



Türkiye'nin Sanayi Kapasitesinin Değerlendirilmesine Yönelik ÇKKV Yaklaşımı

An MCDM Approach for Evaluating Türkiye's Industrial Capacity

Mulla Veli ABLAY¹

¹Öğr. Gör. Dr., Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Rektörlük, UZEM Birimi, Osmaniye, mullaveliablay@osmaniye.edu.tr, orcid.org/0000-0002-4027-3949

Araştırma Makalesi/Research Article

Makale Bilgisi

Geliş/Received:
31.01.2025
Kabul/Accepted:
31.03.2026

DOI:

10.18069/firatsbed.1630303

Anahtar Kelimeler

Sanayi Kapasite Raporu,
MEREK, TOPSIS, ÇKKV.

ÖZ

Sanayi kapasite raporu, bir işletmenin mevcut kapasitesinin kayıt altına alınması ve bu kapasitenin kullanıma dahil olan kısımlarının tespitinde oldukça önemli bir belirleyicidir. Sanayi kapasite raporunun iller bazında ele alınması her ilin istihdam oranı, ekonomik gelişmişlik düzeyi, insanların gelir düzeyi ve sosyal refah seviyesi gibi birçok durumun belirlenmesinde rol oynamaktadır. Çalışmada, Türkiye illerinin sanayi kapasitesinin Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) tarafından yayımlanan 2023 yılı Sanayi Kapasite Raporu verileri kullanılmış; kriter ağırlıklarının belirlenmesinde MEREC yöntemi, illerin performans sıralamasında ise TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Analiz sonucunda en önemli kriterin idari çalışan sayısı olduğu ve İstanbul'un en yüksek sanayi kapasitesine sahip il olduğu belirlenmiştir. Bulguların sağlamlığı, duyarlılık analizi ile test edilmiş; farklı senaryolar altında illerin sıralamasında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Elde edilen sonuçlar, sanayi kapasitesinin bölgesel kalkınma, istihdam ve yatırım kararları açısından belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma, Türkiye'nin sanayi kapasitesine yönelik literatüre MEREC-TOPSIS entegrasyonu ile katkı sağlamaktadır.

ABSTRACT

The industrial capacity report is a crucial determinant in recording a company's existing capacity and identifying the utilized portions of this capacity. Assessing the industrial capacity report on a provincial basis plays a significant role in determining various factors such as employment rates, economic development levels, income levels, and social welfare in each province. The study aims to assess the industrial capacity of Turkish provinces using Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods. Data from the 2023 Industrial Capacity Report published by the Union of Chambers and Commodity Exchanges of Turkey (TOBB) were used; the MEREC method was applied to determine the criterion weights, and the TOPSIS method was employed to rank the performance of the provinces. The analysis revealed that the most significant criterion is the number of administrative personnel, and Istanbul was identified as the province with the highest industrial capacity. The robustness of the findings was tested through sensitivity analysis, and no significant changes were observed in the ranking of provinces under different scenarios. The results indicate that industrial capacity plays a decisive role in regional development, employment, and investment decisions. The study contributes to the literature on Turkey's industrial capacity through the integration of the MEREC and TOPSIS methods.

Keywords

Industrial Capacity Report,
MEREK, TOPSIS, MCDM

Atf/Citation: Ablay, M.V. (2026). Türkiye'nin Sanayi Kapasitesinin Değerlendirilmesine Yönelik ÇKKV Yaklaşımı. *Firat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 36, 2, 589-604.

Sorumlu yazar/Corresponding author: Mulla Veli ABLAY, mullaveliablay@osmaniye.edu.tr

1. Giriş

İşletmelerin yürüttüğü faaliyet türünün kapasitesi ve iş potansiyelini gösteren resmi bir belge olan Sanayi Kapasite Raporu her yıl Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) tarafından yayınlanmaktadır. Bu rapor sayesinde üretim kapasitesinin belirlenmesi, resmi kurumlardaki işlemlerin yerine getirilmesi, devletin sunduğu vergi avantajlarından yararlanılması, yatırım planlarına rehberlik edilmesi ve anlaşma ile ihalelerde kapasite sorunlarının önlenmesi gibi birçok avantaj elde edilmektedir (Ay, 2019).

İşletmenin hangi ürün türünden ne kadar üreteceği ile üretim kapasitesi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi, üretim kapasitesinin doğru biçimde belirlenmesiyle mümkündür. İşletmelerin desteklerden, teşviklerden, gümrük vergi muafiyetinden, kredilerden ve ihracat faaliyetlerinden yararlanabilmesi için resmi kurumlara sunulacak kapasite raporları bir gereklilik oluşturmaktadır (Daver, 2023). İşletmenin yapacağı yeni yatırım planlamaları veya mevcut yatırımın kapasitesini artırma doğrultusunda alacağı kararlar kapasite raporunda belirtilen durumlar dikkate alınarak yapılacaktır. Yine işletmelerin büyük iş anlaşmaları ve ihale durumu söz konusu olduğunda ilk bakılması gerekenlerden birisi işletmenin kapasite raporunun uygunluğu olacaktır. Yetkin personel sayısından kullanılacak makine ve ekipmanlara kadar birçok unsuru içeren Sanayi Kapasite Raporu, işletmenin üretim gücünü belgeleyen resmi bir kanıt niteliği taşımaktadır. Kısacası, işletmelerin ileriye dönük ekonomik planlamalarında ve yatırım kararlarında Sanayi Kapasite Raporu yol gösterici bir rehber işlevi görmektedir (Altan, 2021; Gündüz ve Coşkun, 2021).

Sanayi kapasite Raporu, işletmelerin üretim kapasitesi ve yaptığı faaliyetler hakkında bilgi veren önemli bir resmi belgedir. Çünkü Türkiye’de sanayilerin yapmış olduğu üretimlerin, sağlamış olduğu iş gücü potansiyelinin düzenli ve resmi bilgilerine ulaşabilme imkanı veren bir dokümandır. Bu rapor sayesinde; hangi işletmenin hangi üründen ne kadar ürettiği, kapasitesinin ne olduğu, çalışan iş gücü sayıları ve diğer üretim girdilerinin hepsini kapsam içeriğinde bulabiliriz. Bu belgeler iki yılda bir yenilenmekte olup güncelliğini korumaktadır (Ay, 2019).

Sanayi Kapasite Raporunu amaçları arasında; işletmelerin üretim yaptığı ürünleri ve potansiyellerini belgelendirmek, kredilerden, vergi avantajlarından, teşviklerden faydalanmak, mevcut yatırımı geliştirmek veya yeni yatırım yapmak için kapasite analizinin yapılması, ihraç ve ithal edilen ürünler için sağlanan teşviklerden faydalanma, ticari anlaşma ve ihalelerde işletmenin kapasite yeterliliği gibi konuların belirlenmesinde oldukça önemlidir.

Sanayi Kapasite Raporunda yer alan işletmelerin çalışan sayıları, işletmenin üretimde rol alan çalışan kapasitesini, çalışan verimliliğinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Ayrıca kapasite raporunun, üretim kapasitesinin değiştirilmesi söz konusu olduğunda veya gelecekte ihtiyaç duyulan çalışan sayısı ve çalışan niteliği gibi konularda önemli faydaları olmaktadır.

İşletmedeki çalışan sayısı üretimi doğrudan etkileyen en önemli bileşenlerden biridir. İş gücü miktarı, üretim kapasitesi, üretim hızı ve verimlilik çalışan sayısı ve niteliği ile doğrudan ilişkilidir. İşletmenin çalışan sayısı ile üretim miktarı arasında bir beklenti ve denge kurması iş gücünün verimli çalışması ile ilişkilidir. Ayrıca çalışanların mavi yaka, beyaz yaka, teknik personel veya idari personel olarak sınıflandırılması da üretim sürecinde oldukça önemlidir. Bu çalışan türlerinin sayıları yine kapasite raporunda yer almaktadır. Bu raporda yer alan çalışan sayıları ve iş gücü dağılımları, mevcut ve gelecekte ihtiyaç duyulacak iş gücünün belirlenmesi ve planlanmasında önemli bir avantaj sağlamaktadır (Demir ve Özcan, 2023).

Çalışmanın amacı, Türkiye illerini sanayi kapasitesi bakımından sıralamak ve karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. İllerin sanayi kapasitesi ülkenin ekonomik gelişiminde anahtar rol oynayıp, yatırım karar ve planlamalarında, iller arası eşitsizliğin giderilmesinde, işgücü ve istihdamın planlanmasında, illerin rekabet gücü ve yenilikçilik durumunun belirlenmesinde, alt yapı ve lojistik planlamada, ulusal ve yerel politikaların belirlenmesinde ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanma oranlarının tespiti gibi birçok alanda büyük öneme sahiptir. Sanayi kapasitesi raporunun değerlendirilme sürecinde birbirleriyle çelişen çok sayıda kriter ve alternatif bulunmaktadır. Bu bakımdan, bu tür bir problemin çözümünde ÇKKV yöntemleri kapsamlı ve doğru bir çerçeve sunmaktadır. Yapılan sıralama sanayi kapasite raporunda yer alan kriterler kullanılarak ÇKKV yöntemlerinden MEREC-TOPSIS tekniği ile analiz edilmiştir. Kullanılan modelin sağlamlığı ise kapsamlı bir duyarlılık analizi ile test edilmiştir.

