



TÜRKİYE' DEKİ SEKTÖRLERİN VERİMLİLİK VE YATIRIM POTANSİYELİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ VE COPELAND YAKLAŞIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Tutku KILINÇ ERARSLAN^{1*}, Hülya TORUN², Lale ÖZBAKIR³

¹Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Kayseri

ORCID No : <https://orcid.org/0009-0006-5483-458X>

²Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Kayseri

ORCID No : <https://orcid.org/0000-0002-6411-0001>

³Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Kayseri

ORCID No : <https://orcid.org/0000-0002-8103-7715>

Anahtar Kelimeler

Öz

Çok Kriterli Karar Verme, CRITIC, Copeland Yöntemi, Spearman Sıra Korelasyonu, Yatırım Potansiyeli.

Çok kriterli karar verme yöntemleri, karar vericilerin birden fazla kriteri dikkate alarak alternatifler arasından en uygununun belirlmesine imkân tanıyan bir yaklaşımdır. Yatırım kararlarında ise bu yöntemler, farklı sektörlerin ekonomik ve stratejik açıdan analiz edilmesinde önemli bir işlev üstlenir. Bu çalışmada, Türkiye' nin sanayi sektörlerinde verimlilik karşılaştırması yapılarak, hangi sektöre yatırım yapılması gerektiği sorusuna yanıt aranmaktadır. Çalışma kapsamında, Türkiye İstatistik Kurumu' nun 2024 yılına ait verileri kullanılarak sekiz kriter altında gıda, tekstil, kimya, makine ve mobilya sektörlerinin performansları karşılaştırılmıştır. Sektörlerin performanslarının değerlendirilmesinde kriter ağırlıkları, öznel yargılardan kaçınmak amacıyla CRITIC yöntemi ile nesnel olarak hesaplanmıştır. Elde edilen ağırlıklarla oluşturulan karar matrisi, Gri İlişkisel Analiz, TOPSIS, COPRAS, MOORA önem katsayısı yaklaşımı ve ARAS yöntemleriyle analiz edilmiş; elde edilen farklı sıralama sonuçları oy temelli Copeland yöntemiyle bütünleştirilerek nihai sıralama ortaya konmuştur. Ayrıca, farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin

*Sorumlu yazar; e-posta : tutkuerarslan@erciyes.edu.tr

doi : <https://doi.org/10.46465/endustrimuhendisligi.1816496>

(Entropi ve Eşit Ağırlık) sonuçlar üzerindeki etkisini test etmek amacıyla duyarlılık analizi gerçekleştirilmiş, yöntemler arası tutarlılığı ölçmek için Spearman Sıra Korelasyonu uygulanmıştır. Sonuçlar, makine ve kimya sektörlerinin yüksek verimlilik potansiyeliyle yatırım açısından güçlü alternatifler sunduğunu göstermekte; çalışma, sektörel bazda performans farklılıklarını ortaya koyarak karar vericilere nesnel ve çok yönlü bir değerlendirme çerçevesi sunmaktadır.

EVALUATION OF PRODUCTIVITY AND INVESTMENT POTENTIAL OF SECTORS IN TURKEY USING MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS AND COPELAND APPROACH

Keywords	Abstract
<i>Multi-Criteria Decision Making, CRITIC, Copeland Method, Spearman Rank Correlation, Investment Potential.</i>	<i>Multi-criteria decision-making methods are approaches that allow decision-makers to determine the most appropriate alternative by considering multiple criteria. In investment decisions, these methods play a crucial role in analyzing different sectors from an economic and strategic perspective. This study compares productivity across Turkey's industrial sectors to determine which sectors should be invested in. Using 2024 data from the Turkish Statistical Institute, the performance of the food, textile, chemical, machinery, and furniture sectors was compared under eight criteria. Criteria weights were objectively calculated using the CRITIC method to avoid subjective judgments in evaluating sector performance. The decision matrix generated from the resulting weights was analyzed using Grey Relational Analysis, TOPSIS, COPRAS, the MOORA importance coefficient approach, and ARAS. The resulting rankings were integrated using the vote-based Copeland method to produce the final ranking. Additionally, a sensitivity analysis was conducted to test the impact of different weighting methods (Entropy and Equal Weighting) on the results, and Spearman Rank Correlation was applied to measure consistency between methods. The results demonstrate that the machinery and chemicals sectors, with their high productivity potential, offer strong investment alternatives. By revealing performance differences across sectors, the study provides decision-makers with an objective and comprehensive evaluation framework.</i>
Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 03.11.2025	Submission Date : 03.11.2025
Kabul Tarihi : 22.02.2026	Accepted Date : 22.02.2026

1. Giriş

Günümüzün dinamik ekonomik yapısında sektörler arası verimlilik farklarının doğru bir biçimde analiz edilmesi, hem kamu politikalarının şekillendirilmesi hem de özel sektör yatırımlarının yönlendirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, sektörler arası verimlilik ve performans farklılıklarının doğru biçimde analiz edilmesi, sürdürülebilir büyüme ve rekabet gücünün artırılması açısından stratejik bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Yatırım kararlarının sadece tek bir göstergeye dayalı olarak değerlendirilmesi çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, üretim, maliyet, ihracat ve işgücü verimliliği gibi çok boyutlu kriterlerin birlikte ele alınması gerekmektedir. Yatırım potansiyelinin değerlendirilmesi, doğası gereği çok sayıda ve çoğu zaman birbiriyle çelişebilen kriterin eş zamanlı olarak dikkate alınmasını gerektiren karmaşık bir karar problemidir. Bu tür problemlerde geleneksel tek kriterli yaklaşımların yetersiz olduğu görülmektedir. Bu durum, karar vericilerin farklı kriterleri sistematik ve bütüncül bir yapı içinde değerlendirebileceği yöntemlere olan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Bu noktada, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, yatırım kararları ve sektörel performans analizleri için güçlü ve esnek bir karar destek aracı sunmaktadır. ÇKKV yöntemleri, alternatiflerin birden fazla kriter altında değerlendirilmesine imkan tanıyarak, karar vericilerin hem nicel hem de yapısal farklılıkları dikkate almasına olanak sağlamaktadır. Literatürde yatırım kararları, firma performansı, ülke ve sektör karşılaştırmaları gibi pek çok alanda farklı ÇKKV yöntemlerinin yaygın biçimde kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, farklı ÇKKV yöntemlerinin aynı problem üzerinde farklı sıralama sonuçları üretebilmesi, karar vericiler açısından belirsizlik yaratabilmekte ve tek bir nihai değerlendirmeye duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Bu nedenle, çoklu yöntemlerden elde edilen sonuçların bütünleştirilerek daha sağlam ve yorumlanabilir bir nihai sıralama elde edilmesi önem kazanmaktadır.

ÇKKV yöntemleri yatırım kararlarının üretim, maliyet, ihracat ve işgücü gibi hem fayda hem de maliyet yönlü çok boyutlu kriterler altında değerlendirilmesine imkan tanıdığı için bu çalışmada tercih edilmiştir. Sınırlı veri setleriyle çalışılması nedeniyle, alternatiflerin referans değerlere olan yakınlığını ortaya koyabilen Gri İlişkisel Analiz (GİA) kullanılmış ve sektörlerin ideal çözüme görelî performanslarını değerlendirmek amacıyla TOPSIS ve ARAS yöntemlerinden yararlanılmıştır. Fayda ve maliyet kriterlerini eş zamanlı olarak ele alabilen COPRAS ve MOORA önem katsayısı yaklaşımı ise sektörlerin görelî üstünlüklerini belirlemede tamamlayıcı bir rol üstlenmiştir. Bu yöntemlerin yatırım kararları ve sektör analizi literatüründe yaygın biçimde uygulanması ve farklı değerlendirme bakış açıları sunması, çalışmada çoklu yöntem yaklaşımının benimsenmesini gerekçelendirmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'deki temel sanayi sektörlerinin yatırım potansiyelinin değerlendirilmesi amacıyla, ÇKKV yöntemlerine dayalı bütüncül bir analiz çerçevesi sunulmaktadır. Çalışma kapsamında, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan 2024 yılına ait güncel ve resmi veriler kullanılarak gıda, tekstil, kimya, makine ve

mobilya sektörleri sekiz farklı kriter altında değerlendirilmiştir. Kriter ağırlıkları, öznel yargılardan kaçınmak amacıyla nesnel bir ağırlıklandırma yöntemi olan CRITIC yöntemi ile belirlenmiştir. Elde edilen sıralama sonuçlarının kriter ağırlıklandırma yaklaşımına duyarlılığını incelemek amacıyla, CRITIC ağırlıklarına ek olarak Entropi ve Eşit Ağırlık yöntemleri kullanılarak duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz kapsamında, sektör sıralamalarının farklı ağırlıklandırma senaryoları altında nasıl değiştiği incelenmiştir. Bu analizle elde edilen sıralamaların sağlamlığı değerlendirildikten sonra, farklı ÇKKV yöntemlerinden ve ağırlıklandırma senaryolarından elde edilen sıralama sonuçlarının tek bir nihai değerlendirmede bütünleştirilmesi amacıyla Copeland yöntemi tercih edilmiştir. Oy temelli yapısı sayesinde Copeland yaklaşımı, çoklu sıralamaları uzlaşık bir çerçevede birleştirerek karar vericilere daha sade ve yorumlanabilir bir nihai yatırım potansiyeli sıralaması sunmakta ve karar destek sürecinin güvenilirliğini artırmaktadır.

