

Petrol Ürünleri Tüketim Performanslarının Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırılmış VIKOR Yöntemi ile Değerlendirilmesi: Bir Üretim ve Lojistik Perspektifi

Evaluation of Petroleum Products Consumption Performances with Improved CRITIC Weighted VIKOR Method: A Production and Logistics Perspective

Osman YAKIT¹

Öz

Amaç: Çalışmanın amacı, yedi alternatif bölgenin petrol ürünleri tüketim performanslarını Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırılmış VIKOR Yöntemi ile değerlendirmek ve değerlendirme sonuçlarının Dünya ham petrol, kondensat üretimi ve lojistiği ile ilişkisini açıklamaktır.

Tasarım/Yöntem: Kriter ağırlıkları; birbirleriyle karşılaştırmak için Entropi, Geleneksel CRITIC ve Geliştirilmiş CRITIC yöntemlerine göre belirlenmiş ve Geliştirilmiş CRITIC Yöntemi ağırlık değerleri VIKOR yönteminde kullanılarak alternatiflere ait tüketim performans sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: VIKOR Yöntemi uzlaşma çözüm kümesi olarak, ilk üç sırada sırasıyla Afrika'nın, Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS)'nin ve Güney ve Orta Amerika'nın ve Q_i değerleri kullanılarak elde edilen sıralamada 4., 5., 6. ve 7. sıra olarak sırasıyla Avrupa'nın, Orta Doğu'nun, Kuzey Amerika'nın ve Asya Pasifik'in yer aldığı temel bulgusuna ulaşılmıştır.

Sınırlılıklar: Çalışmada altı farklı petrol ürün grubu örneklem olarak değerlendirilmiştir. Örneklem dışında kalan diğer petrol ürün grupları ve diğer faktörler (fiyat, kalite vb.) de ilgili tüketim performansını etkileyebilecektir. Bu durum çalışmanın bir sınırlılığı olarak değerlendirilebilir.

Özgünlük/Değer: Çalışmanın özgün değeri, kriter ağırlıklarının üç farklı yöntemle göre belirlenmesi ve VIKOR Yönteminin ham petrol, kondensat ve petrol ürünleri tedarikçilerine fayda sağlayacak şekilde kullanılmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Üretim Yönetimi, Lojistik Yönetimi, Çok Kriterli Karar Verme, Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi, VIKOR Yöntemi.

Abstract

Purpose: The aim of the study is to evaluate the petroleum product consumption performances of seven alternative regions using the Improved CRITIC Weighted VIKOR Method and to explain the relationship of the evaluation results with the World crude oil, condensate production and its logistics.

Design/Methodology: Criteria weights were determined according to Entropy, Traditional CRITIC and Improved CRITIC methods to compare with each other and the consumption performance ranking of the alternatives was performed by using the Improved CRITIC Method weight values in the VIKOR method.

Findings: As the VIKOR Method consensus solution set, were reached basis findings that to be Africa, Commonwealth of Independent States (CIS) and South and Central America were in the first three places, respectively, and in the rank that is obtained by using Q_i values to be Europe, Middle East, North America and Asia Pacific were in the 4th, 5th, 6th and 7th places, respectively.

Limitations: Six different petroleum product groups were appreciated as sample in the study. Other petroleum product groups and other factors (price, quality, etc.) excluded from the sample will also be able to influence consumption performance. This situation can be considered a limitation of the study.

Originality/Value: The unique value of the study is that the criteria weights are determined according to three different methods, and the VIKOR Method is used in a way that would be benefit the suppliers of crude oil, condensate and petroleum products.

Keywords: Production Management, Logistics Management, Multi-Criteria Decision Making, Improved CRITIC Weighting Method, VIKOR Method.

¹Öğr. Gör. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik, osmanyakit@gmail.com,
ORCID: 0000-0001-8353-9164

1. GİRİŞ

Enerji kaynaklarının dağılımı geçmişte de günümüzde de hiç güncelliğini yitirmeyen konuların başında gelmektedir. Demir (2021), tarih boyunca devletlerin birbirleri ile olan ilişkilerinde enerji kaynaklarının bölüşümü ve bu kaynakların yönetilmesi durumunun zaman zaman iş birliğine ya da çatışmaya temel oluşturduğunun birçok olayda gözlemlenebileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte, Dünya'daki nüfusun hızla artması ve bu artışın oluşturduğu daha dinamik özellikteki ticari yapı da, ülkeler arası ilişkilerin ve dış ticaret politikalarının önemini içinde bulunduğumuz zamanda daha belirgin hale getirmiştir. Bu durum, tedarik zincirleri içerisinde yer alan paydaşların gerçekleştirecekleri ticari faaliyetlerin alternatifsel yönü ve miktarı noktasında çok sayıda tercihin meydana gelmesine neden olmuş ve özellikle nüfus artışına bağlı olarak artan talebin karşılanması amacıyla birçok işletmeyi mevcut kapasitelerini arttırarak kitle üretimi gerçekleştirme noktasına çekmiştir. Bu değişimlerin bir sonucu olarak; petrolün işlenmesi ile elde edilen bazı yan ürünlerin, özellikle lojistik operasyonlarında kullanılan araçlar ve sanayi başta olmak üzere birçok alanda eskiye göre daha yoğun kullanıma durumu söz konusu olmuştur.

Kitle üretiminin her geçen gün arttığı Dünya'da enerji kaynaklarının ne şekilde işlenip nihai mamuller haline getirildiği ve bu kaynakların coğrafi dağılımı biçimindeki konular, üzerinde önemle durulması gereken bir yapıya sahiptir. Hiç kuşkusuz firelerden uzak, en iyi biçimde işlenmiş bir enerji kaynağı fayda sağlama noktasında yüksek öneme sahip olacaktır. Bu özelliklere sahip enerji kaynaklarının en önemlilerinden birisi ise petroldür. Petrolün bu şekilde işlenmesi, ülkeler için daha uzun süreli enerji ihtiyacının karşılanması anlamına gelmektedir. Kuleli (1981) petrolün; bir kilogramının yandığında 10500 kcal ısı verdiğini, tüketiminin ve taşınmasının kolay olduğunu ifade ederek 1980 yılı itibarıyla, Dünya enerji ihtiyacının %43'ünü karşılamak suretiyle bu ihtiyacı giderme noktasında en büyük yükü taşıdığını vurgulamıştır. Petrol kaynaklarının yeryüzündeki dağılımının çeşitli olması petrolü işleyecek petrol rafinelerinin de farklı coğrafyalarda kurulmasına neden olmuş ve böylece Dünya genelinde farklı işlem performanslarına sahip petrol rafineleri mevcudiyeti söz konusu olmuştur. Petrol rafinelerinin Dünya üzerindeki dağılım yapısı petrol ürünlerinin tüketimini etkileyen bir unsurdur. Lojistik faaliyetlerin getireceği maliyet yükü petrol fiyatlarına yansımakta ve bu durum anılan dağılım yapısı ile birlikte değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada, petrolden elde edilen ürün gruplarına göre Dünya genelindeki bölgesel petrol ürünleri tüketim performanslarının değerlendirilmesi noktasında Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi (G_1CAY) ile çalışmaya konu kriterlerin ağırlıkları hesaplanarak kriterlerin etki boyutunun ortaya konulması amaçlanmıştır daha sonra ise VIKOR Yöntemi uygulanarak alternatifler sıralanmıştır. Diğer yandan, ek olarak G_1CAY 'nin bazı Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi (EAY) işlem adımları ile bazı Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi ($G_T CAY$) adımlarını bünyesinde barındırdığı yani bu iki yöntemden izler taşıdığı dikkate alınarak, $G_T CAY$ ve EAY yöntemlerine ait geri kalan adımlar da uygulanmış ve böylece üç farklı yöntemle ait ağırlık değerleri elde edilmiştir. Bu çalışma Giriş bölümünden sonra sırasıyla Literatür Taraması, Yöntem, Uygulama, Bulgular ve Sonuç bölümlerinden oluşmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

İlgili literatürde CRITIC ve VIKOR yöntemlerinin birlikte konu edinildiği çok sayıda eser ile karşılaşılması olasıdır. Anılan bu iki yöntemin ilgili literatürde; Tedarik Zinciri Yönetimi (Amin vd., 2022; Yang vd., 2022; Mahmood vd., 2023), enerji (Elsotahy vd., 2023; Tripathi vd., 2023; Saraji vd., 2023), firmalara ait performans değerlendirmeleri (Kumaran, 2022; Ghosh vd., 2023; Akdamar vd., 2024), çevre (Weng & Yang, 2022; Zhang vd., 2024), yer seçimi (Tabak vd., 2019; Feng vd., 2023), turizm stratejilerini sıralama (Raad, 2019), yalın pazarlama stratejileri geliştirme (Gao vd., 2022), ürün görünümlerini sıralama (Alrababah & Gan, 2023), video platformlarına ait memnuniyet düzeylerini değerlendirme (Qi vd., 2024), işlem parametrelerine ait ayarların kombinasyonunu öngörme (Yupapin vd., 2023), deniz altı boru hatlarına ait risk yönetimi (Li vd., 2022) hususlarında kullanıldığı neticesine ulaşılmıştır. Bu eserlere ait detaylar sırasıyla şu biçimde açıklanabilir:

Amin vd. (2022); sürdürülebilir tedarik zinciri risklerini, yeni bir bulanık VIKOR-CRITIC tekniği kullanarak değerlendirmeyi amaçlamışlar, bu amaı gerçekleştirmek için dört lojistik şirketi seçip otuz kriter belirlemişler, bu otuz kriteri dört risk kategorisine ayırmışlar ve elde ettikleri bulgulara göre, bu dört risk kategorisinden biri olan Organizasyonel Riskler'in dikkate alınması gereken en önemli risk grubu olduğu ve çevresel tehlikelerin ise en az etkiye sahip olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır. Yang vd. (2022); akıllı cihazları Dünya çapında internet üzerinden dâhil etmek için var olan bir platform olarak tanımladıkları Nesnelerin İnterneti (IoT)'nin, q-Basamaklı Ortoift Bulanık Kümeler (q-ROFS'ler) ortamında Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi'ni uygulayabilmek amaçıyla zorluklarını değerlendirmek ve CRITIC ile VIKOR yöntemlerini de kullanarak önerdikleri q-ROF-CRITIC-VIKOR ismine sahip bütünleşik çerçevenin pratik yönünü vurgulamak üzere bir vaka çalışması ele almışlardır. Mahmood vd. (2023), Tedarik Zinciri Yönetimi'nde karmaşık q-basamaklı ortoift normal bulanık (CQRONF) bilgilerin rolünü ve katılımını çözümlenmeyi amaçlamışlar, ayrıca ilgili duyarlılık analizinin kontrolünü gerçekleştirmek amaçıyla CRITIC ve VIKOR yöntemlerinin yardımıyla CQRONF-CRITIC-VIKOR yöntemine ait olan ve yeni olarak belirttikleri bir teoriyi teşhis etmişlerdir.