Bu çalışma Türkiye illerinin sanayi kapasite raporunun ÇKKV yöntemleri ile değerlendirildiği ilk çalışmadır. Türkiye illerine ait sanayi kapasitesinin değerlendirilmesi, bölgesel kalkınma, yatırım ve ekonomik büyüme açısından avantajlar sağlayacaktır. Burada her ilin sanayi kapasitesinin belirlenmesi bölgesel kalkınma ve

yapılacak yatırımların planlanması, sanayi altyapısının geliştirilmesi, istihdam ve iş gücünün artmasının ve planlanması kontrol altına alınacaktır. Bu gelişmeler ışığında ekonomik büyüme ve rekabet gücü artacaktır. Ayrıca sürdürülebilir ve çevresel politikaların geliştirilmesinde katkı sağlayacaktır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, ulusal ve uluslararası çalışmaların yer aldığı literatür değerlendirmesi ile bu çalışmanın önemi ortaya koyulmuştur. Üçüncü bölümde, araştırmada kullanılan yöntemlerin matematiksel formülasyonları verilmiştir. Dördüncü bölümde veri setine ve elde edilen analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Beşinci bölümde ise analizden elde edilen bulgular değerlendirilerek sonuçlar sunulmuştur.

2. Literatür Taraması

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, bilindiği kadarıyla, Türkiye illerinin sanayi kapasitesinin ÇKKV yöntemleriyle değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca Sanayi Kapasite Raporu verileri üzerinde MEREC ve TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Bu durum Türkiye Sanayi Kapasite Raporu verilerinin MEREC-TOPSIS yöntemi aracılığı ile Türkiye'nin sanayi kapasitesinin araştırılması literatüre farklı bir bakış açısı sunacaktır.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan MEREC yöntemi, alternatiflerin sıralanarak analiz edilmesinde ve sonuçların değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Mishra ve vd. (2022) çalışmalarında düşük karbonlu sürdürülebilir turizm kararlarını etkileyen sosyal, çevresel ve ekonomik nitelikte 14 farklı karar göstergesi analiz etmek amacıyla MEREC ve MULTIMOORA yöntemlerini kullanmıştır. Analiz sonucunda değişkenlerin önceliklendirilmesi gerekenler neler olduğuna dair sıralamaları yapıp gerekli yorumlar ve tavsiyeler yapılmıştır. Toslak ve vd. (2022) çalışmalarında 2010 ile 2020 yılları arasında Ekol Lojistik işletmesinin yıllara göre performansını analiz etmek için MEREC e WEDBA yöntemlerini kullanmışlardır. Analiz sonuçları, kullanılan yöntemlerin oldukça etkin olduğunu göstermiştir. Ayrıca, her iki yöntemin birlikte ilk kez bu çalışmada kullanıldığı vurgulanmıştır. Altıntaş (2023) çalışmasında 2017, 2019, 2021 yıllarına ait G7 ülkelerinin bütçe performanslarını analiz etmek için MEREC tabanlı PIV yöntemini kullanmıştır. Analiz sonucunda bütçe şeffaflığı için en önemli yılın ve en önemli performans gösteren ülkelerin sıralaması yapılmıştır. Banik ve vd. (2023) çalışmalarında üç farklı ürün türünden maksimum finansal kazanç elde etmek için çok kriterli karar verme yöntemlerinden MEREC tekniğini kullanmıştır. Ayrıca MCDM yönteminin avantaj ve dezavantajlarını belirleyerek PNN ortamında yeni bir tekniği tanıtmışlardır. Analiz sonucunda, kullanılan MEREC yönteminin PNN ortamında GRA analizini güçlü biçimde desteklediği tespit edilmiştir. Bektaş (2023) çalışmasında 2022 yılında Bist100 de işlem gören bazı firmaların finansal performanslarını değerlendirmek için ÇKKV yöntemlerinden MEREC ve MABAC kullanılmıştır. Analiz sonucunda en iyi üç firma ve en önemli üç kriter belirlenmiştir. Gürler (2024) çalışmasında AB ülkelerindeki iklim değişikliğinin etkilerini ve uyumunu analiz etmek için MEREC-MOORA yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonucunda her iki yöntem ile elde edilen sonuçların tutarlı ve güvenilir olduğunu test etmek için diğer bazı yöntemlerle karşılaştırmış ve sonucun tutarlı ve güvenilir olduğunu gözlemlemişlerdir.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan TOPSIS yöntemi, karar kriterlerine bağlı kalınarak alternatiflerin sıralanmasında ve en uygun çözümün bulunması ilkesine bağlı olarak analiz yapmaktadır. Alternatifler arasından en iyi (ideal çözüm) ve en kötü (negatif ideal çözüm) durumun belirlenmesinde birçok çalışmada etkin olarak kullanılmıştır. Metin ve vd. (2017) çalışmalarında 2010-2015 yılları arasında 11 enerji firmasının finansal performanslarını analiz etmek için TOPSIS ve MOORA yöntemlerini kullanmışlardır. Analiz sonucunda kullanılan yöntemlerde firmanın değerlerinin değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, analiz sonucunda en iyi ve en kötü performans gösteren firmalar kesin olarak belirlenememiştir. Orçun ve Eren (2017) çalışmalarında 2010 ile 2015 yılları arasında BIST teknoloji firmalarının performanslarını tespit etmek için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonucunda en başarılı şirketler tespit edilmiştir. Ancak TOPSIS'te elde edilen sıralama ile getiri sıralaması arasında bir ilişki bulunamadığı gözlemlenmiştir. Öztel ve vd. (2018) çalışmalarında 2010-2016 yılları arasında enerji firmalarının performanslarını ölçmek için TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Analiz sonucunda sosyal, ekonomik ve çevresel performanslar arasında uyumsuzluk olduğu gözlemlenmiştir. Kayahan Karakul ve Özaydın (2019) çalışmalarında 2017 yılında BIST hisse senetlerinden 8 elektrik şirketinin performansını değerlendirmek için TOPSIS ve VIKOR yöntemleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen sıralamalar her iki yöntem içinde farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır. Köse ve Dikme (2021) çalışmalarında hayat dışı faaliyet alanında sigorta şirketlerinin performanslarını analiz etmek için TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada şirketlerden özkaynakları ve sabit varlıkları güçlü olan,

toplam giderleri ile tazminat ödemeleri yüksek seviyede bulunan ve ayrıca acente, broker ile banka acente sayıları ile kârlılık oranları yüksek olan şirketlerin performans sıralamasında üst sıralarda konumlandığı görülmüştür. Babacan ve Tuncay (2022) çalışmalarında 2014-2020 yılları arasında Türk enerji sektörünün performansını incelemek için TOPSIS, AHP ve SWARA yöntemlerini kullanarak karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda kullanılan yöntemlerin birbirine göre değişkenlik gösterdiği gözlemlenmiştir. Özdemir ve Parmaksız (2022) çalışmalarında 2019-2020 yıllarındaki BİST enerji firmalarının finansal performanslarını analiz etmek için TOPSIS ve EDAS yöntemlerini kullanmıştır. Analiz sonucunda iki yöntem ile elde edilen sonuçlar arasında yıllık bazda fazla bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Ancak firmaların performansları arasındaki dönemsel bazda sıralamalarda farklılık olduğu gözlemlenmiştir.

