İl Seviyesinde Beşeri Sermaye Endeksi, 2021-2023* (No. 57944).
- Vajjhala, N. R., & Eappen, P. (2024). Data Envelopment Analysis in Healthcare Management: Overview of the Latest Trends. İçinde A. A. Ajibesin & N. R. Vajjhala (Ed.), *Advances in Business Information Systems and Analytics* (ss. 245-260). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0255-2.ch011>
- Wu, J. (2012). *Advances in K-means Clustering: A Data Mining Thinking*. Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-29807-3>
- Yokobori, Y., Kiyohara, H., Mulati, N., Lwin, K. S., Bao, T. Q. Q., Aung, M. N., Yuasa, M., & Fujita, M. (2023). Roles of Social Protection to Promote Health Service Coverage among Vulnerable People toward Achieving Universal Health Coverage: A Literature Review of International Organizations. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(9), 5754.
<https://doi.org/10.3390/ijerph20095754>

Zhu, J. (2014). *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking*. Springer International Publishing.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-06647-9>

TÜRKİYE VE DÜNYADA
NİCEL KARAR YÖNTEMLERİ

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com