Elsotohy vd. (2023); belirlenmiş bir süre dahilinde birden fazla ölçüm kullanarak en belirleyici olan güç kalitesi olguları için, bir nükleer araştırma reaktöründeki elektrik güç sistemine özgü olan güç kalitesi performansını değerlendirmeyi amaçlamışlar, bu amaç doğrultusunda CRITIC ve VIKOR yöntemlerini birleştirerek bir değerlendirme modeli meydana getirmişlerdir. Tripathi vd. (2023); çalışmalarında sürdürülebilirlik bakış açısından yenilenebilir enerji kaynaklarını önceliklendirmek maksadıyla, grup biçiminde olan bir çok nitelikli karar analizi modeli tavsiye etmeyi amaçlamışlar, Kriterler Arası Korelasyon Yoluyla Kriterlerin nemi (CRITIC), Sıra Toplamı (RS) ve sezgisel bulanık bilgi içeren VIşeKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) yaklaşımlarını bünyesinde barındıran IF-CRITIC-RS-VIKOR Modeli adlı bütünleşik bir karar alma yapısı önermişler ve elde ettikleri sonuçlara dayanarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirmesi için en önemli etmenlerin sırasıyla ekosistem üzerindeki etki, teknoloji maliyeti ve verimlilik olduğunu vurgulamışlardır. Saraji vd. (2023), kırsal alanlarda yenilenebilir enerji teknolojilerini benimsemenin zorluklarını araştırmışlar, anılan zorlukları gerçekleştirdikleri literatür taraması aracılığıyla tanımlamışlar, bu zorluklara ait önemleri belirlemek için Fermatean-CRITIC Yöntemi'ni kullanarak anılan zorlukları değerlendirmişler, dört bölge hkmet ofisini ağırlıklı zorluklara göre sıralamak için bir Fermatean-VIKOR Yöntemi uygulamışlar ve önerdikleri Fermatean-CRITIC-VIKOR Yöntemi'nin başarımını ağırlık değişikliklerine göre değerlendirmek amaçıyla bir duyarlılık analizi yürütmüşlerdir.

Kumaran (2022); muhasebe ve değer bazlı finansal ölçümleri kullanmak suretiyle, Suudi Hisse Senedi Piyasası'nda liste biçiminde yer alan IPO (Initial Public Offering – İlk Halka Arz) firmalarının performanslarını, IPO ncesi ve sonrası biçimindeki iki dönem için ampirik olarak değerlendirmiş ve anılan IPO firmalarına ait performans değerlendirmelerinin sıralamasını belirlemek için; nesnel bir ağırlıklandırma yöntemi olan CRITIC'i çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan VIKOR Yöntemi ile bütünleştiren belirli bir yaklaşım kullanmıştır. Ghosh vd. (2023); Hindistan'a özgü olan ve gıda işlemesi gerçekleştiren küçük ve orta ölçekli  işletmenin sahip olduğu gerçek durumlara dayalı şekilde Döngüsel Ekonomi (CE) performansını değerlendirmeyi amaçlamışlar, anılan amaç doğrultusunda geniş ve ayrıntılı olarak nitelendirilebilecek bir yapı önermişler, bir literatür incelemesi ve bir Delphi alışması yardımıyla on beş kriter belirleyerek ilgili kriterlere ait nesnel ağırlıkların elde edilmesi için CRITIC Yöntemi'nin, Gıda İşlemesi Gerçekleştiren Küçük ve Orta lekli İşletme'lerin başarımlarının tespit edilmesi ve bu başarım değerlerine göre sıralama gerçekleştirilebilmesi için VIKOR Yöntemi'nin kullanıldığı bir yaklaşım sunmuşlardır. Akdamar vd. (2024); çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak, Dünya linde en çok uğrak limanına sahip olan yirmi lkenin deniz ticareti performansını karşılaştırmışlar, Limanda Geçirilen Ortalama Süre, Gemilerin Ortalama Yaşı, Ortalama Gemi Boyutu, Gemi Başına Ortalama Kargo Taşıma Kapasitesi, Gemilerin Maksimum Kargo Taşıma Kapasitesi, Gemilerin Maksimum Boyutu olarak ifade edilebilecek altı kriteri CRITIC Yöntemi ile ağırlıklandırmışlar ve anılan ülkelerin ilgili performanslarını ise VIKOR Yöntemi'ni kullanarak sıralamışlardır. Weng & Yang (2022), Geliştirilmiş CRITIC-Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi'nin birleşik ağırlığına dayalı bir GRA-VIKOR Yöntemi önermiş ve bu yönteme ilişkin, in'deki kamu-özel sektör ortaklıklı ilk i su navigasyon projesi olan Xiaoqinghe Nehri Navigasyon Kurtarma Projesi'ne ait bir vaka çalışması gerçekleştirmiştir. Zhang vd. (2024); karbon emisyonu haklarının toplam miktarını tahmin ederken, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın hızla geliştiği senaryosunu kullanmışlar, Entropi

Ağırlıklandırma-TOPSIS ve CRITIC-VIKOR Yöntemleri ile birbirinden farklı bölgelerde yer alan karbon kotası tahsis oranlarını hesaplamışlardır.

Tabak vd. (2019); lojistik merkezlerinin en iyi yerlere konumlandırılması noktasında Ege ve İç Anadolu Bölgelerini birer pilot bölge olarak belirlemişler, bu bölgelerdeki yer seçimi için gerekli olan bilgilere anket çalışması gerçekleştirerek ulaşmışlar; Maliyet, Taşıma, Zaman, Merkeze Yakınlık, Topoloji, Yük Modeli adlarıyla ifade edilebilecek altı kritere ait ağırlık değerlerinin tespitinde CRITIC-AHP bütünsel yöntemini ve en uygun alternatif yer seçiminde ise VIKOR Yöntemi'ni kullanmışlardır. Feng vd. (2023), Acil Lojistik Merkezleri (Emergency logistics centers – ELCs)'ne ait yer seçimi probleminde çözüm getirmek amacıyla; Hastane Konumu, Kavşak Konumu, Otoyol Konumu, Kolej ve Üniversitelerin Konumu, Altyapı Konumu, Metro Konumu, Trafik Sıklığı Konumu, Demiryolu Konumu, Nüfus Yoğunluğu Dağılımı olarak ifade edilebilecek dokuz kriter belirleyip bu kriterlere ait mekânsal verilere ulaşmışlar, kriterlere ait normalize edilmiş katmanları Coğrafi Bilgi Sistemi'ni kullanarak meydana getirmişler, kriterlere ait ağırlıkları ise Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi-CRITIC bütünsel yöntemi ile tespit ettikten sonra ilgili yer seçimine ait uygunluk haritasını ağırlıklı bir üst üste bindirme analizi kullanarak elde etmişler ve ilgili alternatiflerin sıralamasını bulmada VIKOR Yöntemi'ni kullanmışlardır.

Raad (2019); İran'daki turizm sektörünün gelişimini önleyen en önemli problemleri ve engelleri tespit etmiş, bu engellerin aşılması için en etkili stratejilerin önerilmesi noktasında ilgili ağırlıkları CRITIC Yöntemi ile belirlemiş ve tüm stratejileri -yirmi yedi stratejiyi- VIKOR Yöntemi'ni kullanarak sıralamıştır. Gao vd. (2022); yalın pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi amacıyla, elektrik sektöründe yer alan müşterilerden indekslenmiş olan verilere ait ayrıntılı bir değerlendirme sistemi oluşturmuşlar ve bu sistem noktasında DEMATEL-CRITIC kombinasyon ağırlık atamasını ve VIKOR Yöntemi'ni kullanmışlardır. Arababah & Gan (2023); ürün görünümü sıralama sürecinde CRITIC-VIKOR yöntemini uygulamış ve bu yöntem kullanılarak sıralanan ürün görünümünün, muhtemel müşterilerin mantıklı birer satın alma kararı vermeleri için kılavuz olarak kabul edilebileceği sonucuna varmıştır. Qi vd. (2024); revaçtaki birçok Çin kısa video platformuna yönelik olarak kullanıcıların memnuniyetlerini, beklentilerini ve ihtiyaçlarını biçimlendiren ana etmenleri derinlemesine araştırmak amacıyla ve Yerleşik Teori'yi kullanarak, kullanıcılar ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmişler, farklı etmenlere geçerli ağırlıklar atamak ve revaçtaki platformlara ait memnuniyet düzeylerini değerlendirmek için CRITIC-VIKOR Yöntemi'ni kullanmışlardır. Yupapin vd. (2023); Tel Kesim Elektriksel Deşarj İşleme (WEDM) konusuna ilişkin olarak en iyi işleme özelliklerine ulaşmak amacıyla ve Kivılcım Akımı, Darbe Genişliği, Darbe Aralığı, Yıkama Akış Hızı, Tel Gerilimi ve Tel Besleme Hızı olarak ifade edilebilecek işlem parametrelerine ait ayarların kombinasyonunu öngörmek için Taguchi L27 ortogonal dizisini araç olarak kullanıldıkları bir CRITIC ağırlıklı VIKOR bütünsel yöntemi uygulamışlardır. Li vd. (2022); deniz altı boru hatlarının etkili risk yönetimi için sundukları yaklaşım ile farklı boru bölümlerinin riskini doğru bir biçimde ölçümlemek ve boru hattı risk faktörlerinin birbirleri arasındaki iç korelasyonu ve tutarsızlığı tespit etmek amacıyla, CRITIC Yöntemi'ni VIKOR Yöntemi ile bütünlendirmişler ve bu bütünlendirme noktasında risk indekslerinin ağırlığını atamak için CRITIC'i ve boru bölümlerinin önemini değerlendirmek için ise VIKOR'u kullanmışlardır.