Sanayi alanında yapılan çalışmalar, ekonomik büyüme, yapısal dönüşüm, bölgesel kalkınma ve verimlilik dinamiklerini anlamak amacıyla farklı yöntem ve yaklaşımlarla kapsamlı biçimde ele alınmıştır. Çiftçi (2018) çalışmasında Türkiye verilerini kullanarak sektörel verimliliğin bölgeler arası düzeyini Atkinson bölgesel eşitsizlik endeksi, lokasyon katsayısı ve Pearson Spearman-Kendall korelasyon katsayısı yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir. Çalışma, Türkiye’de sektörel verimlilikte bölgelerarası eşitsizliğin en fazla tarım sektöründe, en az ise sanayi sektöründe olduğunu; sanayinin dengeli sermaye kullanımı sayesinde yüksek verimlilik sunduğunu ortaya koymaktadır. Köse ve Akıllı (2021) çalışmalarında 2016-2019 yıllarında Türk Finans Sektörünün sermaye piyasasının finansal performansını analiz etmek için VIKOR yöntemini kullanıyorlar. Çalışmada finansal performans sıralamasında en düşük ve en yüksek performansa sahip olan kriterler belirlenmiştir. Çelik ve Sandal (2022) çalışmalarında 2011 ve 2020 yıllarında sanayinin mekânsal dağılımını belirlemek için yerleşme katsayısı analizini kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada, Türkiye’de imalat sanayisinin Marmara, Ege ve İç Anadolu’nun batısında yoğunlaştığı; bölgesel eşitsizliklerin belirgin olduğu ve bu dengesizliği gidermek için hem sanayinin zayıf olduğu bölgelerde potansiyel temelli destekler hem de uzmanlaşmaya aday sektörlerin gelişimini teşvik edecek politikaların gerekli olduğu tespit edilmiştir. Demir ve Özcan (2023) çalışmalarında 2007:1-2022:9 dönemi Türkiye verilerini kullanarak kapasite kullanımı, sanayi üretimi ve üretici fiyatı arasındaki ilişkiyi doğrusal olmayan ARDL modeli ile incelemişlerdir. Çalışmada Türkiye’de sanayi üretimi kapasite kullanım oranındaki değişimlere asimetric biçimde duyarlı olurken, üretici fiyatlarındaki artışlar üretimi sınırlı ölçüde azaltmakta, fiyat düşüşlerinin ise anlamlı bir etki yaratmadığı tespit edilmiştir. Elburz (2024) çalışmasında 2014-2022 yıllarında Türkiye verilerini kullanarak imalat sanayi istihdamının ve imalat sanayinin GSYH içindeki payını, Location Quotient ve Shift-Share yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir. Çalışmada Türkiye’de imalat sanayinin coğrafi dağılımında doğu-batı ayrımı devam etmekle birlikte, sanayi yığılmaları batıdaki geleneksel merkezlerden yeni yükselen sanayi alanlarına doğru yayılmakta; ancak yüksek teknoloji sektörlerinde bu yayılma sınırlı kalmakta ve bölgesel sanayi politikalarının sürdürülebilir kalkınma için kritik önemde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde genellikle, MEREC yöntemi ile birlikte MULTIMOORA, WEDBA, PIV, PNN, GRA, MABAC, MOORA ve TOPSIS yöntemi ile birlikte MOORA, VIKOR, AHP, SWARA, EDAS gibi yöntemler kullanılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız MEREC-TOPSIS yöntemini kullanan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca çalışmamızda kullandığımız Türkiye Sanayi Kapasite Raporu verileri üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır. Kullanılan yöntem ve bulunan sonuçlar dikkate alındığında çalışmamız literatüre olumlu bir katkı sağlayacaktır.

3. Veri ve Metodoloji

Çalışmada, Türkiye’nin illerinin performanslarını değerlendirmek amacıyla Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği tarafından yayımlanan 2023 yılı Sanayi Kapasite Raporu verilerinden yararlanılmıştır (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, 2023). Çalışmada kullanılan kriterler; kapasite raporu, teknisyen sayısı, usta sayısı, işçi sayısı ve idari çalışan sayısından oluşmaktadır. Çalışmanın alternatiflerini ise Türkiye’nin illeri oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan MEREC ve TOPSIS yöntemlerinin matematiksel formülasyonlarına ve açıklamalarına aşağıda yer verilmiştir.

3.1. MEREC Yöntemi

MEREC (Method Based on the Removal Effects of Criteria) yöntemi, karar problemlerinde bulunan kriterlerin önem ağırlıklarını belirlemek ve değerlendirmek için kullanılan ÇKKV yöntemlerinden biridir. Diğer

yöntemlerden farklı olarak kriterin karar üzerindeki etkisi belirlenirken kriterin kendisi çıkarılıp diğer kriterler arasında farklılıkların nasıl oluştuğu dikkate alınarak hesaplanması yapılmaktadır. Bu hesaplama sonucunda kriter çıkarıldığında bulunan sonuç küçük ise o kriterin ağırlığı küçük, sonuç büyükse o kriterin ağırlığı büyüktür. MEREC tekniğinin adımları aşağıdaki gibidir (Keshavarz-Ghorabae ve vd. 2021).

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

Araştırmada kullanılacak konuya ait kriterler ve değişkenlerden oluşan veri tablosuna ait değerler matris şekline getirilir. Burada her bir seçenek belirli bir kriterin değerini temsil etmektedir. (1) eşitliğinde m kriter ve n alternatif sayısını göstermektedir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 2: Normalize Karar matrisinin Oluşturulması

Kriterler arasındaki ölçüm birimleri veya ölçekleri arasındaki farklılıkları kaldırmak için karar matrisinin normalizasyonu (2) eşitliği ile yapılır. Böylece her kriter aynı boyutta olup adil bir karşılaştırma yapılabilir.

$$n_{ij}^x = f(x) = \begin{cases} \frac{\min_k x_{kj}}{x_{ij}}, & \text{Fayda yönlü kriter} \\ \frac{x_{ij}}{\min_k x_{kj}}, & \text{Maliyet yönlü kriter} \end{cases} \quad (2)$$

Adım 3: Alternatiflerin Genel Performans Değerlerinin Hesaplanması

Alternatiflerin genel performans değerlerinin hesaplanması için eşit kriter ağırlıklarına sahip doğal logaritmik ölçü kullanılmıştır. Bu ölçüt doğrusal olmayan bir fonksiyon yardımıyla yapılmıştır. Buradaki amaç (2) eşitliği ile elde edilen daha küçük değerlerin (3) eşitliğini kullanarak daha yüksek performans değerleri elde etmektir (Keshavarz-Ghorabae ve vd. 2021).

$$S_i = \ln\left(1 + \frac{1}{m} \sum_j |\ln(n_{ik}^x)|\right) \quad (3)$$

Adım 4: Alternatiflerin Kısmi Performans Değerlerinin Hesaplanması

Bu adımda da üçüncü adıma benzer olarak doğal logaritma ölçüsü kullanılmaktadır. Aradaki fark ise alternatiflerin kriterleri çıkarılarak hesap yapılmasıdır. Burada kriterin karar üzerindeki etkisini belirlemek için her bir kriter tek tek çıkarılarak alternatiflerin kısmi performans değerleri (4) eşitliği ile hesaplanır.

$$S_{ij}^1 = \ln\left(1 + \frac{1}{m} \sum_{k, k \neq j} |\ln(n_{ik}^x)|\right) \quad (4)$$

Adım 5: Mutlak Sapmaların Toplam Değerinin Hesaplanması

Üçüncü ve dördüncü adımda elde edilen veriler kullanılarak mutlak sapmaların toplam değerini elde etmek için (5) eşitliği kullanılır.

$$E_j = \sum_j |S_{ij}^1 - S_i| \quad (5)$$

Adım 6: Kriterlerin Ağırlıklarının Hesaplanması

j. kriterin ağırlık değeri w_j olup kriterlerin son ağırlığını hesaplamak için (6) eşitliği kullanılır.

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k} \quad (6)$$

3.2. TOPSIS Yöntemi

Alternatifler arasında en iyi seçimin yapılmasına imkan tanıyan TOPSIS yöntemi çok nitelikli karar verme yöntemlerinden birisidir (Çilingir, 2019; Karahan, 2021). Yöntemin adımları şu şekildedir (Wang vd., 2016):

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

Amaçların ve kriterlerin tanımlanıp yer aldığı karar matrisi (7) eşitliğindeki gibidir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Adım 2: Normalize Matrisin Elde Edilmesi

Karar matrisinde yer alan değerlerin analiz edilebilmesi için öncelikle matrisin standardize edilmesi gerekmektedir. Çünkü bu veriler farklı büyüklük ve ölçü birimlerinden oluşabilmektedir. Karar matrisini standardize etmek için (8) eşitliği kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}}, \quad i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n \quad (8)$$

(8) eşitliğinde verilen değerler ile elde edilen elemanların birleşimi ile (9) eşitliği ile verilen R_{ij} matrisi elde edilir.

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Normalize Matrisin Elde Edilmesi

MEREC yöntemi ile belirlenen ağırlıklar kullanılarak (9) eşitliği kullanılarak normalize matris elde edilir.

$$V_{ij} = w_j r_{ij}, \quad i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n \quad (10)$$

Adım 4: İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerlerinin Elde Edilmesi

Ağırlıklandırılmış normalize matriste her bir kriter için en iyi performansı gösteren değer İdeal çözümü (A^+) ve en kötü performansı gösteren değer Negatif İdeal çözümü (A^-) vermektedir. Bu değerler (11) eşitliği kullanılarak elde edilir.

$$\begin{aligned} A^+ &= \{v_1^+, \dots, v_n^+\} \\ A^- &= \{v_1^-, \dots, v_n^-\} \end{aligned} \quad (11)$$

Adım 5: İdeal ve Negatif İdeal Noktalara Olan Uzaklık Değerlerinin Elde Edilmesi

(10) ve (11) eşitlikleri kullanılarak ideal ayırım (D^+) ve negatif ideal ayırım (D^-) ölçülerinin hesaplanması (12) eşitliği ile elde edilmektedir.

$$\begin{aligned} D_i^+ &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \\ D_i^- &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \end{aligned} \quad (12)$$

Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Performans değerlerini hesaplamak için Eşitlik 12 ile elde edilen ayırım ölçüleri kullanılır. İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması (13) eşitliği yardımı ile elde edilir.