2. Literatür Taraması

ÇKKV literatüründe kriter ağırlıklandırmada yaygın olarak kullanılan nesnel yöntemlerden biri olan CRITIC, kriterler arası korelasyonu ve değişkenlik düzeyini dikkate alarak ağırlık belirleme imkanı sunmakta ve bu yönüyle birçok alandaki karar problemlerinde tercih edilmektedir. Özekenci (2023), Türkiye'deki 30 büyükşehrin 2022 yılına ait ihracat performansını, ihracatı temsil eden çoklu göstergelerden oluşan bir kriter seti üzerinden incelemiştir. Çalışmada CRITIC yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak MULTIMOORA ve WASPAS yöntemleri ile illerin ihracat performansları değerlendirilmiştir. İstanbul, Kocaeli, İzmir ve Hatay'ın en yüksek performansa sahip iller olduğu tespit edilmiştir. Brodny ve Tutak (2023), 2015–2020 döneminde AB-27 ülkelerinin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi, 9 uygulama düzeyini 14 gösterge üzerinden TOPSIS, WASPAS ve EDAS ile değerlendirmiş ve kriter ağırlıklarını CRITIC, Entropi ve standart sapma yöntemleriyle belirlemiştir. Bulgular Danimarka, Almanya ve Lüksemburg'un en yüksek performansa sahip ülkeler olduğunu ortaya koymuştur. Teker, Azkeskin ve Aladağ (2024) ise 36 OECD ülkesinin enerji sürdürülebilirliğini CRITIC, PROMETHEE, VIKOR, GİA ve Copeland yöntemleriyle incelemiş ve en öncelikli kriterin "güneş enerjisinden elektrik üretimi" olduğunu ortaya koymuştur. PROMETHEE, GİA ve Copeland sıralamalarına göre İsviçre'nin, VIKOR'a göre ise Almanya'nın en iyi performansa sahip olduğunu ortaya koymuştur. Akgül, Akdamar ve Göğebakan (2024), Türkiye'nin 2011–2023 yılları arasındaki deniz ticaret filosu performansını CRITIC ve TOPSIS ile analiz etmiş, gemi yaşını en kritik kriter olarak belirlemiş ve 2011–2013 arasında iyileşme, sonrasında ise düşüş olduğunu ortaya koymuştur. Wang, Nguyen, Nhieu ve Chung (2025) çalışmalarında Vietnam'daki endüstriyel mal ve hizmet firmalarının COVID-19 dönemi ve sonrasındaki performansını CRITIC, EDAS ve TOPSIS yöntemlerini

bütünleştirerek değerlendirmiştir. CRITIC yöntemiyle kriter ağırlıkları nesnel biçimde belirlenmiş, EDAS ve TOPSIS ile 2020–2022 yılları arasında Vietnam Borsası'nda işlem gören 45 firma sıralanmıştır. Bulgular, borç vade yapısının en önemli gösterge olduğunu ve iki yöntemin sıralamalarında küçük farklılıklar olsa da genel tutarlılık bulunduğunu ortaya koymuştur. İnkaya ve Masca (2025), BRICS ülkeleri ve Türkiye'nin tarımsal performansını CRITIC ve GİA ile incelemiş, Türkiye'nin tüm yıllarda dördüncü sırada yer aldığını saptamıştır. Süzölmüş (2025), tekstil, giyim eşyası ve deri sektöründe faaliyet gösteren 26 firmanın finansal performansını CRITIC, COPRAS ve MABAC ile analiz etmiş, COPRAS ve MABAC sıralamaları arasında yüksek korelasyon bulmuştur.

ÇKKV literatüründe farklı yöntemlerden elde edilen sıralamaları bütünleştirerek tek bir nihai sıralama elde etmeyi amaçlayan Copeland yöntemi de çeşitli çalışmalarda tercih edilmiştir. Arslan ve Bircan (2020), OECD üyesi 23 ülkenin performansını TOPSIS, GİA, VIKOR ve MOORA Referans Nokta yöntemleriyle sıralamış ve Copeland ile birleşik sıralama oluşturmuştur. Yöntemler arası uyum analizinde, birleştirme işleminin referans değerine dayalı ve referans değerine dayalı olmayan yöntemler arasındaki uyumu artırdığını tespit etmiştir. Geyik, Satman ve Kalyoncu (2022), G20 ülkelerinin COVID-19 performansını CRITIC ile ağırlıklandırmış; TOPSIS, COPRAS, ARAS ve MOORA yöntemlerinden elde ettikleri sıralamaları Copeland yöntemiyle birleştirerek karar destek sürecinin tutarlılığını artırmıştır.

Bir diğer nesnel ağırlıklandırma tekniği olan Entropi yöntemi de literatürde sıkça kullanılmıştır. Kenger ve Orhan (2017), Hatay'da bir banka için en uygun personel adayını Entropi ve ARAS yöntemleriyle belirlemiştir. Özcan ve Ömürbek (2020), Türkiye'de demir-çelik üretimi yapan bir işletmenin 2000–2018 yılları arasındaki performansını Entropi, TOPSIS, MULTIMOORA ve MAUT yöntemleriyle değerlendirmiş ve 2018 yılının en iyi performans yılı olduğunu saptamıştır. Çetin ve Kuvat (2022), Düzey 2 bölgelerinin ekonomik performansını Geliştirilmiş Entropi ve CRITIC yöntemleriyle ağırlıklandırmış; COPRAS ile sıralamış ve Spearman testiyle iki yöntemin sıralamaları arasında yüksek korelasyon tespit etmiştir. Kocadüz (2023), otomotiv sektöründe faaliyet gösteren 8 firmanın 2017–2021 dönemindeki performansını Entropi ile ağırlıklandırmış; TOPSIS, ARAS ve COPRAS ile sıralamış, ayrıca eşit ağırlık yöntemi ile karşılaştırarak duyarlılık ve korelasyon analizleri gerçekleştirmiştir. Işık (2023), OECD ülkelerinin 2022 yılı Küresel Sürdürülebilir Rekabet Endeksi (KSRE) performansını Entropi ve GİA yöntemleriyle analiz etmiştir. Sosyal Sermaye Endeksi ve Doğal Sermaye Endeksi'ni en etkili, Yönetişim Endeksi'ni ise en düşük etkili boyut olarak belirlemiştir.

Yatırım kararlarına yönelik çalışmalarda, farklı yatırım alanlarında çok sayıda ekonomik ve finansal kriterin birlikte değerlendirilmesi gerekliliği, ÇKKV yöntemlerinin yaygın biçimde kullanılmasına neden olmuştur. Gupta, Parikh ve Datta (2021), yatırım yapılacak en uygun sektörün belirlenmesini karmaşık bir karar problemi olarak ele almış ve Hindistan Ulusal Borsası'nda işlem gören

sektörleri COPRAS, SAW ve TOPSIS yöntemleriyle çok boyutlu yatırım performansı açısından değerlendirmiştir. Cui, Taiwo ve Aaron (2024), Afrika'daki petrol havzalarının yatırım potansiyelini AHP, Entropi ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini bütünleştirerek değerlendirmiş ve sonuçları Spearman korelasyon analizi ile desteklemiştir. Ayaydın, Shırzadı, Balıkcı, Sharabati ve Barut (2025), çimento sektöründeki firmaların yatırım performansını Entropi, TOPSIS ve VIKOR yöntemleriyle analiz etmiştir. Literatür taraması özeti Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Literatür Taraması Özeti

Yazar	Uygulama Alanı	ÇKKV Yöntemi
Kenger ve Orhan (2017) Özcan ve Ömürbek (2020)	Banka personel seçimi Türkiye'de bir demir-çelik işletmesinin 2000-2018 dönemi performans analizi	Entropi; ARAS. Entropi; TOPSIS, MULTIMOORA, MAUT.
Arslan ve Bircan (2020)	OECD üyesi 23 ülkenin beş kriter üzerinden performans sıralaması	TOPSIS, GİA, VIKOR, MOORA ve Copeland.
Gupta ve diğ. (2021)	Hindistan Ulusal Borsası'nda işlem gören sektörlerin yatırım performansına göre değerlendirilmesi	COPRAS; SAW; TOPSIS.
Geyik ve diğ. (2022)	G20 ülkelerinin COVID-19 performans değerlendirmesi	CRITIC; TOPSIS, COPRAS, ARAS, MOORA ve Copeland.
Çetin ve Kuvat (2022)	Türkiye'de Düzey 2 bölgelerinin 2017-2019 dönemi ekonomik performans sıralaması	Geliştirilmiş Entropi, CRITIC; COPRAS.
Özekenci (2023)	Türkiye'deki 30 büyükşehirin 2022 yılı ihracat performansının değerlendirilmesi	CRITIC; MULTIMOORA ve WASPAS.
Brodny ve Tutak (2023)	AB-27 ülkelerinde 2030 Gündemi Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 9'un (şanayileşme, inovasyon, altyapı) uygulama düzeyinin değerlendirilmesi	CRITIC, Entropi; TOPSIS, WASPAS, EDAS.
Kocadüz (2023)	Borsa İstanbul'da işlem gören otomotiv sektörü firmalarının 2017-2021 dönemi finansal performans analizi	Entropi; TOPSIS, ARAS ve COPRAS.
Işık (2023)	OECD ülkelerinin 2022 yılı Küresel Sürdürülebilir Rekabet Endeksi (KSRE) performans analizi	Entropi; GİA.
Akgül ve diğ. (2024)	Türkiye'nin deniz ticaret filosu performansının 2011-2023 dönemi analizi	CRITIC; TOPSIS.
Teker ve diğ. (2024)	OECD ülkelerinin enerji sürdürülebilirliği performans analizi	CRITIC; PROMETHEE, VIKOR, GİA, Copeland.
Cui ve diğ. (2024)	Afrika'daki petrol havzalarının yatırım potansiyelinin değerlendirilmesi	AHP; Entropi; Bulanık TOPSIS.
Wang ve diğ. (2025)	Vietnam'daki endüstriyel mal ve hizmet firmalarının COVID-19 dönemi ve sonrası performans analizi	CRITIC; EDAS ve TOPSIS.
İnkaya ve Masca (2025)	BRICS ülkeleri ve Türkiye'nin 2000, 2010 ve 2022 yıllarındaki tarımsal performans karşılaştırması	CRITIC; GİA.
Süzülmüş (2025)	Borsa İstanbul'da işlem gören tekstil, giyim eşyası ve deri sektörü firmalarının 2020-2023 dönemi finansal performans analizi	CRITIC; COPRAS ve MABAC.
Ayaydın ve diğ. (2025)	Türkiye'de çimento sektöründe faaliyet gösteren firmaların yatırım/finansal performans analizi	Entropi; TOPSIS; VIKOR.