İlgili literatür tarama sonuçlarından da anlaşılabileceği üzere; Tedarik Zinciri Yönetimi, enerji, firmalara ait performans değerlendirmeleri konularında üçer, çevre ve yer seçimi konularında ikişer, turizm stratejilerini sıralama, yalın pazarlama stratejileri geliştirme, ürün görünümünü sıralama, video platformlarına ait memnuniyet düzeylerini değerlendirme, işlem parametrelerine ait ayarların kombinasyonunu öngörme, deniz altı boru hatlarına ait risk yönetimi konularında ise birer çalışmaya rastlanmıştır. Buradan hareketle, petrolden elde edilen ürün gruplarına göre Dünya genelindeki bölgesel petrol ürünleri tüketim performanslarının değerlendirilerek coğrafi farklılıkların ortaya konulması noktasında geliştirilmiş CRITIC ağırlıklandırılmalı VIKOR yönteminin kullanılmasının ve ek olarak EAY ve G_T CAY ağırlık değerlerinin de ayrı ayrı hesaplanarak karşılaştırmalara konu edinilmesinin halihazırdaki literatüre katkı temin edeceği düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

Çalışmada ağırlıklandırma yöntemi olarak; çalışmanın iç dinamiğine uygun olacağı düşünülen, objektif nitelikli; ilgili ağırlıkların hesaplanmasında kriter veya faktörlerin mutlak korelasyon katsayılarının, standart sapmalarının ve entropik değerlerinin kullanılmasına imkân veren ve CRITIC Yöntemi -Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi (G_TCAY) olarak ta belirtilebilir.-'nin geliştirilmiş versiyonu olan Geliştirilmiş CRITIC Yöntemi -Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi (G₁CAY) olarak ta ifade edilebilir.- seçilmiştir.

3.1. Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi

CRITIC veya CRITIC Yöntemi olarak ta ifade edilebilecek olan Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'nin literatürde birbirinden farklı birçok tanımlaması bulunmakla birlikte bu tanımlamalardan bazıları şu biçimdedir:

CRITIC; karar kriteri bünyesindeki temel bilgiyi elde etmek için analitik test kullanan, korelasyona dayalı bir tekniktir (Zafar vd., 2021). CRITIC; kriterlerin her birinde bulunan bilgi miktarını belirten, nesnel kriter ağırlığına odaklanan kullanışlı bir çok kriterli karar verme yöntemidir (Abdel-Basset & Mohamed, 2020). Diakoulaki vd. (1995) ise, CRITIC Yöntemi'nin, çok kriterli karar verme problemlerinde göreceli öneme sahip objektif ağırlıkların tespit edilmesini amaçlayan bir yöntem olduğunu ifade etmiştir.

Tanımlar ışığında; Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi, kriterlere ait korelasyon katsayılarını bir araç olarak kullanan, objektif kriter ağırlığına odaklı olabilen, kriterlerin her birinde yer alan bilgi miktarını ifade edebilen ve göreceli önem belirten kriter ağırlıklarının elde edilmesini sağlayan bir çok kriterli karar verme yöntemi olarak tanımlanabilir. CRITIC Yöntemi'nin, ortaya atıldığı ilk çalışmanın; *Computers & Operations Research* adlı dergide yayınlanan ve Diakoulaki, Mavrotas & Papayannakis (1995) tarafından hazırlanmış olan *Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The CRITIC Method* ismine sahip makale çalışması olduğu bilinmelidir. Bu çalışmada Diakoulaki vd. (1995), CRITIC yöntemini tanımlarken çeşitli denklemler de kullanmıştır. Shi vd. (2020), bu yöntemin sadece bir indekste yer alan dalgalanmanın diğer endekste değişikliğe sebep olması biçiminde olan birbirinden farklı göstergeler arasındaki bağlantıyı yansıtmakla kalmadığını aynı zamanda veriler arasında yer alan karşıtlığın gücünü yani değerler arasındaki farkı da yansıtabildiğini vurgulamıştır. Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi Uygulama Adımları Tablo 1'de yer almaktadır:

Tablo 1: Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi Uygulama Adımları¹

Adım	Açıklama	Denklem	Kaynak	Denklem Numarası
1. Adım	Değerlendirilecek n tane örnek ve orijinal indeks veri matrisini meydana getirecek p tane faktör olduğu varsayılır.	$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{np} \end{pmatrix}$ Burada; $X_{i,j}$, i . örneğe ait j . faktörlerin değerini ifade eder.	Chen vd. (2022)	(1)
2. Adım	Farklı boyutların değerlendirme neticeleri üzerindeki etkisini yok etmek amacıyla tüm göstergeler için boyutsuz işlem gerçekleştirilmesi gerekir.	$x'_{ij} = \frac{x_j - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$ (fayda kriteri için)	Chen vd. (2022)	(2)
		$x'_{ij} = \frac{x_{\max} - x_j}{x_{\max} - x_{\min}}$ (maliyet kriteri için)		(3)
		$x'_{ij} = 1 - \frac{ x_j - x_{\text{best}} }{\max\{ x_j - x_{\text{best}} \}}$ (orta kriter için)		(4)
3. Adım	Bütün m alternatiflerine ait normalleştirilmiş değerleri ifade eden bir x_j vektörü oluşturulur.	$x_j = (x_{j(1)}, x_{j(2)}, \dots, x_{j(m)})$ Burada; anılan x_{ij} denklemindeki, x_{ij} ifadesi eşdeğer şekilde $x_{j(i)}$ olarak yazılır.	Ocampo vd. (2023)	(5)
4. Adım	Her x_j 'nin standart sapması hesaplanır.	$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{m}}$ Burada, $\bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ij}}{m}$ 'dir.	Ocampo vd. (2023)	(6)

5. Adım	R = $(r_{jk})_{n \times n}$ biçiminde simetrik bir matris oluşturulur. Burada; $j, k \in \{1, \dots, n\}$ olmak üzere, belirli bir formüle göre r_{jk} , x_j ve x_k isimli iki vektörün doğrusal korelasyon katsayısını gösterir.	$r_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \sum_{i=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}}$ Burada, $r_{jk} \in [-1, 1]$ dir. Açıkçası, $j = k$ olduğu zaman $r_{jk} = 1$ olur.	Ocampo vd. (2023)	(7)
6. Adım	Bilgi miktarını ifade eden C_j hesaplanır. C_j 'nin sahip olduğu daha yüksek bir değer, j kriterinin daha çok bilgi barındırdığı anlamına gelir.	$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - r_{jk})$	Ocampo vd. (2023)	(8)
7. Adım	Kriter ağırlıkları belirlenir.	$w_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^n C_k}$	Ocampo vd. (2023)	(9)

Kaynak: Chen vd. (2022); Ocampo vd. (2023).

¹: Ocampo vd. (2023) çalışmalarında; Chen vd. (2022)'nin ifade etmiş olduğu, örnek sayısını gösteren n yerine alternatif sayısını gösteren m 'i ve yine Chen vd. (2022)'nin ifade etmiş olduğu faktör sayısını gösteren p yerine ise, kriter sayısını gösteren n 'i kullanmış, Chen vd. (2022)'nin fayda kriteri için belirttiği normalizasyon denkleminde (Denklem (2)'de) yer alan ve x'_{ij} olarak belirtmiş olduğu normalize edilmiş değeri, bu denklem ile aynı mantığa sahip bir normalizasyon denkleminde x_{ij} olarak ifade etmiş, bu x_{ij} denkleminin; bu denklemde geçen $f_{j(i)}$ değerlerinin doğrusal bir normalizasyonunu tanımladığını vurgulamıştır. Bununla birlikte; Denklem (6) noktasında Ocampo vd. (2023), Diakoulaki vd. (1995)'nin standart sapma yerine entropi ya da varyans kullanımının da mümkün olduğunu ifade ettiğini belirtmiştir.

Ocampo vd. (2023)'nin Tablo 1'de Denklem (6) olarak ifade etmiş olduğu standart sapma formülü, ana kütle standart sapma formülüdür. Ana kütlelerden örneklem alınma durumu söz konusu olduğunda Denklem (6)'da yer alan ana kütle standart sapma formülü yerine örneklem standart sapma formülü kullanılmalıdır. Nitekim; Özsoy (2014), örnek -diğer bir adıyla örneklem- standart sapma formülünü şu şekilde ifade etmiştir:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (10)$$

Denklem (10)'da yer alan örneklem standart sapma formülü, yanına açıklama eklenerek bu çalışma için şu şekilde uyumlaştırılmıştır:

$$s_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{m-1}} \quad (\text{Burada, } \bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ij}}{m} \text{ 'dir.}) \quad (11)$$

Ana kütlelerden örneklem alınma durumu söz konusu olduğunda, Denklem (6) yerine Denklem (11) kullanılmalı ve Denklem (8)'deki σ_j 'nin yerini s_j almalıdır.