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (13)$$

4. Uygulama

Bu bölümde, Türkiye'deki illerin sanayi kapasitesinin değerlendirilmesi amacıyla öncelikle kriter ağırlıkları MEREC tekniği ile belirlenmiş, ardından alternatiflerin performans sıralaması TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Son aşamada ise kullanılan modelin sağlamlığını test etmek ve farklı kriter ağırlıklarının ÇKKV sonuçları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla kapsamlı bir duyarlılık analizi yapılmıştır.

4.1. MEREC Tekniği ile Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Çalışmada kullanılan veriler Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği 2023 yılı sanayi kapasite raporu istatistiklerinden derlenmiştir. Bu raporda yer alan Türkiye illerinin kapasite raporu ve çalışanların illere göre dağılımı çalışmanın kriterlerini oluşturmuş ve kullanılan kriterlere yönelik bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur. Türkiye'deki 81 il ise çalışmanın alternatiflerini oluşturmuştur.

Tablo 1: Kriterler

Gösterge	Kod	Optimizasyon
Kapasite Raporu	K1	Max
Mühendis	K2	Max
Teknisyen	K3	Max
Usta	K4	Max
İşçi	K5	Max
İdari	K6	Max

Sanayi kapasitesi kriterlerinin önem ağırlıklarını belirlemek için kullanılan MEREC tekniğinin ilk adımında karar matrisi Tablo 2'deki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 2: Karar Matrisine Ait Veriler

Gösterge	K1	K2	K3	K4	K5	K6
ADANA	2083	3678	3298	6256	60535	8930
ADİYAMAN	412	225	250	711	15101	595
AFYON	1073	743	818	1572	21338	2323
AĞRI	90	93	70	335	3422	245
AKSARAY	370	754	689	892	13296	1351
AMASYA	260	411	297	866	11101	956
ANKARA	6672	38842	28169	18510	112623	31288
ANTALYA	1877	2896	2137	4577	33343	6388
ARDAHAN	40	9	48	79	350	44
ARTVİN	120	160	185	337	2348	225
.
.
.
UŞAK	679	411	501	999	22910	1335
VAN	292	185	255	667	8.056	632
YALOVA	277	1747	887	1720	8190	2114
YOZGAT	203	222	178	427	6.667	604
ZONGULDAK	338	1364	716	3627	22839	3354

Eşitlik 2 kullanılarak karar matrislerinde kriterlerin yönü dikkate alınarak normalize edilmiş karar matrisi değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler, Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3: Normalize Edilmiş Karar Matrisine Ait Bulgular

İl Adları	K1	K2	K3	K4	K5	K6
ADANA	115,7222	408,6667	206,1250	250,2400	271,4574	425,2381
ADIYAMAN	22,8889	25,0000	15,6250	28,4400	67,7175	28,3333
AFYON	59,6111	82,5556	51,1250	62,8800	95,6861	110,6190
AĞRI	5,0000	10,3333	4,3750	13,4000	15,3453	11,6667
AKSARAY	20,5556	83,7778	43,0625	35,6800	59,6233	64,3333
AMASYA	14,4444	45,6667	18,5625	34,6400	49,7803	45,5238
ANKARA	370,6667	4315,7778	1760,5625	740,4000	505,0359	1489,9048
ANTALYA	104,2778	321,7778	133,5625	183,0800	149,5202	304,1905
ARDAHAN	2,2222	1,0000	3,0000	3,1600	1,5695	2,0952
ARTVİN	6,6667	17,7778	11,5625	13,4800	10,5291	10,7143
.
.
UŞAK	37,7222	45,6667	31,3125	39,9600	102,7354	63,5714
VAN	16,2222	20,5556	15,9375	26,6800	36,1256	30,0952
YALOVA	15,3889	194,1111	55,4375	68,8000	36,7265	100,6667
YOZGAT	11,2778	24,6667	11,1250	17,0800	29,8969	28,7619
ZONGULDAK	18,7778	151,5556	44,7500	145,0800	102,4170	159,7143

Eşitlik 3 kullanılarak toplam performans değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: S_i =Değerlerine Ait Bulgular

$S_1=1,8787$	$S_2=1,4666$	$S_3=1,6691$	$S_4=1,1633$	$S_5=1,5769$	$S_6=1,4923$
$S_7=2,0773$	$S_8=1,8259$	$S_9=0,5344$	$S_{10}=1,2311$	$S_{11}=1,7448$	$S_{12}=1,8166$
$S_{13}=1,3920$	$S_{14}=1,4979$	$S_{15}=0,0817$	$S_{16}=1,6642$	$S_{17}=1,1570$	$S_{18}=1,1910$
$S_{19}=1,6302$	$S_{20}=1,4631$	$S_{21}=2,0617$	$S_{22}=1,6310$	$S_{23}=1,4634$	$S_{24}=1,5964$
$S_{25}=1,8475$	$S_{26}=1,6048$	$S_{27}=1,6979$	$S_{28}=1,5196$	$S_{29}=1,5261$	$S_{30}=1,3381$
$S_{31}=1,3594$	$S_{32}=1,8517$	$S_{33}=1,9090$	$S_{34}=1,4560$	$S_{35}=1,1670$	$S_{36}=0,7014$
$S_{37}=1,7416$	$S_{38}=0,7234$	$S_{39}=1,5321$	$S_{40}=2,1852$	$S_{41}=2,0539$	$S_{42}=1,7634$
$S_{43}=1,4607$	$S_{44}=1,5826$	$S_{45}=1,0439$	$S_{46}=1,5045$	$S_{47}=1,8582$	$S_{48}=1,4056$
$S_{49}=1,6937$	$S_{50}=1,2354$	$S_{51}=1,2222$	$S_{52}=2,0397$	$S_{53}=1,9207$	$S_{54}=1,7234$
$S_{55}=1,6556$	$S_{56}=1,9269$	$S_{57}=1,4373$	$S_{58}=1,8185$	$S_{59}=1,6472$	$S_{60}=1,1736$
$S_{61}=1,3720$	$S_{62}=1,4589$	$S_{63}=1,5561$	$S_{64}=1,5518$	$S_{65}=1,5227$	$S_{66}=1,8659$
$S_{67}=1,7205$	$S_{68}=1,1608$	$S_{69}=1,2991$	$S_{70}=1,5933$	$S_{71}=1,5360$	$S_{72}=1,2788$
$S_{73}=1,9659$	$S_{74}=1,5111$	$S_{75}=1,5848$	$S_{76}=0,5383$	$S_{77}=1,5881$	$S_{78}=1,4212$
$S_{79}=1,6248$	$S_{80}=1,3709$	$S_{81}=1,6875$			

Eşitlik 4 kullanılarak kriterin karar üzerindeki etkisini belirlemek için her bir kriter tek tek çıkarılarak alternatiflerin kısmi performans değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: S_{ij}^I Değerlerine Ait Bulgular

İl Adları	K1	K2	K3	K4	K5	K6
ADANA	1,7498	1,7126	1,7329	1,7272	1,7248	1,7114
ADIYAMAN	1,3383	1,3344	1,3548	1,3287	1,2897	1,3289
AFYON	1,5317	1,5199	1,5372	1,5298	1,5145	1,5092
AĞRI	1,0758	1,0337	1,0834	1,0181	1,0099	1,0264
AKSARAY	1,4670	1,4115	1,4382	1,4456	1,4252	1,4222
AMASYA	1,3869	1,3377	1,3764	1,3497	1,3340	1,3379
ANKARA	1,9455	1,8852	1,9077	1,9289	1,9381	1,9118
ANTALYA	1,6927	1,6575	1,6850	1,6752	1,6815	1,6593
ARDAHAN	0,4532	0,5344	0,4208	0,4151	0,4893	0,4594

ARTVİN	1,1342	1,0802	1,1043	1,0958	1,1094	1,1085
.
.
UŞAK	1,4562	1,4487	1,4634	1,4540	1,4165	1,4357
VAN	1,3023	1,2915	1,3031	1,2795	1,2654	1,2739
YALOVA	1,5308	1,4349	1,4834	1,4752	1,4989	1,4606
YOZGAT	1,2627	1,2251	1,2633	1,2429	1,2156	1,2175
ZONGULDAK	1,5927	1,5193	1,5628	1,5209	1,5335	1,5174

Eşitlik 5 kullanılarak kriterlerin mutlak sapmaları ve mutlak sapmaların toplam değeri elde edilmiş ve Tablo 6 da verilmiştir.

Tablo 6: Ej Değerlerine Ait Bulgular

K1	K2	K3	K4	K5	K6
9,0422	11,9643	9,8949	11,3086	12,0078	12,1272

Eşitlik 6 yardımıyla elde edilen son adımda kriterlerin ağırlıkları hesaplanıp Tablo 7 de verilmiştir.

Tablo 7: Kriter Ağırlıklarına Ait Bulgular

K1	K2	K3	K4	K5	K6
0,1363	0,1803	0,1491	0,1705	0,1810	0,1828

Tablo 7 incelendiğinde, en yüksek ağırlığa sahip kriterin 'K6', en düşük ağırlığa sahip kriterin ise 'K1' olduğu görülmektedir. MEREK yöntemi sonucunda elde edilen kriterlerin ağırlık sıralaması $K6 > K5 > K2 > K4 > K3 > K1$ şeklinde elde edilmiştir.