Bu çalışma, sektörel düzeyde yatırım potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik literatüre iki açıdan özgün katkı sunmaktadır. İlk olarak, yalnızca performans analizine odaklanmakla kalmayıp, elde edilen sonuçları yatırım kararı perspektifiyle ele alarak yatırımcılar için uygulanabilir stratejik öneriler geliştirmiştir. İkinci olarak ise, değerlendirmelerde TÜİK'in 2024 yılına ait güncel ve resmi verilerinin kullanılması, çalışmanın hem zaman bakımından güncelliğini hem de karar destek süreçlerine olan katkısını artırmaktadır. Bu yönüyle araştırma, sektörel karar verme süreçlerine veri temelli yaklaşımı entegre eden ve uygulamaya dönük bulgulara dayalı katkılar sağlayan çalışmalardan biri olarak literatürdeki yerini almaktadır.

Makalenin devam eden bölümleri şu şekildedir: İkinci bölümde araştırmada kullanılan yöntem ve metodoloji ayrıntılı olarak sunulmuştur. Üçüncü bölümde analiz bulgularına yer verilmiş, ardından dördüncü bölümde farklı ağırlıklandırma yaklaşımlarıyla gerçekleştirilen duyarlılık analizi aktarılmıştır. Beşinci bölümde sonuçlar ve tartışmalar değerlendirilmiş, son olarak çalışmanın genel çıkarımları ve öneriler sunulmuştur.

3. Yöntem ve Metodoloji

Bu çalışmada izlenen yönetsel süreç üç aşamadan oluşmaktadır: Veri toplama ve karar matrisinin oluşturulması, kriter ağırlıklarının belirlenmesi ve alternatiflerin ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilmesi. Bu bölümde söz konusu aşamalar ve kullanılan yöntemler ayrıntılı biçimde sunulmaktadır. Bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

3.1. Veri Toplama Süreci ve Karar Matrisinin Oluşturulması

Bu çalışma, Türkiye'nin beş temel sanayi sektörü olan gıda, tekstil, kimya, makine ve mobilya sektörlerinin yatırım potansiyelini karşılaştırmalı olarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Değerlendirme sürecinde, karar vericilerin çok sayıda kriteri göz önünde bulundurmasını sağlayan ÇKKV yöntemleri kullanılmıştır. Araştırma CRITIC yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi, ardından GİA, TOPSIS, COPRAS, MOORA önem katsayısı yaklaşımı ve ARAS yöntemi ile sektörlerin performanslarının sıralanması ve Copeland sıralama yöntemiyle nihai sıralamanın elde edilmesi olarak üç aşamalı bir metodolojiye dayanmaktadır. Yöntemlerin birbirleriyle ilişkileri 4. bölümde Spearman Sıra Korelasyonu ile incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan veriler, TÜİK tarafından yayımlanan 2024 yılına ait sanayi istatistikleri kapsamındaki resmi veri setlerinden elde edilmiştir. Karar matrisi, ilgili sektörlerin bu göstergeler kapsamındaki yıllık değerleri kullanılarak oluşturulmuştur. Analizde dikkate alınan sekiz kriter, yatırım kararlarında

sektörlerin verimlilik düzeyini ve yatırım potansiyelini yansıtabilecek göstergeler arasından; veri erişilebilirliği, karşılaştırılabilirlik ve literatürde yaygın kullanım dikkate alınarak belirlenmiştir. (<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Sanayi-114>)

Sektörlerin verimlilik ve yatırım potansiyelini belirlemede kullanılan kriterler şunlardır:

Sanayi Üretim Endeksi (K_1): Sanayi Üretim Endeksi, bir ülkenin belirli bir dönemdeki sanayi üretim hacmini ölçen temel göstergelerden biridir. Bu endeks, üretim faaliyetlerindeki artış ya da azalışı dönemsel bazda karşılaştırarak sektörel büyümeyi yansıtır.

Kapasite Kullanım Oranı (K_2): Kapasite Kullanım Oranı, bir sektörün mevcut üretim kapasitesinin ne kadarını fiilen kullandığını gösteren bir performans ölçütüdür. Oran %100'e yaklaştıkça sektörün kapasite sınırlarına yakın üretim yaptığı anlaşılır.

İhracat Hacmi (K_3): İhracat hacmi, ilgili sektörün uluslararası pazarlarda ne ölçüde rekabet edebildiğini ve dış talebe yanıt verebildiğini gösteren ekonomik bir ölçüttür. Dış ticaret verileriyle belirlenir.

Çalışan Başına Katma Değer (K_4): ÇBKD, sektördeki toplam üretimden elde edilen katma değerın çalışan sayısına bölünmesiyle elde edilir. İşgücü verimliliğini yansıtan bu kriter, özellikle beşeri sermaye kullanımının etkinliğini ölçer.

Birim Ürün Verimliliği (K_5): Birim ürün verimliliği, sektörün elde ettiği satış değerinin satış miktarına oranıdır. Kaynakların üretim sürecinde ne ölçüde etkin kullanıldığını ortaya koyar ve üretimden sağlanan ekonomik getiriyi ölçer.

Firma Başına Üretim (K_6): Bu kriter, sektördeki toplam üretim değerinin aktif firma sayısına oranlanmasıyla hesaplanır. Firmaların ortalama üretim gücünü yansıtır ve sektördeki ölçek etkisine dair bilgi sunar.

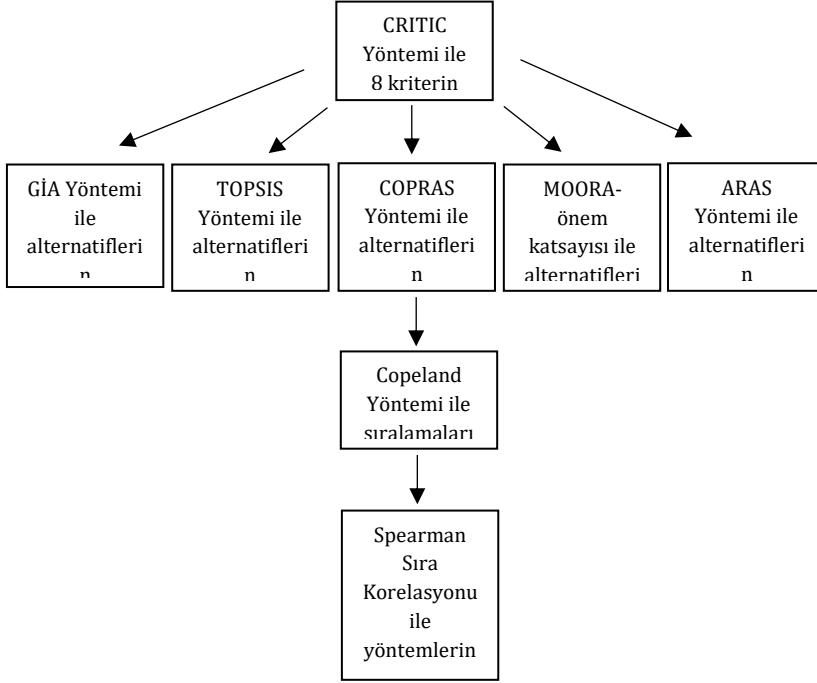
Kişi Başına İşçilik Maliyeti (K_7): Kişi başına işçilik maliyeti, toplam personel maliyetinin çalışan sayısına bölünmesiyle elde edilir. Sektörde iş gücü temelli maliyet düzeyini ortaya koyar ve maliyet odaklı değerlendirmelerde dikkate alınır.

Satış Başına Çalışan Sayısı (K_8): Bu kriter, çalışan sayısının satış değerine oranlanmasıyla hesaplanır. İş gücünün satış çıktısı üretimindeki etkinliğini ölçer ve düşük değerler iş gücünün daha verimli kullanıldığını gösterebilir.

Bu kriterler, sektörlerin üretim gücü, dış ticaret performansı ve işgücü verimliliği gibi alanlardaki başarılarını değerlendirmeye olanak sağlamaktadır.

Sektörlerin verimlilik ve yatırım potansiyelini belirlemede kullanılan alternatifler Gıda Sektörü (A_1), Tekstil Sektörü (A_2), Kimya Sektörü (A_3), Makine Sektörü (A_4) ve Mobilya Sektörü (A_5) olarak belirlenmiştir.

İlerleyen kısımlarda ayrıntıları verilen metodolojinin akış şeması Şekil 1' de yer almaktadır.



Şekil 1. Önerilen Metodoloji Akış Şeması

3.2. Kriterlerin Ağırlıklandırılması (CRITIC Yöntemi)

CRITIC yöntemi, Diakoulaki, Mavrotas ve Papayannakis (1995) tarafından literatüre kazandırılmış olup; kriterler arası korelasyonları ve her bir kriterin standart sapmasını birlikte değerlendirerek nesnel ağırlıklar belirlemeyi amaçlayan bir yöntemdir. Bu yöntemin temel avantajı, değerlendirmeleri uzman yargılarına dayalı öznel görüşlerle değil, kriterlerin standart sapmaları ve aralarındaki korelasyonlar doğrultusunda nesnel verilere dayanarak gerçekleştirilmesidir (Teker ve diğ., 2024).