3.2. Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi

Wen vd. (2022)'nin çalışmasından anlaşılabileceği üzere; Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi (G_1CAY), içerisinde entropik değerleri barındıran, bu entropik değerleri kullanan bir yöntem olup bu entropik değerler ise, Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi (EAY)'nin içerisindeki adımlardan birinde hesaplanmaktadır. Dolayısıyla; G_1CAY 'dan bahsetmeden önce EAY'nin uygulama adımlarından bahsedilmelidir. Bu adımlar Tablo 2'de yer almaktadır:

Tablo 2: Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi Uygulama Adımları²

Adım	Açıklama	Denklem	Kaynak	Denklem Numarası
1. Adım	Yöntemin ilk adımı <i>Karar Matrisinin Oluşturulması</i> 'dir. Bu ilk adımda x_{ij} değerlerinden meydana gelen ve D harfi ile simgelenen karar matrisi meydana getirilir.	$D = \begin{bmatrix} A_1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ A_2 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ A_m & x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$ x_{ij} , i . alternatifi j . değerlendirme kriterine nazaran aldığı değerdir.	Ayçin (2023)	(12)

2. Adım	j indeksi altında bulunan i bloğunun katkı payı belirlenir.	$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$	Zhao vd. (2019)	(13)
		Burada X_{ij} , çeşitli göstergelere ait üst ve alt sınır matris elemanları ve m farklı blokların sayısıdır.		
3. Adım	Her şemanın indeks değerlerinin farklı göstergeler altındaki bilgi entropisi hesaplanır.	$E_j = -K \cdot \sum_{i=1}^m P_{ij} \cdot \ln(P_{ij})$	Zhao vd. (2019)	(14)
		Burada sabit katsayı olan $K = 1/\ln(m)$ 'dir.		
4. Adım	Blok değerlendirmede farklı indekslerin önemi belirlenir.	$d_j = 1 - E_j$	Zhao vd. (2019)	(15)
5. Adım	Her indekse ait ağırlık hesaplanır.	$W_{\beta j} = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$	Zhao vd. (2019)	(16)
		Burada; n , birbirinden farklı olan göstergelerin sayısıdır.		

Kaynak: Ayçin (2023); Zhao vd. (2019).

²: Zhao vd. (2019) çalışmalarında, kriter kelimesini karşılayan indeks veya gösterge kelimelerini ve alternatif kelimesini karşılayan blok kelimesini kullanmışlardır.

Zhao vd. (2019)'un Denklem (14)'te ifade etmiş olduğu E_j 'yi Wen vd. (2022), ilgili entropik değer olarak belirtmiştir. Wen vd. (2022), orjinal -geleneksel- CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'nin dezavantajlarını ve Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'ne ait formülü şu şekilde açıklamıştır:

Orijinal (geleneksel) CRITIC Yöntemi'nin aşağıda belirtildiği şekilde iki dezavantajı bulunmaktadır:

◆ Korelasyon katsayısını ifade eden r_{tj} pozitif ya da negatif olabilir. Aynı mutlak değere sahip korelasyon katsayısı, göstergeler arasında yer alan aynı korelasyon derecesini yansıtacaktır. Bu sebeple göstergeler arasında yer alan zıtlık kuvvetini yansıtırken, $(1 - r_{tj})$ şeklindeki orijinal (geleneksel) yöntem ifadesi yerine $(1 - |r_{tj}|)$ şeklindeki mutlak değerli ifadeyi kullanmak daha uygundur.

◆ İlgili CRITIC yöntemi, indeks verileri arasında yer alan zıtlık kuvvetini ve çatışmayı etkili bir biçimde dikkate alabilmesine rağmen, indeks verileri arasındaki dağılım derecesini dikkate almaz. Bu sebeple, indeks verileri arasında yer alan dağılım derecesini tam olarak dikkate almak amacıyla indeks δ_j olan entropik değer tanıtılmalı ve CRITIC yönteminin orijinal (geleneksel) formülü iyileştirilmelidir.

Geliştirilmiş CRITIC Yöntemi şu şekildedir:

$$W_j = \frac{(\sigma_j + \delta_j) \sum_{t=1}^n (1 - |r_{tj}|)}{\sum_{t=1}^n (\sigma_j + \delta_j) \sum_{t=1}^n (1 - |r_{tj}|)} \quad (17)$$

Formülde: δ_j , entropik değer metodu aracılığıyla belirlenen j indeksinin entropik değeridir; σ_j , j indeksine ait standart sapmadır ve $|r_{tj}|$, t indeksi ile j indeksi arasında yer alan korelasyon katsayısının mutlak değeridir.

Wen vd. (2022)'nin Geliştirilmiş CRITIC Yöntemi adıyla Denklem (17) olarak ifade ettiği formül sadece, Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'nde geçen Denklem (8) ve Denklem (9) olarak ifade edilmiş iki denklemin yerine kullanılması gereken bir formüldür. Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'nde yer alan ve Denklem (8)'den önce olan tüm adımlar, bu adımlarda yer alan tüm formüller ve Denklem (11) Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi için de geçerlidir. Bununla birlikte, Wen vd. (2022)'nin r_{tj} olarak ifade ettiği korelasyon katsayısını Ocampo vd. (2023) r_{jk} olarak belirtmiştir. Bu nedenle ve Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'nin uygulanmasının anlaşılmasında herhangi bir problem oluşmaması adına, anılan Denklem (8)'den önceki ilgili tüm adımlara, bu adımlarda yer alan ilgili tüm formüllere ve Denklem (11)'e tam uyum sağlanabilmesi amaçlanmıştır. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için; Denklem (17), bu çalışma için olası alternatifleri belirtme adına Tablo 3'te gösterildiği üzere iki şekilde uyumlaştırılmıştır:

Tablo 3: Geliştirilmiş CRITIC Yöntemine Ait Formülün Uyumlaştırılmış Halleri

Koşul	Denklem	Denklem Numarası
Anakütle geçerli olmak üzere	$w_j = \frac{(\sigma_j + \delta_j) \sum_{k=1}^n (1 - r_{jk})}{\sum_{k=1}^n (\sigma_j + \delta_j) \sum_{k=1}^n (1 - r_{jk})}$	(18)
Örneklem geçerli olmak üzere	$w_j = \frac{(s_j + \delta_j) \sum_{k=1}^n (1 - r_{jk})}{\sum_{k=1}^n (s_j + \delta_j) \sum_{k=1}^n (1 - r_{jk})}$	(19)

3.3. VIKOR Yöntemi

VIKOR, sistem tasarımının başlangıcında karar vericinin özellikle tercihlerini ifade edemediği veya ifade etmeyi bilmediği durumda ve çok kriterli karar vermede kullanışlı bir araçtır (Opricovic & Tzeng, 2004). VIKOR; uzlaşma programlarının bir türeği olarak incelenebilecek, ideale yakınlığı temsil eden bir toplama fonksiyonuna dayanan ve çok kriterli karar verme içerisinde yer alan bir yöntemdir. (Ou Yang vd., 2013). Ayçin (2023) VIKOR’u; temelinde, değerlendirme kriterlerinin hesaba katılıp karar alternatifleri arasında uzlaşık çözümün belirlenmesi olan bir yöntem olarak tanımlamıştır. Tanımlar ışığında; VIKOR Yöntemi, karar vericinin tercihlerini belirtmediği veya nasıl belirtebileceğini bilmediği durumlarda kullanılabilen ve kriterler ile alternatifler arasındaki uzlaşık çözüme ulaşmada ideale yakınlığı yansıtan bir toplama işlemini temel almakta olan bir çeşit çok kriterli karar verme yöntemi olarak tanımlanabilir.

Shekhovtsov & Saşabun (2020), VIKOR Yöntemi’nin TOPSIS Yöntemi’ne benzer şekilde mesafe ölçümlerine dayandığını belirtmiştir. Jahan vd. (2011), VIKOR yaklaşımındaki uzlaşmanın karşılıklı tavizler ile sağlanan bir anlaşma manasına geldiğini ve bu yaklaşımda yer alan uzlaşma sıralamasının ideal alternatife yakınlık ölçüsünün karşılaştırılması ile gerçekleştirildiğini vurgulamıştır. VIKOR yöntemine ilişkin olarak; Opricovic & Tzeng (2002) ise; alternatifler üretme, kriterler meydana getirme, kriter ağırlıklarını değerlendirme ve uzlaşma sıralama yöntemi olan VIKOR uygulamasından oluşan geliştirilmiş bir çok kriterli karar alma prosedürünü belirtmiş ve kalitatif -ölçülemez veya dilsel nitelikli- ya da eksik bilgiler ile baş etmek amacıyla deprem konusuna ilişkin bir bulanık çok kriterli model geliştirmiştir. Bununla birlikte; Opricovic & Tzeng (2004), uzlaşma sıralama algoritması olarak özelliklendirdiği VIKOR Yöntemi için birbirinden farklı J alternatiflerinin $a_1, a_2, \dots, a_j$ olarak ifade edildiğini, a_j alternatifi için i . durum değerlendirmesinin f_{ij} olarak belirtildiğini yani f_{ij} ’nin a_j alternatifi için i . kriter fonksiyonuna ait değer olduğunu ve n ’in ise kriter sayısı olduğunu belirtmiş ve bu yöntemin adımlarını açıklamıştır. VIKOR Yöntemi uygulama adımları Tablo 4 adıyla şu şekilde tablolştırılmıştır:

Tablo 4: VIKOR Yöntemi Uygulama Adımları³

Adım	Açıklama	Denklem	Kaynak	Denklem Numarası
1. Adım	Tüm kriter fonksiyonlarına ait en iyi f_i^* ve en kötü f_i^- değerleri belirlenir ($i = 1, 2, \dots, n$).	$f_i^* = \max_j f_{ij}$	Opricovic & Tzeng (2004)	(20)
		$f_i^- = \min_j f_{ij}$		(21)
1. Adım		$f_i^* = \min_j f_{ij}$	Karaman ve Çerçioğlu (2015)	(22)
		$f_i^- = \max_j f_{ij}$		(23)
Ara ve Öncül Adım	Normalize edilmiş değerler elde edilir.	$d_{ij}(f) = (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)$	Opricovic & Tzeng (2004)	(24)
2. Adım	İlişkilere göre S_j ve R_j değerleri hesaplanır ($j = 1, 2, \dots, J$).	$S_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)$	Opricovic & Tzeng (2004)	(25)
		$R_j = \max_i [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)]$		(26)
		Burada; w_i , kriterlere ait ağırlıklar olup bu kriterlerin göreceli önemini ifade eder.		

$$Q_j = v (S_j - S^*) / (S^- - S^*) + (1 - v) (R_j - R^*) / (R^- - R^*) \quad (27)$$