4.2. TOPSIS Yöntemi ile İllerin Kapasite Performanslarının Ölçülmesi

Türkiye'deki illeri sanayi kapasitesi performansları doğrultusunda değerlendirmek için TOPSIS yönteminin ilk adımında Tablo 2'de yer alan karar matrisi kullanılmıştır.

Ardından, karar matrisinde yer alan veriler eşitlik 8 yardımıyla normalize edilmiş ve Tablo 8'deki değerler elde edilmiştir

Tablo 8: Normalize Edilmiş Karar Matrisine Ait Bulgular

İl Adları	K1	K2	K3	K4	K5	K6
ADANA	0,0681	0,0556	0,0602	0,1043	0,0839	0,0656
ADIYAMAN	0,0135	0,0034	0,0046	0,0119	0,0209	0,0044
AFYON	0,0351	0,0112	0,0149	0,0262	0,0296	0,0171
AĞRI	0,0029	0,0014	0,0013	0,0056	0,0047	0,0018
AKSARAY	0,0121	0,0114	0,0126	0,0149	0,0184	0,0099
AMASYA	0,0085	0,0062	0,0054	0,0144	0,0154	0,0070
ANKARA	0,2182	0,5874	0,5142	0,3087	0,1561	0,2299
ANTALYA	0,0614	0,0438	0,0390	0,0763	0,0462	0,0469
ARDAHAN	0,0013	0,0001	0,0009	0,0013	0,0005	0,0003
ARTVİN	0,0039	0,0024	0,0034	0,0056	0,0033	0,0017
.
.
UŞAK	0,0222	0,0062	0,0091	0,0167	0,0318	0,0098
VAN	0,0096	0,0028	0,0047	0,0111	0,0112	0,0046
YALOVA	0,0091	0,0264	0,0162	0,0287	0,0114	0,0155
YOZGAT	0,0066	0,0034	0,0032	0,0071	0,0092	0,0044

ZONGULDAK	0,0111	0,0206	0,0131	0,0605	0,0317	0,0246
-----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Üçüncü adımda, Eşitlik 10 yardımıyla ağırlıklandırılmış normalize matrisi Tablo 9'daki gibi elde edilmiştir.

Tablo 9: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisine Ait Bulgular

İl Adları	K1	K2	K3	K4	K5	K6
ADANA	0,0093	0,0076	0,0082	0,0142	0,0114	0,0089
ADİYAMAN	0,0018	0,0006	0,0007	0,0020	0,0038	0,0008
AFYON	0,0048	0,0020	0,0022	0,0045	0,0054	0,0031
AĞRI	0,0004	0,0003	0,0002	0,0010	0,0009	0,0003
AKSARAY	0,0016	0,0021	0,0019	0,0025	0,0033	0,0018
AMASYA	0,0012	0,0011	0,0008	0,0025	0,0028	0,0013
ANKARA	0,0297	0,1059	0,0767	0,0526	0,0283	0,0420
ANTALYA	0,0084	0,0079	0,0058	0,0130	0,0084	0,0086
ARDAHAN	0,0002	0,0000	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001
ARTVİN	0,0005	0,0004	0,0005	0,0010	0,0006	0,0003
.
.
.
UŞAK	0,0030	0,0011	0,0014	0,0028	0,0057	0,0018
VAN	0,0013	0,0005	0,0007	0,0019	0,0020	0,0008
YALOVA	0,0012	0,0048	0,0024	0,0049	0,0021	0,0028
YOZGAT	0,0009	0,0006	0,0005	0,0012	0,0017	0,0008
ZONGULDAK	0,0015	0,0037	0,0019	0,0103	0,0057	0,0045

A^+ ideal karar noktası Eşitlik 11 yardımıyla her bir sütundaki maksimum değer alınarak Tablo 10'daki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 10: İdeal Karar Noktasına Ait Bulgular

K1	K2	K3	K4	K5	K6
0,120	0,1169	0,1031	0,1214	0,1385	0,1453

D^+ ideal çözüme uzaklık Eşitlik 12 kullanılarak, her karar kriterinin ideal karar noktasından olan uzaklığı hesaplanmış ve Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11: D^+ İdeal Çözüme Uzaklığa Ait Bulgular

$D_1^+ = 0,2819$	$D_2^+ = 0,3021$	$D_3^+ = 0,2971$	$D_4^+ = 0,3049$	$D_5^+ = 0,3007$	$D_6^+ = 0,3022$
$D_7^+ = 0,1911$	$D_8^+ = 0,2849$	$D_9^+ = 0,3059$	$D_{10}^+ = 0,3048$	$D_{11}^+ = 0,2933$	$D_{12}^+ = 0,2863$
$D_{13}^+ = 0,3034$	$D_{14}^+ = 0,3008$	$D_{15}^+ = 0,3060$	$D_{16}^+ = 0,2974$	$D_{17}^+ = 0,3050$	$D_{18}^+ = 0,3043$
$D_{19}^+ = 0,2988$	$D_{20}^+ = 0,3025$	$D_{21}^+ = 0,1942$	$D_{22}^+ = 0,2991$	$D_{23}^+ = 0,3027$	$D_{24}^+ = 0,2996$
$D_{25}^+ = 0,2803$	$D_{26}^+ = 0,2990$	$D_{27}^+ = 0,2956$	$D_{28}^+ = 0,3015$	$D_{29}^+ = 0,3016$	$D_{30}^+ = 0,3042$
$D_{31}^+ = 0,3039$	$D_{32}^+ = 0,2807$	$D_{33}^+ = 0,2661$	$D_{34}^+ = 0,3029$	$D_{35}^+ = 0,3051$	$D_{36}^+ = 0,3058$
$D_{37}^+ = 0,2933$	$D_{38}^+ = 0,3058$	$D_{39}^+ = 0,3018$	$D_{40}^+ = 0,0000$	$D_{41}^+ = 0,2037$	$D_{42}^+ = 0,2898$
$D_{43}^+ = 0,3027$	$D_{44}^+ = 0,3000$	$D_{45}^+ = 0,3053$	$D_{46}^+ = 0,3020$	$D_{47}^+ = 0,2782$	$D_{48}^+ = 0,3036$
$D_{49}^+ = 0,2957$	$D_{50}^+ = 0,3044$	$D_{51}^+ = 0,3047$	$D_{52}^+ = 0,2110$	$D_{53}^+ = 0,2659$	$D_{54}^+ = 0,2934$
$D_{55}^+ = 0,2968$	$D_{56}^+ = 0,2640$	$D_{57}^+ = 0,3027$	$D_{58}^+ = 0,2856$	$D_{59}^+ = 0,2986$	$D_{60}^+ = 0,3049$
$D_{61}^+ = 0,3037$	$D_{62}^+ = 0,3029$	$D_{63}^+ = 0,3005$	$D_{64}^+ = 0,3012$	$D_{65}^+ = 0,3017$	$D_{66}^+ = 0,2783$
$D_{67}^+ = 0,2947$	$D_{68}^+ = 0,3049$	$D_{69}^+ = 0,3041$	$D_{70}^+ = 0,2999$	$D_{71}^+ = 0,2990$	$D_{72}^+ = 0,3042$
$D_{73}^+ = 0,2498$	$D_{74}^+ = 0,3014$	$D_{75}^+ = 0,3006$	$D_{76}^+ = 0,3059$	$D_{77}^+ = 0,2995$	$D_{78}^+ = 0,3032$
$D_{79}^+ = 0,2989$	$D_{80}^+ = 0,3038$	$D_{81}^+ = 0,2948$			

A^- negatif karar noktası Eşitlik 11 yardımıyla herbir sütundaki minimum değer alınarak Tablo 12'deki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 12: Negatif Karar Noktasına Ait Bulgular

K1	K2	K3	K4	K5	K6
0,00008	0,00003	0,00004	0,00007	0,00006	0,00003

D^- negatif ideal çözüme uzaklık Eşitlik 12 kullanılarak, her karar kriterinin negatif ideal karar noktasından olan uzaklığı hesaplanmış ve Tablo 13'te gösterilmiştir.