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde literatürde farklı yöntemler de yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bu çalışmada CRITIC yönteminin tercih edilmesinin temel nedeni, kriterler arası korelasyonu ve değişkenlik düzeyini eş zamanlı olarak dikkate alarak nesnel bir ağırlıklandırma imkanı sunmasıdır. Ayrıca

çalışmada, ağırlıklandırma yönteminin sonuçlar üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla Entropi ve Eşit Ağırlık yaklaşımları kullanılarak duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, farklı senaryolar altında sıralamalarda kısmi değişimler oluşsa da genel eğilimin büyük ölçüde korunduğunu göstermiştir. Bu durum, çalışmada sunulan sonuçların tek bir ağırlıklandırma yöntemine özgü olmadığını ve yatırım kararlarına yönelik karşılaştırmalı bir karar destek çerçevesi sunduğunu ortaya koymaktadır.

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar verme sürecinde karar matrisi $X = [x_{ij}]$ oluşturulur. Burada x_{ij} , i . alternatifi j . kritere göre aldığı değeri gösterir. Karar matrisi Eşitlik (1)'de verilmiştir.

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

Adım 2: Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

r_{ij} , i . alternatifi j . kritere göre aldığı normalize edilmiş değerleri gösterir. Normalize karar matrisinin oluşturulmasında, maliyet yönlü kriterler için Eşitlik (2) ve fayda yönlü kriterler için Eşitlik (3) kullanılır. Burada x_j^{max} , j . kriterin bütün alternatiflerden aldığı değerlerin maksimumunu, x_j^{min} ise j . kriterin bütün alternatiflerden aldığı değerlerin minimumunu ifade etmektedir.

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

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

Adım 3: Kriterler Arası İlişki Derecesinin Belirlenmesi

Herhangi bir j ve k kriteri için korelasyonlar belirlenir ve korelasyon matrisi oluşturulur. Korelasyon katsayısı ρ_{jk} Eşitlik (4) kullanılarak hesaplanır. Burada, \bar{r}_j ve \bar{r}_k ilgili kriterlerin ortalama normalize değerlerini gösterir.

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

Adım 4: Bilgi İçerik Katsayının (C_j) Hesaplanması

CRITIC Yöntemi ÇKKV problemlerinde kriterlerin taşıdığı bilgiyi hem zıtlık yoğunluğu hem de kriterler arası çelişki düzeyi üzerinden değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, her bir kriterin içerdiği toplam bilgi miktarını temsil eden C_j değeri, önce Eşitlik (5) kullanılarak kriterlerin standart

sapmalarının (σ_j) hesaplanması ve ardından Eşitlik (6) kullanılarak bu sapmaların kriterler arası korelasyonlarla birlikte değerlendirilmesiyle elde edilmektedir.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m}} \quad (5)$$

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - \rho_{jk}) \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

Adım 5: Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Eşitlik (7) ile w_j kriter ağırlıkları hesaplanır.

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^n (C_k)} \quad (j, k = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

3.3. Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Alternatiflerin değerlendirilmesi sürecinde kullanılan yöntemler bu kısımda ele alınmıştır. Her yöntemin temel mantığı ve uygulama adımları sunulmuştur. Tüm yöntemlerde ilk adım ortaktır ve alternatifler ile kriterlerden oluşan karar matrisinin oluşturulmasını kapsamaktadır. Karar matrisi, her alternatifin ilgili kriterlere ilişkin performans değerlerini içermektedir.

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisi Eşitlik (8)'deki gibi oluşturulur.

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

3.3.1. Gri İlişkisel Analiz (GİA) Yöntemi

Deng Julong tarafından 1982'de ortaya konulan Gri Sistem Teori (GST), küçük örneklemeler ve yetersiz bilgilerin bulunduğu problemlere çözüm getirmek amacıyla geliştirilmiştir (Julong, 1982). İçinde GİA da barındıran GST, yeni bir sistemde bilinmeyen iki ya da daha fazla bileşen arasındaki ilişkinin yönünü incelemeye odaklanmaktadır. GİA, referans seri ile karşılaştırma serileri arasındaki yakınlığı gri ilişki katsayısıyla ölçer. GİA yönteminin işlem adımları aşağıdaki gibidir (Wu, 2002).

Adım 2: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Gri ilişkisel analiz yönteminde normalizasyon fayda, maliyet ve optimum duruma göre 3 şekilde gerçekleşir: Fayda yönlü normalizasyon için Eşitlik (9),

maliyet yönlü normalizasyon için Eşitlik (10) ve optimum halde normalizasyon için Eşitlik (11) kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (9)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (10)$$

$$r_{ij} = \frac{|x_{ij} - x_{0j}|}{x_j^{\max} - x_{0j}} \quad (11)$$

Referans serisi x_{0j} , her kriter için en iyi değeri temsil eder ve karşılaştırma amacıyla karar matrisine ilk satır olarak eklenir.

$$x_0 = (x_{0j}) \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

Adım 3: Mutlak Değer Tablosunun Oluşturulması

Normalize edilmiş değerler elde edildikten sonra, her bir alternatifin referans seri ile olan farkı hesaplanır. Δ_{0i} ile ifade edilen mutlak fark Eşitlik (13)' te gösterilmiştir.

$$\Delta_{0i} = |r_{0j} - r_{ij}|, \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (13)$$

Adım 4: Gri İlişki Katsayı Matrisinin Oluşturulması

Gri ilişki katsayı değeri γ_{ij} Eşitlik (14)' te gösterilmiştir.

$$\gamma_{ij} = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{ij} + \zeta \Delta_{\max}} \quad (14)$$

Eşitlik (14)' te ζ ile ifade edilen parametre "ayırıcı katsayı" olarak ifade edilir. Bu katsayı genelde 0,5 değerini almakla beraber 0 ve 1 aralığında bir değer alır.

Adım 5: Gri İlişki Derecelerinin Belirlenmesi

Γ_{0i} gri ilişki değerini gösterir. Eğer kriter ağırlıkları w_j aynı, önem dereceleri eşitse Eşitlik (15); kriter ağırlıkları w_j farklı ise Eşitlik (16) kullanılır.

$$\Gamma_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \quad i = 1, \dots, m \quad (15)$$

$$\Gamma_{0i} = \sum_{j=1}^n w_j \gamma_{ij} \quad i = 1, \dots, m \quad (16)$$

Gri ilişki derecesi de hesaplandıktan sonra alternatifler büyükten küçüğe sıralanır ve en uygun alternatif seçilir.

3.3.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) yöntemi, Hwang ve Yoon (1981) tarafından literatüre kazandırılmış olup; alternatiflerin, ideal ve ideal olmayan çözümlere olan uzaklıkları dikkate alınarak sıralanmasına dayanmaktadır. Ayrıntılı hesaplama adımları aşağıdaki gibi verilmiştir.

Adım 2: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Başlangıç karar matrisinde yer alan değerler Eşitlik (17) ile normalize edilir. r_{ij} değeri i alternatifinin j kriterine göre normalize edilmiş değerini gösterir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (17)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması:

Öncelikle kriterlerin ağırlıkları (w_j) belirlenir. Normalize edilmiş değerler ile kriterlerin ağırlıkları çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize edilmiş değerler bulunur.

$$V_{ij} = w_j r_{ij}, \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (18)$$

Adım 4: İdeal (X^*) ve Negatif İdeal (X^-) Çözümlerin Belirlenmesi:

İdeal çözüm (X^*) her bir fayda yönlü kriter için maksimum değeri, maliyet yönlü kriter için ise minimum değeri ifade etmektedir. Negatif ideal çözüm (X^-) ise fayda yönlü kriterlerde minimum, maliyet yönlü kriterlerde maksimum değere sahip alternatiflerden oluşmaktadır. J fayda kriterleri kümesini, J' ise maliyet kriterleri kümesini göstermektedir.

$$X^* = \{(\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in J'), \quad i = 1, 2, 3, \dots, m\} \quad (19)$$

$$X^- = \{(\min v_{ij} | j \in J), (\max v_{ij} | j \in J'), \quad i = 1, 2, 3, \dots, m\} \quad (20)$$

Adım 5: Ayırma Ölçümünün Hesaplanması

İdeal ayırım (S_{i^+}) ve negatif ideal ayırım (S_{i^-}), her alternatifin ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklığıdır. n boyutlu Öklit uzaklık yönteminden bulunur. İdeal ayırım Eşitlik (21) ve Negatif ideal ayırım ise Eşitlik (22) ile hesaplanır. Burada v_{j^+} pozitif ideal değeri, v_{j^-} negatif ideal değeri temsil eder.

$$S_{i^+} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{j^+})^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (21)$$

$$S_{i-} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{j-})^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (22)$$

Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın (C_{i^*}) Hesaplanması

C_{i^*} değeri $0 \leq C_{i^*} \leq 1$ değerleri arasında bir değer alır. Buna göre göreli yakınlık katsayısı C_{i^*} Eşitlik (23)' te verildiği gibi hesaplanır.

$$C_{i^*} = \frac{S_{i-}}{S_{i^*} + S_{i-}} \quad (23)$$

Eşitlik (23) ile hesaplanan C_{i^*} değerlerine göre alternatifler sıralanır.

3.3.3. COPRAS Yöntemi

COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemi, 1996 yılında Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesi'nde görevli araştırmacılar Zavadskas ve Kaklauskas tarafından geliştirilmiş olup, "Karmaşık Orantılı Değerlendirme" yaklaşımına dayanan bir karar verme tekniğidir (Aksoy, Ömürbek ve Karaatlı, 2015). COPRAS yöntemi, fayda ve maliyet kriterlerinin normalize edilerek ayrı ayrı değerlendirilmesi ve bunların ağırlıklı toplamına göre nihai puanın bulunmasına dayanır (Kaklauskas, Zavadskas ve Raslanas, 2005). COPRAS yönteminin işlem adımları aşağıda verilmiştir.