3. Adım İlişkilere göre Q_j değerleri hesaplanır ($j = 1, 2, \dots, J$). Burada; $S^* = \min_j S_j$, $S^- = \max_j S_j$, $R^* = \min_j R_j$, $R^- = \max_j R_j$ 'dir ve v , kriterlerin çoğunluğu (veya maksimum grup faydası) stratejisinin ağırlığı olarak tanıtılır. (Buradaki $v = 0,5$ 'dir.) Opricovic & Tzeng (2004)

Adım	Açıklama	Kaynak
4. Adım	Alternatifler; S , R ve Q değerlerine göre azalan düzende sıralanır. Elde edilen sonuçlar üç sıralama listesi şeklindedir.	Opricovic & Tzeng (2004)
5. Adım	Aşağıda yer alan iki koşul sağlanıyorsa, minimum Q ölçüsüne göre en iyi olarak sıralanan (a') alternatifi bir uzlaşma çözümü olarak önerilir: Koşul-1) Kabul Edilebilir Avantaj: Bu koşul, $Q(a'') - Q(a') \geq DQ$ şeklindedir. Burada; a'', Q''ya göre olan sıralama listesinde ikinci sıraya karşılık gelen alternatiftir. $DQ = 1 / (J - 1)$ ve J, alternatif sayısıdır. Koşul-2) Karar Almada Kabul Edilebilir İstikrar: a' alternatifi aynı zamanda S ve/veya R tarafından en iyi olarak sıralanmış olmalıdır. <i>Çoğunluk kuralına göre oylama</i> ($v > 0,5$ olması gerektiğinde) veya <i>konsensüs ile</i> ($v \approx 0,5$) ya da <i>veto ile</i> ($v < 0,5$) biçimlerinde olabilen bu uzlaşma çözümü bir karar alma süreci bünyesinde istikrarlıdır. Burada; v, kriterlerin çoğunluğu (veya maksimum grup faydası) karar verme stratejisinin ağırlığıdır. Koşullardan biri sağlanmaz ise, şunlardan meydana gelen bir uzlaşma çözümleri kümesi önerilir: • Yalnızca <i>Koşul-2</i> sağlanmazsa -yalnızca <i>Koşul-1</i> sağlanırsa; a' ve a'' alternatifleri, veya • <i>Koşul-1</i> sağlanmazsa -yalnızca <i>Koşul-2</i> sağlanırsa; a', a'', ..., $a^{(M)}$ alternatifleri uzlaşma çözümü olarak önerilir ve $a^{(M)}$ alternatifi, maksimum M değeri yönünden $Q(a^{(M)}) - Q(a') < DQ$ bağıntısına göre belirlenir.	Opricovic & Tzeng (2004)

Kaynak: Opricovic & Tzeng (2004); Karaman ve Çerçioğlu (2015).

³: Karaman ve Çerçioğlu (2015); VIKOR Yöntemi'nin yukarıda yer alan Tablo 4'teki dördüncü adımına karşılık gelen VIKOR aşamasında, "Elde edilen S , R ve Q değerleri küçükten büyüğe sıralanır. Neticede üç farklı sıralama elde edilmiştir." açıklamasında bulunmuştur. Bununla birlikte, Opricovic & Tzeng (2004)'in çalışmalarında yer alan Tablo 3'teki S , R ve Q değerlerinin küçükten büyüğe doğru sıralandığı görülmüştür.

Denklem (20), (21), (22), (23) ve (24) karar matrisinin sütunlarında alternatiflerin ve satırlarında ise kriterlerin yer aldığı durumda geçerli olan denklemlerdir. Çalışmanın uygulama bölümünde satırlarda alternatifler sütunlarda kriterler yer alacağı için anılan bu beş denklem, bu çalışma için ardışık sırayla Tablo 5'te yer aldığı biçimde uyumlaştırılmıştır:

Tablo 5: Denklem (20), (21), (22), (23) ve (24)'ün Sıralı Biçimde Uyumlaştırılmış Hali

Koşul	Denklem	Denklem Numarası
j kriterinin fayda kriteri olması durumunda	$f_j^* = \max_i f_{ij}$	(28)
	$f_j^- = \min_i f_{ij}$	(29)
j kriterinin maliyet kriteri olması durumunda	$f_j^* = \min_i f_{ij}$	(30)
	$f_j^- = \max_i f_{ij}$	(31)
Kriterler bazında; Denklem (28) ve (29) veya Denklem (30) ve (31)'in geçerli olması durumunda	$d_{ij}(f) = (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-)$ Bu denklem, normalizasyon denklemdir.	(32)

Diğer yandan; Opricovic & Tzeng (2004)'in belirttiği; VIKOR Yöntemi'nin 2. adımına ait S_j (Denklem (25)), R_j (Denklem (26)) ve 3. adımına ait Q_j (Denklem (27)), $S^* = \min_j S_j$, $S^- = \max_j S_j$, $R^* = \min_j R_j$, $R^- = \max_j R_j$ denklemleri ile birlikte 5. aşamasındaki 1. koşul bünyesinde yer alan DQ denklemi ($DQ = 1 / (J - 1)$), karar matrisinin sütunlarında alternatiflerin ve satırlarında ise kriterlerin yer aldığı durumda geçerlidir. Çalışmanın uygulama bölümünde karar matrisinin sütunlarında kriterler ve satırlarında ise alternatifler yer alacağı için anılan bu sekiz denklem bu çalışma için, ifade edildiği sırayla Tablo 6'da yer aldığı biçimde uyumlaştırılmıştır:

Tablo 6: Denklem (25), (26), (27) ve Diğer Denklemlerin Sıralı Biçimde Uyumlaştırılmış Hali⁴

Denklem	Denklem Numarası
$S_i = \sum_{j=1}^n w_j (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-)$	(33)
$R_i = \max_j [w_j (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-)]$	(34)
$Q_i = v (S_i - S^*) / (S^- - S^*) + (1 - v) (R_i - R^*) / (R^- - R^*)$	(35)
$S^* = \min_i S_i$	(36)
$S^- = \max_i S_i$	(37)
$R^* = \min_i R_i$	(38)
$R^- = \max_i R_i$	(39)
$DQ = 1 / (I - 1)$	(40)

⁴: Denklem (33) ve (34)'teki w_j , Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi ile elde edilmiş ve kriterlere ait olan ağırlık değerleri olup Denklem (40)'daki I , alternatif sayısını ifade etmektedir.

Q değerlerine göre sıraya konulmuş en iyi alternatif, Q değerleri içerisinde en küçük değere sahip olan alternatiftir (Sayadi vd., 2009). Ana sıralama neticesi, alternatiflere ait uzlaşma sıralama listesi ve avantaj oranı ile ilgili uzlaşma çözümüdür (Opricovic & Tzeng, 2004).

3.4. Spearman Sıra Korelasyon Katsayısı

Spearman Sıra Korelasyon Katsayısı'nın ÇKKV problemlerine ilişkin gerçekleştirilebilecek duyarlılık analizlerinde önemli bir yeri olduğu bilinmelidir. Peteiro-Barral vd. (2017), d_i 'nin her (x_i, y_i) veri çifti için sıralamalar arasındaki farkı ve m 'in ise veri çifti sayısını gösterdiğini vurgulamış ve bu korelasyon katsayısının şu denklem ile hesaplanabileceğini ifade etmiştir:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^m d_i^2}{m(m^2-1)} \quad (41)$$

4. UYGULAMA

4.1. Çalışmanın Amacı

Çalışmanın iki amacı bulunmaktadır. Bu amaçlardan ilki, Dünya genelindeki bölgesel petrol ürünleri tüketim performanslarının Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma VIKOR Yöntemi ile değerlendirilmesidir. Çalışmaya ait ikinci amaç ise, birinci amacın gerçekleştirilmesi ile elde edilmiş olan uzlaşma çözüm kümesi ve Q_i değerlerinin aritmetik ortalamalarına göre elde edilmiş olan sıralamanın bütünsel halinin Dünya ham petrol, kondensat üretimi ve lojistiği ile olan ilişkisinin açıklanmasıdır.

4.2. Çalışmanın Önemi

Dünya'nın çeşitli coğrafi bölgelerinde petrol rafinelerinin dağınık şekilde bulunduğu bilinen bir gerçektir. Bölgesel petrol ürünleri tüketim performanslarının değerlendirilmesi sırasında, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan G_1 CAY ile kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ve yine çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan VIKOR Yöntemi'nde bu bahsedilen ağırlık değerleri kullanılarak anılan tüketim performanslarının kaynak veri setinde belirtilmiş bölgeler için sıralanmasının; hangi coğrafi bölge tanımlamasından veya tanımlamalarından öncelikle ham petrol, kondensat ve petrol ürünleri tedarik edilmesinin avantajlı olabileceği ve gerçekleştirilecek planlamalara yön verilebilmesi konularında ilgili tedarikçilere fayda sağlayabileceği düşünülmüştür. Bununla birlikte, VIKOR Yöntemi ile elde edilecek uzlaşma çözüm kümesinin ve VIKOR'daki ilgili Q_i değerlerinin aritmetik ortalamalarına göre bulunacak sıralama değerlerinin Dünya ham petrol, kondensat üretimi ve lojistiği ile olan ilişkisinin ortaya konulması ile oluşacak faydanın ise; ham petrol, kondensat üretimi ve lojistiği konusunda ilgili yöneticiler tarafından alınacak kararlardaki hassasiyetin üst basamaklara taşınması

durumunu oluşturacağı kanaatine varılmıştır. Çalışmada; G_T CAY ve EAY kısaltmalarına sahip diğer ilgili iki yöntemle karşılaştırmalar gerçekleştirilebilmesi ve böylece bu yöntemin (G_I CAY'ın) kullanılması ile elde edilen uygulama sonuçlarının etkisinin ortaya konulabilmesi açısından kriter ağırlıkları, sadece Wen vd. (2022) tarafından ortaya atılmış olan G_I CAY ile değil, G_T CAY ve EAY ile de belirlenmiştir. Bu durum; diğer iki yöntemden de izler taşıyan G_I CAY'ın, bu iki yönteme ne kadar benzediğinin ve bu iki yönteme göre ne düzeyde çözüme katkı sunduğunun anlaşılması noktasında kritik düzeyde önem arz etmektedir.