Tablo 13: D^- Negatif İdeal Çözüme Uzaklığa Ait Bulgular

$D_1^- = 0,0249$	$D_2^- = 0,0047$	$D_3^- = 0,0094$	$D_4^- = 0,0013$	$D_5^- = 0,0055$	$D_6^- = 0,0042$
$D_7^- = 0,1526$	$D_8^- = 0,0218$	$D_9^- = 0,0002$	$D_{10}^- = 0,0013$	$D_{11}^- = 0,0129$	$D_{12}^- = 0,0204$
$D_{13}^- = 0,0031$	$D_{14}^- = 0,0065$	$D_{15}^- = 0,0000$	$D_{16}^- = 0,0090$	$D_{17}^- = 0,0012$	$D_{18}^- = 0,0023$
$D_{19}^- = 0,0078$	$D_{20}^- = 0,0038$	$D_{21}^- = 0,1153$	$D_{22}^- = 0,0073$	$D_{23}^- = 0,0037$	$D_{24}^- = 0,0071$
$D_{25}^- = 0,0268$	$D_{26}^- = 0,0077$	$D_{27}^- = 0,0109$	$D_{28}^- = 0,0049$	$D_{29}^- = 0,0051$	$D_{30}^- = 0,0020$
$D_{31}^- = 0,0024$	$D_{32}^- = 0,0271$	$D_{33}^- = 0,0429$	$D_{34}^- = 0,0032$	$D_{35}^- = 0,0010$	$D_{36}^- = 0,0003$
$D_{37}^- = 0,0133$	$D_{38}^- = 0,0003$	$D_{39}^- = 0,0044$	$D_{40}^- = 0,3060$	$D_{41}^- = 0,1042$	$D_{42}^- = 0,0184$
$D_{43}^- = 0,0036$	$D_{44}^- = 0,0068$	$D_{45}^- = 0,0008$	$D_{46}^- = 0,0044$	$D_{47}^- = 0,0291$	$D_{48}^- = 0,0025$
$D_{49}^- = 0,0108$	$D_{50}^- = 0,0020$	$D_{51}^- = 0,0014$	$D_{52}^- = 0,0998$	$D_{53}^- = 0,0412$	$D_{54}^- = 0,0145$
$D_{55}^- = 0,0104$	$D_{56}^- = 0,0437$	$D_{57}^- = 0,0038$	$D_{58}^- = 0,0212$	$D_{59}^- = 0,0077$	$D_{60}^- = 0,0013$
$D_{61}^- = 0,0024$	$D_{62}^- = 0,0033$	$D_{63}^- = 0,0062$	$D_{64}^- = 0,0051$	$D_{65}^- = 0,0047$	$D_{66}^- = 0,0287$
$D_{67}^- = 0,0116$	$D_{68}^- = 0,0016$	$D_{69}^- = 0,0022$	$D_{70}^- = 0,0070$	$D_{71}^- = 0,0091$	$D_{72}^- = 0,0025$
$D_{73}^- = 0,0589$	$D_{74}^- = 0,0055$	$D_{75}^- = 0,0056$	$D_{76}^- = 0,0001$	$D_{77}^- = 0,0074$	$D_{78}^- = 0,0032$
$D_{79}^- = 0,0080$	$D_{80}^- = 0,0024$	$D_{81}^- = 0,0133$			

İdeal özümü görelili yakınlığı hesaplamak için Eşitlik 13 kullanılmış ve elde edilen performans puanları ve sılaması Tablo 14'te verilmiştir. Tablo 14 incelendiğinde, performans sıralamasında ilk beş sırada İstanbul, Ankara, Bursa, İzmir ve Kocaeli; son beş sırada ise Iğdır, Hakkâri, Ardahan, Tunceli ve Bayburt illerinin yer aldığı görülmektedir.

Tablo 14: C Performans Puanlarına Ait Bulgular

Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra
$C_1 = 0,0810$	14	$C_2 = 0,0153$	48	$C_3 = 0,0306$	27	$C_4 = 0,0042$	73	$C_5 = 0,0179$	43
$C_6 = 0,0137$	51	$C_7 = 0,4440$	2	$C_8 = 0,0710$	15	$C_9 = 0,0007$	79	$C_{10} = 0,0043$	72
$C_{11} = 0,0421$	22	$C_{12} = 0,0666$	17	$C_{13} = 0,0101$	59	$C_{14} = 0,0212$	39	$C_{15} = 0,0001$	81
$C_{16} = 0,0295$	28	$C_{17} = 0,0040$	74	$C_{18} = 0,0074$	65	$C_{19} = 0,0256$	31	$C_{20} = 0,0124$	52
$C_{21} = 0,3726$	3	$C_{22} = 0,0237$	35	$C_{23} = 0,0120$	54	$C_{24} = 0,0232$	36	$C_{25} = 0,0872$	13
$C_{26} = 0,0251$	33	$C_{27} = 0,0357$	24	$C_{28} = 0,0161$	46	$C_{29} = 0,0165$	45	$C_{30} = 0,0064$	68
$C_{31} = 0,0077$	64	$C_{32} = 0,0882$	12	$C_{33} = 0,1389$	8	$C_{34} = 0,0106$	57	$C_{35} = 0,0032$	75
$C_{36} = 0,0010$	78	$C_{37} = 0,0434$	20	$C_{38} = 0,0011$	77	$C_{39} = 0,0143$	47	$C_{40} = 1,0000$	1
$C_{41} = 0,3385$	4	$C_{42} = 0,0596$	18	$C_{43} = 0,0117$	55	$C_{44} = 0,0221$	38	$C_{45} = 0,0028$	76
$C_{46} = 0,0143$	50	$C_{47} = 0,0948$	10	$C_{48} = 0,0081$	61	$C_{49} = 0,0352$	25	$C_{50} = 0,0066$	67
$C_{51} = 0,0046$	70	$C_{52} = 0,3211$	5	$C_{53} = 0,1341$	9	$C_{54} = 0,0472$	19	$C_{55} = 0,0340$	26
$C_{56} = 0,1420$	7	$C_{57} = 0,0124$	53	$C_{58} = 0,0690$	16	$C_{59} = 0,0253$	32	$C_{60} = 0,0044$	71
$C_{61} = 0,0080$	62	$C_{62} = 0,0106$	56	$C_{63} = 0,0201$	40	$C_{64} = 0,0166$	44	$C_{65} = 0,0155$	47
$C_{66} = 0,0934$	11	$C_{67} = 0,0380$	23	$C_{68} = 0,0052$	69	$C_{69} = 0,0072$	66	$C_{70} = 0,0228$	37
$C_{71} = 0,0294$	29	$C_{72} = 0,0081$	60	$C_{73} = 0,1907$	6	$C_{74} = 0,0179$	42	$C_{75} = 0,0184$	41
$C_{76} = 0,0004$	80	$C_{77} = 0,0241$	34	$C_{78} = 0,0103$	58	$C_{79} = 0,0262$	30	$C_{80} = 0,0078$	63
$C_{81} = 0,0431$	21								

4.3. Duyarlılık Analizi

Kriter ağırlıklarındaki değişimin ÇKKV sıralamaları üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Eşitlik 14 (Ecer, 2022) kullanılarak en önemli kriterin ağırlığının her seferinde %1 azaltılması ile 40 farklı senaryo elde edilmiştir. Elde edilen farklı senaryoların değerleri Tablo 15’te verilmiştir.

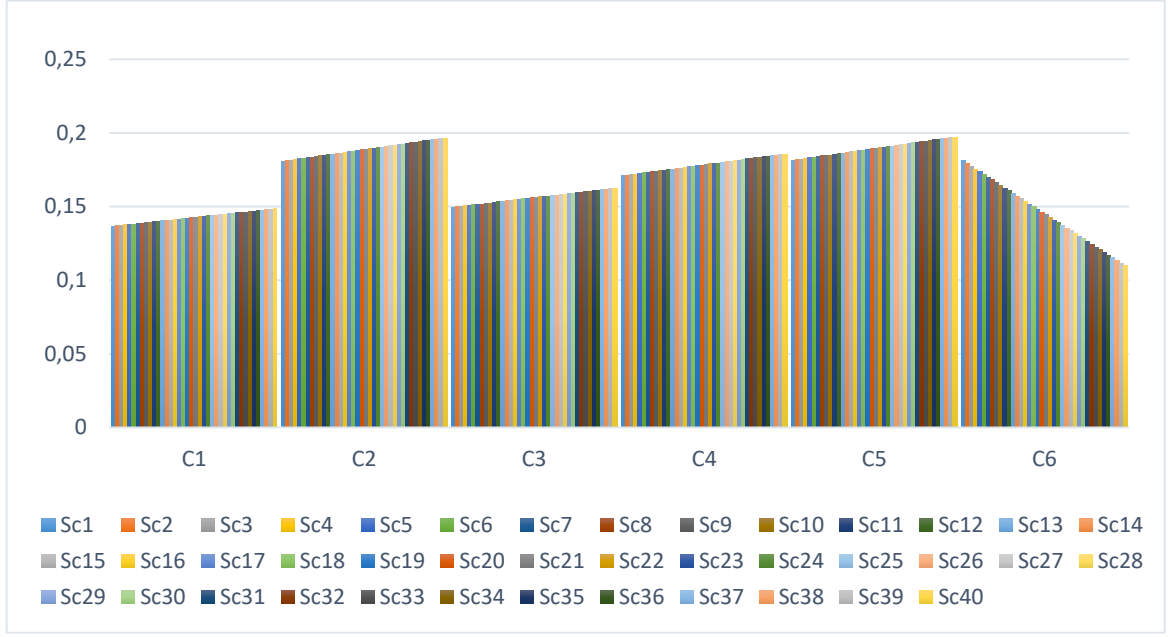
$$\omega_{m\gamma} = (1 - \omega_{m\pi}) \cdot \frac{\omega_{\gamma}}{1 - \omega_m} \quad (14)$$

m kriterleri, $\omega_{m\gamma}$ m kriterlerinin değiştirilmiş değerlerini, $\omega_{m\pi}$ W6 kriterinin azaltılmış değerini, ω_{γ} m’nin orijinal değerini, ω_m W6’in orijinal değerini göstermektedir.