Adım 2: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Normalize edilmiş değerler, her bir kriter için toplam değere oranlanarak Eşitlik (24)' te verildiği gibi elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (24)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması:

Normalize edilmiş değerler, kriterlerin ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilir.

$$V_{ij} = w_j r_{ij}, \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (25)$$

Adım 4: Fayda ve Maliyet Kriterlerinin Toplamlarının Hesaplanması

Bu adımda, her bir alternatif için fayda ve maliyet kriterleri ayrı ayrı değerlendirilir. Maliyet kriterleri için hesaplanan S_{-i} değeri ne kadar küçükse, alternatifin istenen sonuca yakınlığı o kadar fazladır. Benzer şekilde, fayda kriterleri için hesaplanan S_{+i} değeri ise ne kadar büyükse, alternatifin tercih

edilme düzeyi o kadar yüksek olarak değerlendirilir. S_{+i} fayda kriterlerinin toplamını, S_{-i} maliyet kriterlerinin toplamını verir.

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^n V_{ij} ; \quad S_{-i} = \sum_{j=1}^n V_{-ij}, \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (26)$$

Adım 5: Alternatiflerin Göreceli Öneminin Hesaplanması

Karşılaştırılan alternatiflerin göreceli önemleri (Q_i) Eşitlik (27)' de gösterilmiştir. S_{-min} tüm alternatifler arasında en küçük S_{-i} değerini ifade eder.

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-min} \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m \frac{S_{-min}}{S_{-i}}}, \quad i = 1, \dots, m \quad (27)$$

Burada Q_i büyükten küçüğe doğru sıralanır, bu değer ne kadar yüksekse göreceli önemi o kadar büyüktür.

Adım 6: Alternatiflerin Fayda Derecelerinin Belirlenmesi

Alternatifler arasında fayda derecesi N_i 100 olan alternatif en iyi seçenek olmaktadır. Burada Q_{max} tüm alternatifler arasındaki en yüksek Q_i değeridir.

$$N_i = \left(\frac{Q_i}{Q_{max}} \right) * 100\% \quad (28)$$

3.3.4. MOORA Önem Katsayısı Yaklaşımı Yöntemi

Brauers ve Zavadskas (2006) tarafından literatüre kazandırılan MOORA yöntemi (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis), çok sayıda ve farklı kriterlere sahip alternatiflerin oransal esaslara göre sıralanmasına dayanmaktadır. Literatürde farklı MOORA yöntemleri bulunmaktadır. Bu çalışmada ise MOORA'nın önem katsayısı yöntemi ele alınmıştır. Yöntemin adımları aşağıda verilmiştir (Stanujkic, Djordjevic ve Djordjevic, 2013).

Adım 2: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Kriterlerin fayda veya maliyet yönünde olup olmadığına bakmadan Eşitlik (29) kullanılarak matris normalize hale getirilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (29)$$

Adım 3: Karar Seçeneklerinin Performanslarının Değerlendirilmesi

Alternatiflerin performansı y_i^* , fayda kriterlerinin ağırlıklı toplamı ile maliyet kriterlerinin ağırlıklı toplamı arasındaki fark üzerinden hesaplanır. Böylece her kriterin ağırlığı doğrudan etkiye sahiptir. Bu ifade Eşitlik (30)' da gösterilmiştir.

$$y_i^* = \sum_{j \in J} w_j r_{ij} - \sum_{j \in J'} w_j r_{ij} , \quad i = 1, \dots, m \quad (30)$$

Burada y_i^* değerleri sıralanır ve en büyük değere sahip olan en iyi alternatif olarak belirlenir.

3.3.5. ARAS Yöntemi

ARAS yöntemi (Additive Ratio Assessment), Zavadskas ve Turskis tarafından 2010 yılında literatüre kazandırılmış bir çok kriterli karar verme yöntemidir. Alternatiflerin fayda fonksiyon değerlerini ideal çözüm ile karşılaştırarak normalize edilir ve nihai skor hesaplanır. Yöntemin adımları aşağıda verilmiştir (Zavadskas ve diğ., 2010).

Adım 2: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Kriterler fayda yönlü ise Eşitlik (31), kriterler maliyet yönlü ise Eşitlik (32) kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (31)$$

$$r_{ij} = \frac{1/x_{ij}}{\sum_{i=0}^m (1/x_{ij})} \quad (32)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Normalize edilmiş karar matrisi elemanları, ilgili kriterlerin ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış matris elde edilir.

$$V_{ij} = w_j r_{ij} , \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (33)$$

Adım 4: Optimumluk Fonksiyonunun Hesaplanması

Eşitlik (34) kullanılarak her alternatifin optimumluk fonksiyon değeri S_i hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n V_{ij} ; \quad i = 1, \dots, m \quad (34)$$

Adım 5: Fayda Derecesinin Hesaplanması ve Sıralanması

Bu adımda, her bir alternatifinin görelî fayda derecesi K_i ile hesaplanır. Bu oran, her alternatifin S_i değeri ile en iyi alternatife ait toplam puan olan S_0 değerinin

oranlanmasıyla elde edilir. K_i değeri ne kadar yüksekse, ilgili alternatifin tercih edilme düzeyi de o kadar fazladır. Bu oranlar kullanılarak nihai sıralama oluşturulur.

Her bir alternatif için fayda dereceleri Eşitlik (35)' teki formül ile hesaplanır.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; i = 0, \dots, m \quad (35)$$

Burada S_i alternatifin ağırlıklı normalize edilmiş toplamı, S_0 ideal çözüm değeridir. K_i değeri ne kadar yüksekse, ilgili alternatifin tercih edilme düzeyi de o kadar fazladır.

3.4. Copeland Yöntemi ile Bütünleşik Sıralama

Copeland Yöntemi, Copeland (1951) tarafından geliştirilmiş olup; alternatiflerin birbirlerine karşı üstünlük durumlarına göre karşılaştırılması ve bu karşılaştırmalara dayalı olarak sıralanması esasına dayanır. Bu çalışmada Copeland yöntemi, alternatifler arasında oy temelli karşılaştırma yaparak nihai sıralamayı nesnel bir biçimde belirleyebilme yetkinliği nedeniyle tercih edilmiştir.

Adım 1: Alternatiflerin İkili Karşılaştırması

İlk adımda, alternatifler arasında ikili kıyaslamalar yapılmaktadır. Her bir $f(i, j)$ değeri için; eğer i alternatifi, j alternatifine göre daha üstün bir sıralamaya sahipse, $f(i, j) = 1$ olarak atanır. Tersi durumda $f(i, j) = 0$ değeri verilir. Bu durum, Eşitlik (36) ile ifade edilmiştir.

$$f_k(i, j) = \begin{cases} 1 & r_k(i) < r_k(j) \quad ve \quad i \neq j \\ 0 & r_k(i) > r_k(j) \quad ve \quad i \neq j \\ boş(-) & r_k(i) = r_k(j) \quad veya \quad i = j \end{cases} \quad (36)$$

Adım 2: Alternatifler Arası Üstünlük Matrisinin Oluşturulması

Bu aşamada, her bir karar vericinin değerlendirmeleri dikkate alınarak alternatifler arası oy sayıları hesaplanmaktadır. $S(i, j)$, i alternatifinin j alternatifine karşı elde ettiği toplam üstünlük sayısını, yani alternatiflerden aldığı toplam oyu ifade etmektedir. Böylece, i numaralı alternatifin j numaralı alternatife göre kaç defa tercih edildiği, Eşitlik (37) yardımıyla belirlenmiş olur.

$$S(i, j) = \sum_{k=1}^m f_k(i, j) \quad ve \quad i \neq j \quad (37)$$

Adım 3: Galibiyet Matrisinin Oluşturulması

Alternatifler arası karşılaştırmalar sonucunda elde edilen $S(i, j)$ değerleri kullanılarak hangi alternatiflerin üstün olduğu belirlenir. Bu amaçla Eşitlik (38)

temel alınır. İlgili eşitlik incelendiğinde; i alternatifinin j' ye karşı üstünlük sağlaması durumunda 1 puan, tersi durumda yani yenildiğinde -1 puan verildiği görülür. Alternatiflerin eşit düzeyde performans göstermesi halinde ise her iki alternatif de 0,5 puan almaktadır. $G(i, j)$ galibiyet matrisini ifade etmektedir.

$$G(i, j) = \begin{cases} 1 & S(i, j) > (m - S(i, j)) & i \neq j \\ 0,5 & S(i, j) = (m - S(i, j)) & i \neq j \\ -1 & S(i, j) < (m - S(i, j)) & i \neq j \end{cases} \quad (38)$$

Adım 4: Copeland Puanının Elde Edilmesi

Alternatifler arasında yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen $G(i, j)$ değerlerinden; 1 ve 0,5 puanlar bir araya getirilerek ilgili alternatifin galibiyet puanı (GP) hesaplanır. Aynı şekilde, -1 puanlar toplanarak yenilgi puanı (YP) elde edilir. Bu işlemler, sırasıyla Eşitlik (39) ve Eşitlik (40) kullanılarak gerçekleştirilir. Eşitlik (41) kullanılarak Copeland Puanına (CP_i) ulaşılır.

$$GP_i = \sum_{i=1}^n G(i, j) \quad G(i, j) > 0 \quad (39)$$

$$YP_i = \sum_{i=1}^n G(i, j) \quad G(i, j) < 0 \quad (40)$$

$$CP_i = GP_i + YP_i \quad (41)$$

Adım 5: Copeland Puanına Göre Sıralama

Copeland yöntemi doğrultusunda, en yüksek puanı alan alternatif en iyi olarak kabul edilir ve alternatifler bu puanlara göre sıralanır. Eğer iki veya daha fazla alternatifin Copeland puanı eşitse, daha küçük i değerine sahip olan alternatif sıralamada üst sırada yer alır.