4.3. Çalışmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları

Energy Institute (Enerji Enstitüsü)'nün resmi internet sitesindeki 2025 / 74th edition Statistical Review of World Energy (2025 | 74. baskı Dünya Enerji İstatistiksel İncelemesi) başlıklı yayının 28. ve 29. sayfalarında yer alan petrol ürünleri tüketim tablosunun; öncelikle *Non-OECD, OECD, World, of which: Japan, of which: India, of which: China, of which: European Union, of which: Brazil, of which: US* başlıkları bünyesinde yer alan tüm satır verileri ve her ana bölge başlığı içerisinde *Others* alt kategorisi içerisinde yer alan *of which: ethane and LPG* alt kategorisi kapsam dışı tutulmuştur. Daha sonra aynı tablonun bölge başlıkları hariç (bu başlıklar satırlarda kalmak kaydıyla) olmak üzere 2024 yılı sayısal değerleri korunarak, sadece 2024 yılı için transpozese alınmış, sonrasında kriterlere ait grup isimleri uygun biçimde transpozese alınmış tabloda belirtilmiş ve 2024 Yılı Verileri, Alternatifler, Kriterler, Kriterlere Ait Gruplar başlıkları yine uygun şekilde bu transpozese alınmış tabloya eklenmiştir. Böylece kaynak veri setini gösterir Tablo 7 oluşturulmuştur (Bakınız: Tablo 7). Çalışmanın kriter kümesini oluşturan altı farklı petrol ürün grubu çalışma için bir örneklem olarak ele alınmıştır. Bu altı ürün grubu dışında başka petrol ürün grupları ve kriter olarak düşünülebilecek başka faktörler de petrol ürünleri tüketim performansını etkileyebilir. Bu durum, çalışmanın sınırlılığı olarak düşünülmelidir.

4.4. Çalışmada Kullanılan Kaynak Veriler

Bu çalışmanın 4.3. *Çalışmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları* adlı alt bölümünde nasıl oluşturulduğu açıklanmış olan ve kaynak veri setini gösteren Karar Matrisi adlı Tablo 7 şu şekildedir:

Tablo 7: Karar Matrisi⁵

Kriterlere Ait Gruplar	2024 Yılı Tüketim Verileri					
	Hafif Damıtıklar		Orta Damıtıklar		Yakıt Yağı (Fuel Oil)	Diğerleri
	Benzin	Nafta	Dizel / Gaz Yağı	Jet / Kerosen		
Alternatifler						
Kuzey Amerika	9361	220	4435	1956	395	6814
Güney ve Orta Amerika	1538	202	2369	361	541	1324
Avrupa	2200	697	6090	1536	790	2816
Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS)	1129	146	1628	318	294	1368
Orta Doğu	1840	448	1964	677	2253	2711
Afrika	1342	17	1856	273	311	759
Asya Pasifik	7591	5015	9638	2677	2652	10863

Kaynak: Energy Institute, 2025 (<https://www.energyinst.org/statistical-review/resources-and-data-downloads>, Sayfa: 28-29, Erişim Tarihi: 8 Temmuz 2025).

⁵: 'Hafif Damıtıklar' havacılık ve motor benzinleri ile hafif damıtık hammaddelerinden (LDF) oluşur. 'Orta Damıtıklar' jet ve ısıtma gazyağları ile gaz ve dizel yağlarından (deniz bunkerleri dahil) oluşur. 'Yakıt yağı' deniz bunkerlerini ve doğrudan yakıt olarak kullanılan ham petrolü içerir. 'Diğerleri' rafineri gazı, çözücüler, petrol koku, yağlayıcılar, bitüm, petrol mumu, diğer rafine ürünler ve rafineri yakıtı ve kaybından oluşur. Tablo değerleri günlük bin varil cinsindendir.

Tablo 7'de yer alan kaynak verilere ait alternatiflere ve kriterlere bu çalışma için atanan kodlar Tablo 8'de yer almaktadır:

Tablo 8: Alternatiflere ve Kriterlere Atanan Kodlar

Alternatifler	Kodlar	Kriterler	Kodlar
Kuzey Amerika	A1	Benzin	K1
Güney ve Orta Amerika	A2	Nafta	K2
Avrupa	A3	Dizel / Gaz Yağı	K3
Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS)	A4	Jet / Kerosen	K4
Orta Doğu	A5	Yakıt Yağı (Fuel Oil)	K5
Afrika	A6	Diğerleri	K6
Asya Pasifik	A7		

4.5. Ağırlık Değerlerinin Tespitinde Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'nin Uygulanması

Tablo 7, buradaki uygulama için belirlenen karar matrisidir. Bu karar matrisindeki alternatiflerin ve kriterlerin kesişimlerinde yer alan sayısal değerler tüm kriterlerin yönünün minimum olması nedeniyle Denklem (3) uyarınca normalize edilmiş ve G_1CAY 'ın temelinde yer alan $G_T CAY$ Normalize Edilmiş Karar Matrisi oluşturulmuştur. Bu matris Tablo 9 olarak aşağıda yer almaktadır:

Tablo 9: Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi Normalize Edilmiş Karar Matrisi⁶

Kriterlere Ait Yönler	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.
Kriterler / Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	0,000	0,959	0,649	0,299	0,957	0,400
A2	0,950	0,963	0,907	0,963	0,895	0,944
A3	0,869	0,863	0,442	0,474	0,789	0,796
A4	1,000	0,974	1,000	0,981	1,000	0,939
A5	0,913	0,913	0,958	0,831	0,169	0,806
A6	0,974	1,000	0,971	1,000	0,992	1,000
A7	0,215	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

⁶: Min.: Minimum

Petrol ürünlerine ilişkin bölgesel tüketim performansını sadece petrol ürünlerinin tüketim miktarları etkilememektedir. Anılan bölgesel tüketim performansı noktasında değerlendirme konusu olabilecek bahsedilen altı kriter dışında daha birçok kriterin söz konusu olabileceği bilinmelidir. Bu nedenlerle; bu çalışma için Denklem (11) işletilmiş ve standart sapma değerleri olarak, örneklem standart sapma değerleri (s_j 'ler) hesaplanmıştır. Örneklem standart sapma değerleri hesaplandıktan sonra, Denklem (7) uyarınca bir korelasyon matrisi meydana getirilmiştir. Akabinde, Denklem (17)'nin bu çalışma için uyumlaştırılmış hallerinden biri ve uygunu olan Denklem (19)'un uygulanabilmesi için entropik değerlere ihtiyaç vardır. EAY'nin uygulama adımlarından birinde hesaplanan entropik değerlere ulaşılabilmesi için entropik değerlerin bulunduğu adım ile bu adımdan önceki tüm adımların uygulanması gerekmektedir. Bu çalışmada entropik değerler bulunduktan sonra ek olarak, EAY ağırlık değerleri de G_1CAY ağırlık değerleri ile kıyaslama yapılabilmesi amacıyla hesaplanmıştır. EAY içerisinde normalize edilmiş değerleri temsil eden P_{ij} değerleri Denklem (13) işletilerek bulunmuş ve Tablo 10 adıyla EAY Normalize Edilmiş Karar Matrisi oluşturulmuştur:

Tablo 10: Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Kriterler / Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	0,374	0,032	0,158	0,250	0,054	0,255
A2	0,061	0,029	0,084	0,046	0,074	0,049
A3	0,088	0,103	0,217	0,197	0,109	0,105
A4	0,045	0,021	0,058	0,040	0,040	0,051
A5	0,073	0,066	0,070	0,086	0,311	0,101
A6	0,053	0,002	0,066	0,035	0,043	0,028
A7	0,303	0,743	0,344	0,343	0,366	0,407

Denklem (14) uyarınca hesaplanmış olan entropik değerler (E_j veya δ_j), Denklem (15) uyarınca belirlenmiş ve d_j 'ye eşit olan $1 - (E_j$ veya $\delta_j)$ değerleri ile birlikte Denklem (16) uyarınca hesaplanmış olan $W_{\beta j}$ ağırlık değerleri Tablo 11'de yer almaktadır:

Tablo 11: Kriterlere Ait Entropik Değerler (E_j veya δ_j), $1 - (E_j$ veya $\delta_j)$ Değerleri ve Entropi Ağırlık Değerleri ($W_{\beta j}$)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
E_j veya δ_j	0,82431	0,48808	0,89003	0,84084	0,81762	0,81571
$1 - (E_j$ veya $\delta_j)$	0,17568	0,51191	0,10996	0,15915	0,18237	0,18428
$W_{\beta j}$	0,13275	0,38682	0,08309	0,12026	0,13781	0,13925
$k = \frac{1}{\ln(m)}$	0,51389					

Entropik değerler, Tablo 11'de gösterildiği şekilde belirlendikten sonra Denklem (19)'un uygulanabilmesi adına, hesaplanmış olan örneklem standart sapma değerleri ile Tablo 11'de yer alan entropik değerler kriterler bazında toplanmış ve bu toplamaların toplam değeri de bulunmuştur. Ayrıca, Denklem (19)'un uygulanabilmesi için $1 - |r_{jk}|$ değerleri ve bu değerlerin kriter bazlı toplamaları da hesaplanmıştır. Tüm bu işlemlerden sonra; Denklem (19)'un pay ve paydasına ait kriter bazlı değerler hesaplanmıştır. Akabinde ise Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'ne ait ağırlık değerleri Denklem (19) uyarınca bulunmuş olup ilgili ağırlık değerleri, anılan pay ve payda değerleri ile birlikte Tablo 12'de gösterilmiştir:

Tablo 12: Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'ne Ait Ağırlık Değerleri ve Bu Yönteme Ait İlgili Formülün Pay ve Payda Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
$(s_j + \delta_j) \sum_{k=1}^n (1 - r_{jk})$	2,25974	1,05152	1,40018	1,21677	2,81228	0,98935
$\sum_{k=1}^n (s_j + \delta_j) \sum_{k=1}^n (1 - r_{jk})$	12,78598	8,68369	7,77021	6,89359	15,91872	5,86117
Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi Ağırlık Değerleri	0,17673	0,12109	0,18019	0,17650	0,17666	0,16879