Tablo 15: W6 nın %1 Azaltılması ile Elde Edilen Yeni Ağırlık Senaryolarına Ait Bulgular

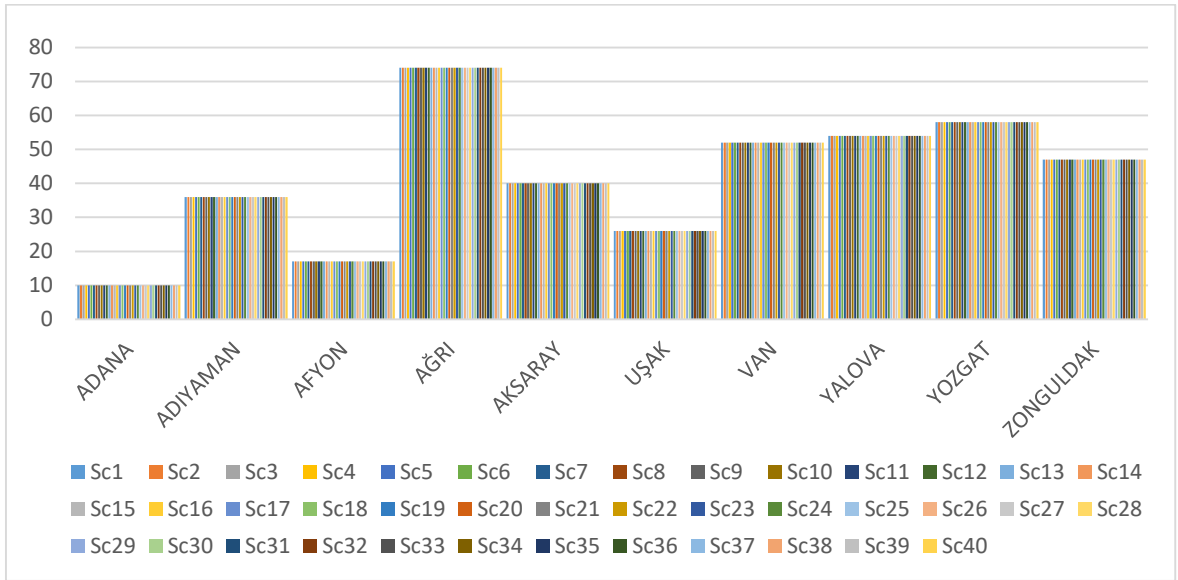
		Senaryolar									
		Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5	Sc6	Sc7	Sc8	Sc9	Sc10
C1		0,1366	0,1369	0,1372	0,1375	0,1378	0,1381	0,1384	0,1387	0,1390	0,1393
C2		0,1807	0,1811	0,1815	0,1819	0,1824	0,1828	0,1832	0,1836	0,1840	0,1844
C3		0,1495	0,1498	0,1501	0,1505	0,1508	0,1511	0,1515	0,1518	0,1521	0,1525
C4		0,1708	0,1712	0,1716	0,1720	0,1724	0,1727	0,1731	0,1735	0,1739	0,1743
C5		0,1814	0,1818	0,1822	0,1826	0,1830	0,1834	0,1838	0,1842	0,1846	0,1850
C6		0,1810	0,1791	0,1773	0,1755	0,1737	0,1718	0,1700	0,1682	0,1663	0,1645
		Sc11	Sc12	Sc13	Sc14	Sc15	Sc16	Sc17	Sc18	Sc19	Sc20
C1		0,1396	0,1399	0,1403	0,1406	0,1409	0,1412	0,1415	0,1418	0,1421	0,1424
C2		0,1848	0,1852	0,1856	0,1860	0,1864	0,1868	0,1872	0,1876	0,1880	0,1884
C3		0,1528	0,1531	0,1535	0,1538	0,1541	0,1545	0,1548	0,1551	0,1555	0,1558
C4		0,1746	0,1750	0,1754	0,1758	0,1762	0,1766	0,1769	0,1773	0,1777	0,1781
C5		0,1854	0,1858	0,1863	0,1867	0,1871	0,1875	0,1879	0,1883	0,1887	0,1891
C6		0,1627	0,1609	0,1590	0,1572	0,1554	0,1535	0,1517	0,1499	0,1481	0,1462
		Sc21	Sc22	Sc23	Sc24	Sc25	Sc26	Sc27	Sc28	Sc29	Sc30
C1		0,1427	0,1430	0,1433	0,1436	0,1439	0,1442	0,1445	0,1448	0,1451	0,1454
C2		0,1888	0,1892	0,1896	0,1900	0,1904	0,1908	0,1912	0,1916	0,1920	0,1924
C3		0,1561	0,1565	0,1568	0,1571	0,1575	0,1578	0,1582	0,1585	0,1588	0,1592
C4		0,1785	0,1788	0,1792	0,1796	0,1800	0,1804	0,1807	0,1811	0,1815	0,1819
C5		0,1895	0,1899	0,1903	0,1907	0,1911	0,1915	0,1919	0,1923	0,1927	0,1931
C6		0,1444	0,1426	0,1407	0,1389	0,1371	0,1353	0,1334	0,1316	0,1298	0,1280
		Sc31	Sc32	Sc33	Sc34	Sc35	Sc36	Sc37	Sc38	Sc39	Sc40
C1		0,1457	0,1460	0,1464	0,1467	0,1470	0,1473	0,1476	0,1479	0,1482	0,1485
C2		0,1928	0,1932	0,1936	0,1940	0,1945	0,1949	0,1953	0,1957	0,1961	0,1965
C3		0,1595	0,1598	0,1602	0,1605	0,1608	0,1612	0,1615	0,1618	0,1622	0,1625
C4		0,1823	0,1827	0,1830	0,1834	0,1838	0,1842	0,1846	0,1849	0,1853	0,1857
C5		0,1935	0,1939	0,1943	0,1948	0,1952	0,1956	0,1960	0,1964	0,1968	0,1972
C6		0,1261	0,1243	0,1225	0,1206	0,1188	0,1170	0,1152	0,1133	0,1115	0,1097

Tablo 15’de elde edilen çeşitli senaryolara göre kriterlerinin ağırlıklarındaki değişimi Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1: Çeşitli senaryolara göre kriter ağırlıklarındaki değişikliklere ait bulgular

Elde edilen yeni kriter ağırlıklarına göre Türkiye illerinin sıralamasının değişmediği gözlemlenmektedir. Şekil 2’de görüldüğü üzere illerin sıralaması farklı senaryolar altında da değişmemiştir. Şekil 2’de alfabetik sırada ilk 5 ve son 5 sırada olan iller kullanılmıştır. Bu durum, C6 kriterinin ağırlığındaki değişimin illerin sıralamasını etkilemediğini göstermektedir. Tüm senaryolarda sıralama sabit kalmakla birlikte, TOPSIS yöntemi ile elde edilen sıralamalar ile senaryolara dayalı sıralamalar karşılaştırıldığında küçük farklılıklar gözlemlenmiştir.



Şekil 2: Bazı illerin farklı senaryolar altındaki sıralamasına ait bulgular

5. Sonuç

Bu çalışmada MEREC-TOPSIS yöntemleri kullanılarak Türkiye'nin sanayi kapasite verilerinin iller bazında analizi yapılmıştır. MEREC yöntemi kullanılarak altı kriterin ağırlıklandırılmış değerleri elde edilmiştir. Bu değerler incelendiğinde MEREC tekniği ile elde edilen en önemli kriterin idari sayısı olduğu ve işçi sayısı, mühendis sayısı, usta sayısı, teknisyen sayısı, kapasite raporu kriterlerinin bu kriteri takip ettiği tespit edilmiştir. TOPSIS tekniği ile illerin sanayi kapasite performansları sıralanmıştır. Buna göre, sanayi kapasitesi bakımından ilk sırada İstanbul'un, son sırada ise Bayburt ilinin yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca son beş ilin sıralaması ise Iğdır, Hakkâri, Ardahan, Tunceli, Bayburt şeklindedir.

Çalışmada sanayi alanında meydana gelen yoğunlaşmanın İstanbul, Ankara, Bursa, İzmir ve Kocaeli illerinin bulunduğu bölgelerde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Bu durum, Çelik ve Sandal (2022) çalışmasında elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Elburz (2024) çalışmasında elde edilen bulgular, sanayinin coğrafi dağılımında doğu-batı ayrımının devam ettiğini ortaya koymakta olup, bu sonuçlar mevcut çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca kriter ağırlıklandırma ve performans sıralamasında kullanılan yöntemlerin etkin olduğu Eren (2017); Metin ve vd. (2017); Köse ve Dikme (2021); Mishra ve vd. (2022); Toslak ve vd. (2022); Altıntaş, (2023); Banik ve vd. (2023); Bektaş (2023) çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Duyarlılık analizi ile kriterler yeniden ağırlıklandırılmış ve TOPSIS yöntemindeki her bir adım tekrardan uygulanıp yeni sıralama elde edilmiştir. Oluşturulan yeni ağırlıklar içinde en yüksek ağırlığa sahip kriter her seferinde %1 azaltılarak 40 senaryo elde edilmiş ve illerin sıralamasında herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Ancak MEREC tekniği ve duyarlılık analizi ile elde edilen ağırlıklandırmanın TOPSIS yöntemi ile sıralamasında az da olsa bir farklılık gözlemlenmiştir. Duyarlılık analizi sonunda elde edilen sıralamada sanayi kapasitesi en yüksek olan ilimiz İstanbul olup bu sıralama yine İstanbul, Ankara, Bursa, İzmir şeklinde devam etmiştir. Son sırada ise yine Bayburt olup son beş sıradaki illerimiz Iğdır, Ardahan, Hakkâri, Tunceli, Bayburt olup Ardahan ve Hakkari'nin sıralaması değişmiştir.