4. Bulgular

Çalışma kapsamında, TÜİK tarafından yayımlanan 2024 yılına ait sanayi istatistiklerinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Belirlenen sekiz kriter doğrultusunda beş sektöre ait veriler değerlendirilmiş ve bu veriler üzerinden oluşturulan karar matrisi, ÇKKV yöntemlerine uygulanmıştır. Bu kapsamda, CRITIC yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlenmiş; ardından GİA, TOPSIS, COPRAS, MOORA önem katsayısı yaklaşımı ve ARAS yöntemleri ile sektörlerin performans sıralamaları elde edilmiştir. Elde edilen sıralamalar, Copeland yöntemiyle bütünlleştirilerek CRITIC tabanlı nihai sektör sıralaması ortaya konmuştur.

Çalışmada kullanılacak karar matrisi Tablo 2' de gösterilmiştir.

Tablo 2

Karar Matrisi

	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Min	Min
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
A_1	108,0	73,8	1.787.862	1.145.957,9	35,0	3,3E+08	456.424,3	2,2E-07
A_2	82,8	71,8	1.186.036	856.253,6	107,0	2,6E+08	438.057,5	4,4E-07
A_3	97,1	76,7	1.533.397	2.258.972,9	29,1	3,0E+08	765.749,8	1,4E-07
A_4	112,5	75,3	1.317.000	1.204.525,8	2.045,9	1,5E+08	622.343,4	3,6E-07
A_5	105,4	75,6	351.001	497.075,6	840,4	8,8E+07	307.741,2	8,9E-07

4.1. CRITIC Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bu çalışmada kullanılan 8 kriterin göreceli önem düzeyleri, CRITIC yöntemi ile objektif olarak belirlenmiştir. CRITIC yöntemi, hem kriterlerin standart sapmalarını hem de kriterler arası korelasyon ilişkilerini dikkate alarak ağırlıklandırma yapmaktadır. Kriterlerden K_7 ve K_8 kriteri minimizasyon yönlü olup maliyet kriteridir. Diğer kriterler maksimizasyon yönlü fayda kriterleridir. Normalize karar matrisi Tablo 3' te gösterilmiştir.

Tablo 3

Normalize Karar Matrisi

	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Min	Min
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
A_1	0,848	0,403	1,000	0,368	0,003	1,000	0,675	0,887
A_2	0,000	0,000	0,581	0,204	0,039	0,696	0,715	0,593
A_3	0,481	1,000	0,823	1,000	0,000	0,874	0,000	1,000
A_4	1,000	0,714	0,672	0,402	1,000	0,252	0,313	0,707
A_5	0,761	0,774	0,000	0,000	0,402	0,000	1,000	0,000

Örneğin, K_1 kriterine göre A_1 alternatifinin normalize edilmiş değeri Eşitlik (3) kullanılarak hesaplanmıştır:

$$r_{11} = \frac{x_{11} - x_1^{\min}}{x_1^{\max} - x_1^{\min}} = \frac{108,0 - 82,8}{112,5 - 82,8} = 0,848$$

Normalize karar matrisi esas alınarak elde edilen korelasyon katsayı matrisi Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4

Korelasyon Katsayı Matrisi

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
K_1	1,000	0,556	0,026	-0,042	0,612	-0,335	-0,040	-0,048
K_2	0,556	1,000	-0,124	0,508	0,286	-0,266	-0,488	0,033
K_3	0,026	-0,124	1,000	0,645	-0,291	0,867	-0,615	0,964
K_4	-0,042	0,508	0,645	1,000	-0,247	0,586	-0,941	0,813
K_5	0,612	0,286	-0,291	-0,247	1,000	-0,728	-0,053	-0,279
K_6	-0,335	-0,266	0,867	0,586	-0,728	1,000	-0,416	0,837
K_7	-0,040	-0,488	-0,615	-0,941	-0,053	-0,416	1,000	-0,791
K_8	-0,048	0,033	0,964	0,813	-0,279	0,837	-0,791	1,000

Örneğin, K_1 kriterinin kendisi ile olan korelasyon katsayısı, Eşitlik (4) kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\rho_{11} = \frac{(0,848 - 0,618)^2 + \dots + (0,761 - 0,618)^2}{(0,848 - 0,618)^2 + \dots + (0,761 - 0,618)^2} = 1,000$$

Her kriterin C_j değeri Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5

Kriterlerin C_j Değeri

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
C_j	2,208	2,249	1,873	1,899	2,975	2,448	3,595	1,906

Örneğin, K_1 kriterine ait C_j değeri Eşitlik (6) kullanılarak hesaplanmıştır:

$$C_1 = 0,352[(1 - 1,000) + (1 - 0,556) + \dots + (1 + 0,048)] = 2,208$$

Her j kriterinin C_j değeri, tüm kriterlerin değerlerinin toplamına oranlanarak kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda kriter ağırlıkları Tablo 6' daki gibi elde edilmiştir.

Tablo 6

Kriterlerin Ağırlıkları

Kriterler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
Ağırlıklar (W)	0,115	0,117	0,098	0,099	0,155	0,128	0,188	0,100

Örneğin, K_1 kriterine ait ağırlık değeri Eşitlik (7) kullanılarak hesaplanmıştır:

$$w_j = \frac{2,208}{19,153} = 0,115$$

Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek ağırlık değeri Kişi Başına İşçilik Maliyeti (K_7) kriterine ait olup, bu kriterin toplam değerlendirme üzerindeki etkisinin diğer kriterlere kıyasla daha belirleyici olduğu anlaşılmaktadır. Bu kriteri sırasıyla Br. Ürün Verimliliği (K_5) ve Firma Başına Üretim (K_6) takip etmektedir. En düşük ağırlığa sahip kriterler ise İhracat Hacmi (K_3) ve Çalışan Başına Katma Değer (K_4) olmuştur. Bu dağılım, karar verme sürecinde daha değişken ve diğer kriterlerle daha az ilişkili olan kriterlerin daha yüksek ağırlıklar aldığını, yani karar yapısını daha fazla etkilediğini göstermektedir.

4.2 Alternatiflerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Sıralamalarının Belirlenmesi

Çalışma kapsamında belirlenen kriter ağırlıkları, CRITIC yöntemiyle hesaplandıktan sonra; alternatif sektörlerin performans değerlendirmesi GİA, TOPSIS, COPRAS, MOORA önem katsayısı yaklaşımı ve ARAS yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir yöntem, kendi algoritmasına göre alternatifleri değerlendirmiş ve sıralamıştır.

Tüm yöntemlerin alternatiflere ilişkin sıralamaları Tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7

Tüm Yöntemlerin Alternatiflere İlişkin Sıralamaları

	GİA		TOPSIS		COPRAS		MOORA Önem Katsayısı		ARAS	
	Γ_{0i}	Sıra	C_i^*	Sıra	Q_i	Sıra	y_i^*	Sıra	K_i	Sıra
A_1	0,082	2	0,289	4	0,208	2	0,193	2	0,601	3
A_2	0,060	5	0,265	5	0,170	4	0,120	4	0,491	5
A_3	0,083	1	0,401	3	0,196	3	0,170	3	0,621	2
A_4	0,080	3	0,664	1	0,263	1	0,243	1	0,706	1
A_5	0,070	4	0,411	2	0,164	5	0,085	5	0,517	4

Tablo 7’de yer alan bulgulara göre, farklı ÇKKV yöntemlerinden elde edilen sıralama sonuçları arasında genel bir benzerlik gözlenmiştir. Makine sektörü (A_4), TOPSIS, COPRAS, MOORA önem katsayısı ve ARAS yöntemlerinde birinci sırada yer alarak en yüksek performansı göstermiştir, sadece GİA yönteminde üçüncü sırada yer almıştır. Bu sonuç, Makine sektörünün analiz edilen kriterlerin genelinde benzer bir şekilde yüksek performans sergilediğini göstermektedir. Gıda sektörü (A_1), GİA, COPRAS ve MOORA önem katsayısı yöntemlerinde ikinci sırada, ARAS yönteminde üçüncü, TOPSIS’te ise dördüncü sırada yer almıştır ve sektörün genel olarak dalgalı bir performansa sahip olduğunu göstermektedir. Kimya sektörü (A_3), GİA’da birinci, diğer yöntemlerde ise ikinci veya üçüncü sıralarda yer almıştır. Tekstil (A_2) ve Mobilya (A_5) sektörleri ise tüm yöntemlerde son sıralarda yer almış ve zayıf bir performans göstermiştir. Genel olarak, tüm yöntemlerin sonuçları Makine sektörünün belirgin biçimde öne çıktığını, Tekstil ve Mobilya sektörlerinin ise sektörel performans açısından geride kaldığını ortaya koymaktadır.

4.3. Copeland Yöntemi ile Nihai Sıralamanın Bulunması

Farklı ÇKKV yöntemleriyle (GİA, TOPSIS, COPRAS, MOORA önem katsayısı, ARAS) elde edilen sıralamaların bütünleştirilmesi amacıyla bu çalışmada Copeland yöntemi uygulanmıştır.

Alternatifler arası ikili karşılaştırmalar sonucunda $S(i, j)$ matrisi Tablo 8’de gösterildiği gibi elde edilmiştir.