4.6. Ağırlık Değerlerinin Tespitinde Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'nin Uygulanması

CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'nin geleneksel ve geliştirilmiş hallerinin her ikisinde de Denklem (1) ve Denklem (7) dâhil olmak üzere, Denklem (1) ile Denklem (7) arasındaki tüm uygulama adımlarının aynı olduğu ve bu çalışma için Denklem (11)'in, her iki CRITIC Yöntem versiyonu için de geçerli olduğu bilinmelidir. Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi ile hesaplama yapılırken Denklem (7) kullanılarak korelasyon katsayıları biçimindeki sayısal değerler hesaplanmış olduğu için Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'ne ait ağırlık değerleri bulunurken sadece Denklem (7)'den sonraki uygulama adımlarına ilişkin ilgili denklemler (Denklem (8) ve Denklem (9)) işletilmelidir. Denklem (8)'in uygulanabilmesi için $(1 - r_{jk})$ değerlerinin ve bu değerlerin kriter bazlı toplamalarının bulunması gerekmektedir. r_{jk} 'lara ait sayısal karşılıklar kullanılarak hesaplanmış $(1 - r_{jk})$ değerleri ve bu değerlerin kriter bazlı toplamaları Tablo 13'de yer almaktadır:

Tablo 13: $(1 - r_{jk})$ Değerleri ve Bu Değerlerin Kriter Bazlı Toplamaları

Kriterler / Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	0,000	0,486	0,348	0,141	0,730	0,117
K2	0,486	0,000	0,124	0,237	0,239	0,152
K3	0,348	0,124	0,000	0,067	0,437	0,131
K4	0,141	0,237	0,067	0,000	0,482	0,054

K5	0,730	0,239	0,437	0,482	0,000	0,381
K6	0,117	0,152	0,131	0,054	0,381	0,000
$\sum_{k=1}^n (1 - r_{jk})$	1,825	1,239	1,109	0,984	2,272	0,836

Bu çalışmada; altı kriter dışında daha birçok kriter söz konusu olabileceği düşünülerek, Denklem (8) bünyesinde σ_j olarak ifade edilmiş anakütle standart sapma değerleri yerine örneklem standart sapma değerlerinin (s_j 'lerin) kullanılmasının gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla; s_j değerleri ile Tablo 13'teki $\sum_{k=1}^n (1 - r_{jk})$ değerleri kriterler bazında çarpılarak C_j değerleri elde edilmiş ve Denklem (9) uyarınca da Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi ile hesaplanan ağırlık değerlerine ulaşılarak bu ağırlık değerleri Tablo 14'te gösterilmiştir:

Tablo 14: Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi ile Bulunan Ağırlık Değerleri ve C_j 'ler

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
C_j	0,75526	0,44651	0,41299	0,38936	0,95439	0,30689
Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi Ağırlık Değerleri	0,23129	0,13674	0,12647	0,11923	0,29227	0,09398

4.7. VIKOR Yöntemi'nin Uygulanması

Burada Tablo 7 karar matrisidir. Tablo 7'deki kriter bazlı maksimum ($f_j^- = \max_i f_{ij}$) ve minimum ($f_j^* = \min_i f_{ij}$) değerler, ilgili kriter durumları, kriterlere ait Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi ile bulunmuş ağırlık değerleri ve Denklem (30) ve Denklem (31) geçerli kılınarak Tablo 7'deki ilgili sayısal değerlerin Denklem (32) olarak belirtilmiş normalizasyon formülü uyarınca normalize edilmiş halleri Tablo 15'te yer almaktadır:

Tablo 15: Kriter Bazlı Maksimum ve Minimum Değerler, Kriter Durumları, İlgili Ağırlık Değerleri ve VIKOR Yöntemi Normalize Edilmiş Karar Matrisi⁷

Kriter Durumları	Min	Min	Min	Min	Min	Min
Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi Ağırlık Değerleri	0,17673	0,12109	0,18019	0,17650	0,17666	0,16879
Kriterler / Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	1,000	0,040	0,350	0,700	0,042	0,599
A2	0,049	0,037	0,092	0,036	0,104	0,055
A3	0,130	0,136	0,557	0,525	0,210	0,203
A4	0,000	0,025	0,000	0,018	0,000	0,060
A5	0,086	0,086	0,041	0,168	0,830	0,193
A6	0,025	0,000	0,028	0,000	0,007	0,000
A7	0,785	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$f_j^- = \max_i f_{ij}$	9361	5015	9638	2677	2652	10863
$f_j^* = \min_i f_{ij}$	1129	17	1628	273	294	759

⁷: Min.: Minimum

Sonraki işlem olarak; Tablo 15'te yer alan VIKOR Yöntemi Normalize Edilmiş Karar Matrisi'ndeki A1, A2, A3, A4, A5, A6 ve A7 satır değerlerinin aynı tablodaki Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi Ağırlık Değerleri ile satır bazlı çarpılması ile, VIKOR Yöntemi Normalize Edilmiş Karar Matrisi'nin Ağırlıklandırılmış Hali Tablo 16'da gösterildiği biçimde elde edilmiştir:

Tablo 16: VIKOR Yöntemi Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Ağırlıklandırılmış Hali

Kriterler / Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	0,17673	0,00491	0,06314	0,12357	0,00756	0,10115

A2	0,00878	0,00448	0,01667	0,00646	0,01850	0,00943
A3	0,02299	0,01647	0,10038	0,09273	0,03716	0,03436
A4	0,00000	0,00312	0,00000	0,00330	0,00000	0,01017
A5	0,01526	0,01044	0,00755	0,02966	0,14677	0,03261
A6	0,00457	0,00000	0,00512	0,00000	0,00127	0,00000
A7	0,13873	0,12109	0,18019	0,17650	0,17666	0,16879

Daha sonra, Tablo 16’da yer alan normalize edilmiş değerlerin ağırlıklandırılmış durumları kullanılarak Denklem (33) uyarınca S_i ve Denklem (34) uyarınca da R_i değerleri hesaplanmış ve S_i , R_i , S^* , S^- , R^* , R^- ve v değerleri kullanılarak Denklem (35) uyarınca da Q_i değerleri bulunmuştur. Burada Q_i değerleri hesaplanırken v değerinin 0,5 olarak alınmasının nedeni, Opricovic & Tzeng (2004)’in; VIKOR Yöntemi’nin 3. adımına ait denklem açıklamalarında, Denklem (27) olarak ifade edilmiş olan Q_j denklemindeki v değerinden bahisle ve parantez içerisinde, v değerinin 0,5’e eşit olduğunu ifade etmiş olmalarıdır. Sonrasında; S_i , R_i ve Q_i değerlerine göre bu üç grup bazında küçükten büyüğe doğru olan sıralamalar Tablo 17’de gösterildiği biçimde oluşturulmuştur:

Tablo 17: S_i ve R_i Sütunlarına Ait Maksimum ve Minimum Değerler ile S_i , R_i ve $v = 0,5$ için Q_i Değerlerine Göre Alternatiflerin Sıralanması

Alternatifler	S_i	S_i Sıralaması	R_i	R_i Sıralaması	Q_i ($v = 0,5$)	Sıralama ($v = 0,5$)
Kuzey Amerika	0,47709	6	0,17673	6	0,73517	6
Güney ve Orta Amerika	0,06433	3	0,01850	3	0,06625	3
Avrupa	0,30410	5	0,10038	4	0,42615	4
Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS)	0,01660	2	0,01017	2	0,01736	2
Orta Doğu	0,24231	4	0,14677	5	0,52615	5
Afrika	0,01097	1	0,00512	1	0,00000	1
Asya Pasifik	0,96199	7	0,18019	7	1,00000	7
	$S^* = \min_i S_i$	0,01097	$R^* = \min_i R_i$	0,00512	1. Koşul → SAĞLANMADI	
	$S^- = \max_i S_i$	0,96199	$R^- = \max_i R_i$	0,18019	2. Koşul → SAĞLANDI	

Tablo 17 meydana getirildikten sonra, Opricovic & Tzeng (2004)’in VIKOR Yöntemi’nin beşinci aşamasında belirttiği birinci ve ikinci koşula ait mantıkların bu çalışmadaki $v = 0,5$ ikenki sırasıyla Q_i değerleri ve sıralaması için uyumluluk arz edip etmediği incelenmiştir. Bu incelemede, Denklem (40) olarak belirtilmiş olan DQ formülü kullanılmıştır. Denklem (40)’ın işletilmesi sonucu ilgili DQ değerinin yuvarlanmamış halinin 0,16666 biçiminde olduğu belirlenmiştir. Birinci koşul noktasında; $v = 0,5$ iken virgülden sonraki tüm basamaklar dikkate alınıp herhangi bir yuvarlama işlemi yapılmaksızın ilk beş basamağın gösterildiği durumda $Q(a'') - Q(a') \geq DQ$ eşitsizliği, $0,01736 - 0,00000 < 0,16666$ ($0,01736 < 0,16666$) değerleri ile sağlanmamış ve böylece $v = 0,5$ olduğu durumda birinci koşulun sağlanmadığı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, *Afrika* alternatifi, $v = 0,5$ ikenki hem Q_i sıralamasında 1. sırada hem de S_i ve R_i sıralamalarında 1. sırada yer almış ve böylece ilgili ikinci koşulun sağlandığı tespit edilmiştir. Birinci koşulun sağlanmamış olması ve sadece ikinci koşulun sağlanması nedeniyle; Opricovic & Tzeng (2004)’in VIKOR Yöntemi’nin beşinci aşamasındaki açıklaması uyarınca, birinci koşulun sağlanmadığı durumda geçerli olan ve uzlaşma çözüm kümesi önermek için lüzumlu olan denemelerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Maksimum M değerinin belirlenmesi için gerçekleştirilen denemeler neticesinde $Q(a^{(M)}) - Q(a') < DQ$ eşitsizliğinin, ($0,06625 - 0,00000 < 0,16666$ ($0,06625 < 0,16666$)) eşitsizliği ile yani $Q(a''') - Q(a') < DQ$ eşitsizliği ile sağlandığı sonucuna ulaşılmış ve böylece $v = 0,5$ ikenki Q_i sıralamasında ilk üç sırada yer alan alternatifin VIKOR Yöntemi uyarınca uzlaşma çözüm kümesi olarak önerilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır. Dolayısıyla; bu çalışma için *Afrika* alternatifinin birinci sırada, *Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS)* alternatifinin ikinci sırada ve *Güney ve Orta Amerika* alternatifinin üçüncü sırada olmasının VIKOR Yöntemi uzlaşma çözüm kümesi olarak önerilmekte olduğu bilinmelidir.