Çalışmanın en önemli katkısı, TOBB verileri kullanılarak illerin sanayi kapasitesinin ÇKKV yöntemleriyle karşılaştırmalı biçimde analiz edilmesidir. Bu yönüyle politika yapıcılar için önemli çıkarımlar sunmaktadır. Özellikle yatırım teşviklerinin ve altyapı politikalarının, düşük kapasiteye sahip illere yönlendirilmesi, bölgesel kalkınmada dengesizliklerin azaltılmasına katkı sağlayabilir.

Sanayi kapasitesinin ülke üzerindeki etkisi dikkate alındığında, ekonomik büyüme, istihdam imkânı, kentsel gelişim ve şehirleşme oranı, refah seviyesi ve gelir dağılımı, göç sebepleri, teknolojik gelişim, sektörel çeşitlilik gibi birçok alanda oldukça önemlidir. Bu alanların ülke gelişimi üzerindeki etkisi düşünüldüğünde sanayi kapasitesi üzerine yapılan çalışmaların ve bu alana olan ilginin artması sağlanmalıdır. Gelecekte yapılacak araştırmalar, farklı yılları kapsayan uzun dönemli veri setleriyle, diğer ÇKKV yöntemleri veya hibrit modeller kullanılarak genişletilebilir. Ayrıca sanayi kapasitesinin çevresel sürdürülebilirlik ve yenilikçilik göstergeleriyle ilişkilendirilmesi, daha kapsamlı sonuçlar elde edilmesine imkân verecektir. Sonuç olarak, bu çalışma Türkiye'de sanayi kapasitesinin bölgesel dağılımına ışık tutmakta ve sanayi politikalarının yönlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Kaynaklar

- Altan, S. (2021), Türk Gümrüğünde Sanayi Eksenli Muafiyetler (1929-1943), *Tarih ve Gelecek Dergisi* 7(1), 130-41.
- Altıntaş, F. F. (2023). G7 grubu ülkelerin bütçe şeffaflığı performanslarının analizi: MEREC tabanlı PIV yöntemi ile bir uygulama. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(4), 323-340.
- Ay, B. (2019). İmalat Sanayi Kapasite Kullanım Oranı ve Reel Kesim Güven Endeksi Arasındaki İlişki: Türkiye İçin Ampirik Bir Çalışma. *The Journal of Social Science*, 3(5), 376-389.
- Babacan, A. ve Tuncay, M. (2022). Türk Enerji Sektöründe Çalışma Sermayesi ve Finansal Performans Arasındaki Etkileşim: SWARA, AHP ve TOPSIS Yöntemleriyle Karşılaştırmalı Bir Araştırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 1976-2005.
- Banik, B., Alam, S. & Chakraborty, A. (2023), Comparative study between GRA and MEREC technique on an agricultural-based MCGDM problem in pentagonal neutrosophic environment. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 20, 13091–13106.
- Bektaş, S. (2023). MEREC ve MABAC Yöntemleri ile BIST 100'de İşlem Gören Enerji Firmalarının Finansal Performanslarının Değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 24(2), 115-128.
- Çelik, E., ve Sandal, E. (2022). Türkiye imalat sanayii ve alt sektörlerinin bölgesel yoğunlaşma yapısı: 2011-2020 yılı karşılaştırmalı yerelleşme katsayısı analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(3), 1452-1468.
- Çiftçi, M. (2018). Türkiye'de bölgelerarası sektörel verimliliğin analizi. *İşletme Araştırmalar Dergisi*, 10(1), 551 – 580.
- Çilingir, C., (2019), TOPSIS Yöntemi ile Finansal Performans Değerlendirmesi ve Hisse Senedi Getirisiyle İlişkisi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Daver, G. (2023). Banka Kredileri ile İmalat Sanayi Kapasite Kullanım Oranı İlişkisi: Ekonomik Aktivite Etkileşimi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 533-554.
- Demir, C., Özcan, S.E. (2023). Türkiye'de sanayi üretimi, kapasite kullanım oranı ve üretici fiyatları arasındaki asimetrik ilişki: doğrusal olmayan ARDL modeli yaklaşımı. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi- Journal of Economic Policy Researches*, 10(2), 525-543.
- Ecer, F. (2022), An extended MAIRCA method using intuitionistic fuzzy sets for coronavirus vaccine selection in the age of COVID-19. *Neural Comput & Applic*, 34, 5603–5623.
- Elburz, Z. (2024). Türkiye'de İmalat Sanayi Coğrafi Yoğunlaşması ve Değişimi. *Kent Akademisi*, 17(6), 2585-2604.
- Gündüz, M., & Coşkun, A. (2021). İşletmelerin Devlet Teşviklerine Eğilimlerinin Ölçülmesi ve Muhasebe Meslek Mensuplarının Katkıları. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 13(25), 580-590.
- Gürler, H. E. (2024). Avrupa Birliği Ülkelerinin İklim Değişikliğine Uyum Performanslarının Bütünleşik MEREC-MOORA Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11(2), 366-393.
- Karahan, M., (2021), Karar Destek Sistemleri ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Uygulamaları, Akademisyen Kitabevi A.Ş. ,Ankara.
- Kayahan Karakul, A. ve Özaydın, G. (2019). TOPSIS ve VİKOR Yöntemleri ile Finansal Performans Değerlendirmesi: XELKT Üzerinde Bir Uygulama. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (60), 68-86.
- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2021). Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MEREC). *Symmetry*, 13(4), 525.
- Köse, A., & Akıllı, K. (2021). Aracı kurumların finansal performanslarının VIKOR yöntemi ile değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(2), 168–192.
- Köse, A., & Dikme, B. (2021). Türk Sigorta Sektöründe Hayat Dışı Branşlarda Faaliyet Gösteren Şirketlerin Performanslarının Değerlendirilmesi. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 171-188.
- Metin, S., Yaman, S. ve Korkmaz, T. (2017). Finansal Performansın TOPSIS ve MOORA Yöntemleri ile Belirlenmesi: BİST Enerji Firmaları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Uygulama. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), 371-394.
- Mishra, A. R., Saha, A., Rani, P., Hezam, I. M., Shrivastava, R., & Smarandache, F. (2022). An Integrated Decision Support Framework Using Single-Valued-MEREC-MULTIMOORA for Low Carbon Tourism Strategy Assessment. *IEEE Access*, 10, 24411-24432.
- Toslak, M., Aktürk, B. ve Ulutaş, A. (2022). MEREC ve WEDBA Yöntemleri ile Bir Lojistik Firmasının Yıllara Göre Performansının Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 33, 363-372.

- Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği. (2023). *Sanayi kapasite raporu istatistikleri*. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği. Erişim adresi: <https://www.tobb.org.tr/BilgiErisimMudurlugu/Sayfalar/sanayi-kapasite-raporu-istatistikleri.php>
- Orçun, Ç., & Eren, B. S. (2017). TOPSIS Yöntemi ile Finansal Performans Değerlendirmesi: XUTEK Üzerinde Bir Uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi* 75, 139-154.
- Özdemir, O. ve Parmaksız, S. (2022). BİST Enerji İşletmelerinin Finansal Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Karşılaştırılması: TOPSIS ve EDAS Yöntemleri ile Analiz. *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 34-56.
- Özgel, A., Aydın, B. ve Köse, M. S. (2018). Entropi Tabanlı TOPSIS Yöntemi ile Enerji Sektöründe Kurumsal Sürdürülebilirlik Performansının Ölçümü: AK Enerji Örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(24), 1-24.
- Wang, P., Zhu, Z., & Wang, Y. (2016). A novel hybrid MCDM model combining the SAW, TOPSIS and GRA methods based on experimental design. *Information sciences*, 345, 27-45.

Etik, Beyan ve Açıklamalar

1. Etik Kurul izni ile ilgili;
 Bu çalışmanın yazar/yazarları, Etik Kurul İznine gerek olmadığını beyan etmektedir.
 2. Bu çalışmanın yazar/yazarları, araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyduklarını kabul etmektedir.
 3. Bu çalışmanın yazar/yazarları kullanmış oldukları resim, şekil, fotoğraf ve benzeri belgelerin kullanımında tüm sorumlulukları kabul etmektedir.
 4. Bu çalışmanın benzerlik raporu bulunmaktadır.
-