Tablo 8

 $S(i, j)$ Matrisi

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	-	5	2	1	4
A_2	0	-	0	0	2
A_3	3	5	-	1	4
A_4	4	5	4	-	5
A_5	1	3	1	0	-

Örneğin, $S(A_1, A_2)$ değeri her bir ÇKKV yönteminde A_1 ve A_2 alternatiflerinin sıralamalarının karşılaştırılmasıyla elde edilmiştir. Bu kapsamda, GİA, TOPSIS, COPRAS, MOORA önem katsayısı yaklaşımı ve ARAS yöntemlerinin her birinde A_1 alternatifi A_2 alternatifinden daha üst sırada yer almıştır. Dolayısıyla, beş yöntemin tamamında üstünlük sağlandığından $S(A_1, A_2) = 5$ olarak hesaplanmıştır.

Hangi alternatiflerin üstün olduğunu belirleyen $G(i, j)$ matrisi Tablo 9' da verilmiştir.

Tablo 9

 $G(i, j)$ Matrisi

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	-	1	-1	-1	1
A_2	-1	-	-1	-1	-1
A_3	1	1	-	-1	1
A_4	1	1	1	-	1
A_5	-1	1	-1	-1	-

Örneğin, $G(A_1, A_2) = 1$ değeri, A_1 alternatifinin kullanılan ÇKKV yöntemlerinin çoğunluğunda A_2 alternatifinden daha üst sırada yer aldığını göstermektedir. Diğer taraftan $G(A_1, A_3) = -1$ değeri, A_3 alternatifinin yöntemlerin çoğunda A_1 ' e göre daha üstün performans sergilediğini ifade etmektedir. Bu matris, alternatiflerin kazanç ve kayıplarının özetlenmesini sağlayarak Copeland skorlarının hesaplanmasına temel oluşturmaktadır.

Uygulanan Copeland yöntemi sonucunda sektörlerin nihai sıralaması Tablo 10' da verilmiştir.

Tablo 7

CRITIC Tabanlı Copeland Yöntemi ile Nihai Sıralama

	<i>GP</i>	<i>YP</i>	<i>CP</i>	COPELAND Sıra
A_1	2	-2	0	3
A_2	0	-4	-4	5
A_3	3	-1	2	2
A_4	4	0	4	1
A_5	1	-3	-2	4

Elde edilen sonuçlara göre, Makine sektörü (A_4), tüm yöntemlerdeki üstünlüğünü Copeland analizinde de koruyarak en yüksek performansa sahip sektör olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, yöntemin alternatifler arasındaki tutarlı üstünlük ilişkilerini başarıyla yansıttığını göstermektedir. Kimya sektörü (A_3), ikinci sırada yer alarak özellikle verimlilik odaklı kriterlerdeki güçlü performansını korumuş ve diğer yöntemlerin sıralamalarıyla uyumlu bir şekilde değerlendirilmiştir. Gıda sektörü (A_1), orta sıralarda yer alarak bazı yöntemlerde öne çıkmasına karşın genel olarak istikrarsız performans sergilemiş; Tekstil (A_2) ve Mobilya (A_5) sektörleri ise tüm yöntemlerde düşük performans göstermeleri nedeniyle son sıralarda yer almıştır. Copeland yöntemi ile elde edilen nihai sıralama, farklı yöntemlerin çıktılarını bütüncül bir yaklaşımla birleştirerek karar vericiye tek ve tutarlı bir sıralama sunmakta; çoklu yöntemlerin oluşturduğu olası çelişkilerin önüne geçmektedir. Bu yönüyle, özellikle sektörel karşılaştırmalarda tercih edilebilirliği yüksek, nesnel ve pratik bir yöntemdir.

5. Duyarlılık Analizi

Bu bölümde, çalışmanın bulgularının kriter ağırlıklarına duyarlılığını test etmek için duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu kapsamda, CRITIC tabanlı temel ağırlıklar iki alternatif senaryo ile sınanmıştır. Birincisi, verinin dağılımına dayalı Entropi ağırlıkları ve ikincisi varsayımsal tarafsızlığı temsil eden Eşit Ağırlık yöntemidir. Her senaryoda GİA, TOPSIS, COPRAS, MOORA önem katsayısı ve ARAS yöntemi sıralamaları elde edilerek Copeland yöntemi ile tek bir nihai sıralamaya dönüştürülmüştür. Bu çalışmada Spearman sıra korelasyon değeri, farklı

ağırlıklandırma senaryoları altında elde edilen sıralamaların birbirleriyle olan ilişkisini ve benzerlik düzeyini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır.

Kriter ağırlıkları Tablo 11' de verilmiştir. Entropi yönteminin ayrıntılı işlem adımları Wang ve Lee tarafından 2009 yılında yürütülen çalışmada verilmiştir. Eşit ağırlık yöntemi için her kritere eşit ağırlık verilmiştir.

Tablo 8

Farklı Yöntemlerle Kriter Ağırlıkları

	CRITIC Yöntemi	Entropi Yöntemi	Eşit Ağırlık Yöntemi
	W	W	W
K_1	0,115	0,004	0,125
K_2	0,117	0,000	0,125
K_3	0,098	0,072	0,125
K_4	0,099	0,088	0,125
K_5	0,155	0,586	0,125
K_6	0,128	0,071	0,125
K_7	0,188	0,036	0,125
K_8	0,100	0,143	0,125

Entropi ve Eşit Ağırlık Yöntemi ile bulunan ağırlıklar GİA, TOPSIS, COPRAS, MOORA önem katsayısı yaklaşımı ve ARAS yöntemlerinde kullanılmıştır. Tablo 12' de sektörlerin CRITIC, Entropi ve Eşit Ağırlık ağırlıklandırma yöntemleri kullanılarak elde edilen sıralama sonuçları, Copeland yöntemi aracılığıyla bütüleştirilmiş ve nihai sıralamalar ortaya konulmuştur.

Tablo 9

Nihai Copeland Sıralamaları

	CRITIC Tabanlı Copeland		Entropi Tabanlı Copeland		Eşit Ağırlık Tabanlı Copeland	
	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra
A_1	0	3	-2	4	0	3
A_2	-4	5	-4	5	-2	4
A_3	2	2	0	3	2	2
A_4	4	1	4	1	4	1
A_5	-2	4	2	2	-4	5

Tablo 13' te CRITIC, Entropi ve Eşit Ağırlık yöntemleri ile elde edilen Copeland sıralamaları arasındaki benzerlik Spearman Sıra Korelasyonu ile gösterilmiştir.

Tablo 13

Spearman Sıra Korelasyonu Değerleri

	CRITIC Tabanlı Copeland	Entropi Tabanlı Copeland	Eşit Ağırlık Tabanlı Copeland
CRITIC Tabanlı Copeland	1	0,7	0,9
Entropi Tabanlı Copeland	0,7	1	0,4
Eşit Ağırlık Tabanlı Copeland	0,9	0,4	1

Tablo 13 incelendiğinde, birbirine en yakın sıralamalar 0,9 korelasyon katsayısı ile CRITIC Tabanlı Copeland ve Eşit Ağırlık Tabanlı Copeland yöntemlerinden elde edilen sıralamalar olmuştur. 0,4 korelasyon katsayısı ile Entropi Tabanlı Copeland ve Eşit Ağırlık Tabanlı Copeland yöntemlerinden elde edilen sıralamaların birbirinden en farklı sıralamalar olduğu görülmüştür.

6. Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada, Türkiye'deki gıda, tekstil, kimya, makine ve mobilya sektörlerinin verimlilik ve yatırım potansiyeli, CRITIC tabanlı ÇKKV yöntemleriyle nesnel olarak değerlendirilmiştir. Bulgular, makine sektörünün kullanılan beş ÇKKV yönteminin dördünde birinci, birinde ise ikinci sırada yer alarak en yüksek

performansı sergilediğini ortaya koymaktadır. Kimya sektörünün çoğu yöntemde ikinci sırada yer alması, bu sektörün de üretim kapasitesi ve katma değer odaklı kriterler açısından güçlü bir alternatif olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, tekstil ve mobilya sektörlerinin çoğu yöntemde alt sıralarda yer alması, bu sektörlerin özellikle verimlilik ve ihracat temelli kriterlerde görece daha zayıf bir performans sergilediğine işaret etmektedir.

Copeland yöntemi ile elde edilen nihai sıralamalar, farklı yöntemlerden ortaya çıkan farklılıkları azaltarak karar vericilere tek ve tutarlı bir değerlendirme sunmuştur. Özellikle makine sektörü tüm yöntemlerde istikrarlı bir şekilde en üst sırada yer almıştır. Bu durum makine sektörünün yatırım için stratejik açıdan öncelikli olduğunu desteklemektedir. Kimya sektörünün güçlü performansı da, ihracat kapasitesinin ve katma değer üretiminin öne çıkan bir alternatif olduğunu göstermektedir.

Duyarlılık analizi bulguları, farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin sıralama sonuçları üzerinde kısmen farklılık yarattığını göstermiştir. CRITIC ve Eşit Ağırlık yöntemleri arasında 0,9 gibi oldukça yüksek bir korelasyon katsayısı elde edilmiştir. Bu da sonuçların ağırlıklandırma yaklaşımından bağımsız olarak tutarlı olduğunu göstermektedir. Entropi tabanlı ağırlıklandırma ile elde edilen sonuçlar ise daha farklı bir dağılım göstermiş olup, özellikle mobilya sektörünü öne çıkarmıştır. Bu durum, kriterlerin varyans ve bilgi içeriğine dayalı ağırlıklandırma yaklaşımının sıralamalarda daha belirgin etkiler yarattığını göstermektedir.

Elde edilen bulgular bütüncül olarak değerlendirildiğinde, makine sektörünün üretim kapasitesi, katma değer oluşturma potansiyeli ve ihracata katkısı açısından güçlü bir performans sergilediği görülmektedir. Ayrıca bu sektörün sanayi ekosistemi içerisindeki ileri ve geri bağlantıları, yatırım kararları açısından önemli bir çarpan etkisi yaratabilecek bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, makine sektörüne yönelik yatırımların yalnızca sektörel düzeyde değil, aynı zamanda genel ekonomik büyüme ve sanayi politikaları açısından da stratejik bir rol üstlenebileceğine işaret etmektedir.

Yatırımcı perspektifinden bakıldığında, makine sektörünün orta ve uzun vadeli yatırımlar açısından istikrarlı ve sürdürülebilir bir alternatif sunduğu söylenebilir. Özellikle teknoloji yoğun üretim yapısının güçlendirilmesi ve ihracat odaklı büyüme stratejileriyle desteklenmesi durumunda, sektörün rekabet gücünün daha da artacağı değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, çalışmada sunulan bütünsel ÇKKV yaklaşımı, yatırımcıların sektörler arasında karşılaştırmalı değerlendirme yapmalarına olanak tanıyarak daha rasyonel ve veri temelli yatırım kararları alınmasına katkı sağlamaktadır.

Kamu politikaları açısından değerlendirildiğinde ise, makine sektörünün yüksek yatırım potansiyeline sahip olması, bu sektöre yönelik teşvik mekanizmalarının ve destekleyici sanayi politikalarının önemini ortaya koymaktadır. Özellikle Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi, teknoloji yatırımlarının teşvik edilmesi ve

nitelikli işgücünün geliştirilmesine yönelik politikalar, sektör performansını daha ileriye taşıyabilecek temel unsurlar olarak değerlendirilmektedir. Bu yönüyle çalışma, politika yapımcılar için sektörel önceliklerin belirlenmesinde kullanılabilir analitik bir karar destek çerçevesi sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma Türkiye'deki sanayi sektörlerinin yatırım potansiyelini çok kriterli ve bütünlük bir yaklaşımla ele alarak literatüre hem metodolojik hem de uygulamaya yönelik katkılar sağlamaktadır. Özellikle makine sektörü özelinde elde edilen bulgular, yatırımcılar ve karar vericiler için yol gösterici niteliktedir. Çalışma, 2024 yılı TÜİK verileri ve belirlenen sekiz kriter ile sınırlı olup, kriter setindeki değişiklikler veya farklı yıllara ait verilerin kullanılması sonuçları etkileyebilir. Gelecek çalışmalarda, farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin karşılaştırılması ve dinamik veri setlerinin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca, yeşil üretim, dijitalleşme ve sürdürülebilirlik göstergeleri gibi ek kriterlerin analize dâhil edilmesi, yatırım kararlarının daha bütüncül bir çerçevede değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Araştırmacıların Katkısı

Bu araştırmada; Tutku KILINÇ ERARSLAN çalışma fikrinin oluşturulması, literatür taramasının yapılması, verilerin toplanması, yöntemlerin uygulanması ve makalenin yazılması; Hülya TORUN yöntemsel çerçevenin oluşturulması ve makalenin kontrolü; Lale ÖZBAKIR çalışmanın geliştirilmesi ve makalenin kontrolü konularında katkı sağlamışlardır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Akgül, E. F., Akdamar, E. ve Gögebakan, M. (2024). Merchant fleet performance of Türkiye: A CRITIC-based TOPSIS approach. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 10(2), 435-445. Doi: <https://doi.org/10.28979/jarnas.1440709>

Aksoy, E., Ömürbek, N. ve Karaatlı, M. (2015). AHP temelli MULTIMOORA ve COPRAS yöntemi ile Türkiye Kömür İşletmeleri'nin performans değerlendirmesi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(4), 1-28. Doi: <https://doi.org/10.17065/huiibf.10920>

Arslan, R. ve Bircan, H. (2020). Çok kriterli karar verme teknikleriyle elde edilen sonuçların COPELAND yöntemiyle birleştirilmesi ve

karşılaştırılması. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 27(1), 109-127. Doi: <https://doi.org/10.18657/yonveek.540125>

Ayaydın, H., Shirzadı, S. A., Balıkçı, H. C., Sharabati, A. A. A. ve Barut, A. (2025). Entropy-based VIKOR and TOPSIS approaches for financial performance ranking: evidence from Turkish cement companies listed on Borsa Istanbul. *Quality & Quantity*, 1-23. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11135-025-02494-z>

Brauers, W. K. ve Zavadskas, E. K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and cybernetics*, 35(2), 445-469. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/228345226_The_MOORA_method_and_its_application_to_privatization_in_a_transition_economy

Brodny, J. ve Tutak, M. (2023). The level of implementing sustainable development goal" Industry, innovation and infrastructure" of Agenda 2030 in the European Union countries: Application of MCDM methods. *Oeconomia Copernicana*, 14(1), 47-102. Doi: <https://doi.org/10.24136/oc.2023.002>

Copeland, A. H. (1951). A reasonable social welfare function. Seminar on Applications of Mathematics to Social Sciences, University of Michigan. Ann Arbor.

Cui, Z., Taiwo, O. L. ve Aaron, P. M. (2024). An application of AHP and fuzzy entropy-TOPSIS methods to optimize upstream petroleum investment in representative African basins. *Scientific reports*, 14(1), 6956. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57445-9>

Çetin, B. ve Kuvat, Ö. (2022). Türkiye’de ekonomik göstergeler açısından düzey 2 bölgelerinin geliştirilmiş ENTROPİ ve CRITIC temelli COPRAS yöntemi ile sıralanması. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(1), 11-36. Doi: <https://doi.org/10.52791/aksarayıibd.1008201>

Diakoulaki, D., Mavrotas, G. ve Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770. Doi: [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H)

Geyik, S. K., Satman, M. H. ve Kalyoncu, G. (2022). G20 ülkelerinin Covid-19 pandemisi ile mücadele performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, (37), 27-52. Doi: <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1161945>

Gupta, D., Parikh, A., Datta, T. K., Gupta, D., Parikh, A. ve Datta, T. K. (2021). A multi-criteria decision-making approach to rank the sectoral stock indices of national stock exchange of India based on their performances. *National Accounting Review*, 3(3), 272-292. Doi: <https://doi.org/10.3934/NAR.2021014>

- Hwang, C. L. ve Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. In *Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey* (pp. 58-191). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Işık, F. (2023). OECD ülkelerinin rekabet performansının entropi Tabanlı GİA yöntemiyle değerlendirilmesi. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 6(4), 1214-1230. Doi: <https://doi.org/10.33712/mana.1343883>
- İnkaya, A. ve Masca, M. (2025). Analysis of agricultural performance of BRICS countries and Türkiye with CRITIC-based grey relational analysis method. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 596-618. Doi: <https://doi.org/10.30784/epfad.1635472>
- Ju-Long, D. (1982). Control problems of grey systems. *Systems & Control Letters*, 1(5), 288-294. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0167-6911\(82\)80025-X](https://doi.org/10.1016/S0167-6911(82)80025-X)
- Kaklauskas, A., Zavadskas, E. K. ve Raslanas, S. (2005). Multivariant design and multiple criteria analysis of building refurbishments. *Energy and Buildings*, 37(4), 361-372. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.07.005>
- Kenger, M. D. ve Organ, A. (2017). Banka personel seçiminin çok kriterli karar verme yöntemlerinden entropi temelli ARAS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(4), 152-170. Doi: <https://doi.org/10.30803/adusobed.336215>
- Kocadüz, B. (2023). *Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin entropi temelli ağırlıklandırma yöntemi üzerinden finansal performanslarının TOPSIS, ARAS ve COPRAS ile analizi (Borsa İstanbul'da uygulama)* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Türkiye. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Özcan, A. ve Ömürbek, N. (2020). Bir demir çelik işletmesinin performansının çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (8), 77-98. Doi: <https://doi.org/10.21733/ibad.714295>
- Özekenci, E. K. (2023). Analysis of metropolitan cities export performance in Turkey by integrated MCDM methods. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (34), 89-118. Doi: <https://doi.org/10.15182/diclesosbed.1273617>
- Stanujkic, D., Djordjevic, B. ve Djordjevic, M. (2013). Comparative analysis of some prominent MCDM methods: A case of ranking Serbian banks. *Serbian Journal of Management*, 8(2), 213-241. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/258847605_Comparative_analysis_of_some_prominent_MCDM_methods_A_case_of_ranking_Serbian_banks
- Süzülmüş, S. (2025). Tekstil sektöründe CRITIC temelli COPRAS ve MABAC yöntemleri ile finansal performans değerlendirilmesi. *Bingöl Üniversitesi*

Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (BUSBED), 15(29), 214-234. Doi: <https://doi.org/10.29029/busbed.1581938>

Teker, S., Azkeskin, S. A. ve Aladağ, Z. (2024). Enerji sürdürülebilirliğinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile ölçülmesi ve Copeland yöntemi ile bütünleştirilmesi: OECD ülkeleri üzerine bir çalışma. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 20(4), 871-895. Doi: <https://doi.org/10.17130/ijmeb.1440773>

Wang, T. C. ve Lee, H. D. (2009). Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights. *Expert systems with applications*, 36(5), 8980-8985. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.11.035>

Wang, C. N., Nguyen, T. T. M., Nhieu, N. L. ve Chung, Y. C. (2025). Performance evaluation of Vietnamese industrial goods and services during and post-COVID-19 era based on multi-criteria decision-making methods. *PLoS One*, 20(5), e0323764. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0323764>

Wu, H. H. (2002). A comparative study of using grey relational analysis in multiple attribute decision making problems. *Quality Engineering*, 15(2), 209-217. Doi: <https://doi.org/10.1081/QEN-120015853>

Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159-172. Doi: <https://doi.org/10.3846/tede.2010.10>