Denklem (35) uyarınca hesaplanan Q_i değerlerinin hesaplanmasında v değişkeni önemli bir yere sahiptir. Bu değişkene farklı değerlerin atanması ile Q_i değerleri değişim gösterecek ve bu durum ise, ilgili iki koşulun yeniden değerlendirilmesi ve sıralamaların değişebilmesi sonuçlarını doğuracaktır. Buradan hareketle; Opricovic & Tzeng (2004)'in VIKOR Yöntemi'nin beşinci aşaması içerisindeki ikinci koşul bünyesinde açıkladığı v değişkenine farklı değerler atanabileceği açıklamasına dayanarak, $v = 0,5$ dışında uygun görülen diğer v değerlerinin atanması ile, ilgili iki koşulun yeniden değerlendirilmesine ve sıralama değerlerinin ne şekilde farklılık arz edebileceğine ilişkin bir çözümleme oluşturulmuş ve bu çözümleme Tablo 18'de gösterilmiştir:

Tablo 18: Birbirinden Farklı v Değerlerine Göre Oluşturulmuş Q_i Değerleri, Q_i Sıralamaları ile Birlikte Koşulların Sağlanma Durumları ve 1. Koşula Ait Değişkenler

	Q_i ($v = 0,00$)	Sıralama ($v = 0,00$)	Q_i ($v = 0,25$)	Sıralama ($v = 0,25$)	Q_i ($v = 0,75$)	Sıralama ($v = 0,75$)	Q_i ($v = 1,00$)	Sıralama ($v = 1,00$)
Kuzey Amerika	0,98021	6	0,85769	6	0,61264	6	0,49012	6
Güney ve Orta Amerika	0,07640	3	0,07133	3	0,06118	3	0,05611	3
Avrupa	0,54407	4	0,48511	4	0,36719	4	0,30822	5
Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS)	0,02881	2	0,02309	2	0,01164	2	0,00591	2
Orta Doğu	0,80905	5	0,66760	5	0,38470	5	0,24324	4
Afrika	0,00000	1	0,00000	1	0,00000	1	0,00000	1
Asya Pasifik	1,00000	7	1,00000	7	1,00000	7	1,00000	7
$Q(a'')$	0,02881		0,02309		0,01164		0,00591	
$Q(a')$	0,00000		0,00000		0,00000		0,00000	
$Q(a'') - Q(a')$	0,02881		0,02309		0,01164		0,00591	
$DQ = 1/(7 - 1)$	0,16666		0,16666		0,16666		0,16666	
1. Koşul	Sağlanmadı X		Sağlanmadı X		Sağlanmadı X		Sağlanmadı X	
2. Koşul	Sağlandı ✓		Sağlandı ✓		Sağlandı ✓		Sağlandı ✓	

Tablo 18'den anlaşılabileceği üzere; $v = 0,5$ haricinde dört farklı v değeri atanmış olmasına rağmen birinci koşul sağlanmamıştır. Birinci koşulun sağlanmaması durumu farklı çalışmalarda da söz konusu olmuştur. Örneğin; İnanır & Deste (2021), çalışmalarında v 'nin dört farklı değeri ($v = 0,25$), ($v = 0,5$), ($v = 0,75$) ve ($v = 1$) için birinci koşulun sağlanmadığını vurgulamış, Uğur vd. (2018) gerçekleştirdikleri hesaplamalar ile $v = 0,25$ ve $v = 0,50$ değerlerinin geçerli olduğu durumda *Kabul Edilebilir Avantaj* adlı birinci koşulun sağlanmadığını belirlemişlerdir. Bununla birlikte; Tablo 18'deki ilgili dört v atamasına ait ilk üç sıralama, daha önce $v = 0,5$ durumu için önerilmiş olan VIKOR Yöntemi uzlaşma çözüm kümesi ile birebir uyumludur. Diğer yandan; ilk üç sıralama değeri dışındaki diğer sıralama değerlerinin ne şekilde bulunabileceği düşünülmüş ve bir yaklaşım olarak, beş v değeri için elde edilmiş Q_i sonuçlarının birlikte değerlendirilmesine karar verilmiştir. Buna göre; VIKOR uzlaşma çözüm kümesi dışında kalan 4., 5., 6. ve 7. sıradaki alternatiflerin hangileri olduğunu belirlemek amacıyla, anılan çözüm kümesi dışındaki her bir alternatifin beş farklı v sıralama değerine karşılık gelen Q_i değerlerinin ayrı ayrı aritmetik ortalamaları alınmış ve bu aritmetik ortalamalar VIKOR yöntemindeki mantığa uyması açısından küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. Q_i değerlerinin aritmetik ortalamalarına göre elde edilmiş olan bu sıralama Tablo 19'da yer almaktadır:

Tablo 19: Q_i Değerlerinin Aritmetik Ortalamalarına Göre Elde Edilmiş Olan Sıralama

	Sıralama ($v = 0,00$)	Sıralama ($v = 0,25$)	Sıralama ($v = 0,5$)	Sıralama ($v = 0,75$)	Sıralama ($v = 1,00$)	Q_i Değerlerinin Aritmetik Ortalamalarına Göre Sıralama
Kuzey Amerika	6 ($Q_i = 0,9802$)	6 ($Q_i = 0,8576$)	6 ($Q_i = 0,7351$)	6 ($Q_i = 0,6126$)	6 ($Q_i = 0,4901$)	6 $Q_i(A.O.) = 0,7351$
Avrupa	4 ($Q_i = 0,5440$)	4 ($Q_i = 0,4851$)	4 ($Q_i = 0,4261$)	4 ($Q_i = 0,3671$)	5 ($Q_i = 0,3082$)	4 $Q_i(A.O.) = 0,4261$
Orta Doğu	5 ($Q_i = 0,8090$)	5 ($Q_i = 0,6676$)	5 ($Q_i = 0,5261$)	5 ($Q_i = 0,3847$)	4 ($Q_i = 0,2432$)	5 $Q_i(A.O.) = 0,5261$

Asya Pasifik	7 ($Q_i = 1,0000$)	7 ($Q_i = 1,0000$)	7 ($Q_i = 1,0000$)	7 ($Q_i = 1,0000$)	7 ($Q_i = 1,0000$)	7 $Q_i(A.O.) = 1,0000$
--------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------

VIKOR yöntemi uzlaşma çözüm kümesi (Afrika → 1. sırada, Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS) → 2. sırada ve Güney ve Orta Amerika → 3. sırada) ve Q_i değerlerinin aritmetik ortalamalarına göre gerçekleştirilmiş sıralama sonuçlarının (4. sırada → Avrupa, 5. sırada → Orta Doğu, 6. sırada → Kuzey Amerika, 7. sırada → Asya Pasifik) birlikte değerlendirilmesi neticesinde; bölgesel petrol ürünleri tüketim performansları bir bütün olarak elde edilmiştir. Buradaki sıralama için, en az tüketimin en iyi olduğu gerçeğinin kabul edilmiş olduğu bilinmelidir. Çünkü, tüketim ne kadar az ise, bu tüketime bağlı olarak lojistik ve üretim maliyetleri de o oranda az olacaktır. Maliyetlerin az olması ise her daim beklenen bir durumdur.

4.8. Duyarlılık Analizleri

Çalışma için dört farklı duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Bu dört analizin, Spearman sıra korelasyon katsayılarının hesaplandığı ilk üçünden elde edilmiş sonuçlar Tablo 20’de gösterilmiştir:

Tablo 20: İlgili Spearman Sıra Korelasyon Katsayıları⁸

	$G_1CAY-VIKOR$	$EAY-VIKOR$	$G_T CAY-VIKOR$
$G_1CAY-VIKOR$	1	0,9950	0,9991
$EAY-VIKOR$	0,9950	1	0,9967
$G_T CAY-VIKOR$	0,9991	0,9967	1
	$(G_1CAY-TOPSIS)_{i\bar{u}}$	$(G_1CAY-PIV)_{i\bar{u}}$	$(G_1CAY-CRADIS)_{i\bar{u}}$
$(G_1CAY-VIKOR)_{U\check{C}K}$	1,000	1,000	1,000
	$G_1CAY-TOPSIS$	$G_1CAY-PIV$	$G_1CAY-CRADIS$
$(G_1CAY-VIKOR)_{U\check{C}K+Q_{i0}}$	0,9642	0,9642	0,9642

⁸: $(G_1CAY-VIKOR)_{U\check{C}K}$: Uzlaşma çözüm kümesini oluşturan ilk üç sıralama değerine ait $G_1CAY-VIKOR$ entegrasyonu, $(G_1CAY-TOPSIS)_{i\bar{u}}$: İlk üç sıralama değerine ait $G_1CAY-TOPSIS$ entegrasyonu, $(G_1CAY-PIV)_{i\bar{u}}$: İlk üç sıralama değerine ait $G_1CAY-PIV$ entegrasyonu, $(G_1CAY-CRADIS)_{i\bar{u}}$: İlk üç sıralama değerine ait $G_1CAY-CRADIS$ entegrasyonu, $(G_1CAY-VIKOR)_{U\check{C}K+Q_{i0}}$: Uzlaşma çözüm kümesini oluşturan ilk üç sıralama değerine ve Q_i değerlerinin aritmetik ortalamalarına göre bulunan diğer sıralama değerlerine ait $G_1CAY-VIKOR$ entegrasyonu.

Tablo 20’de sonuçları yer alan ilk duyarlılık analizinde, VIKOR yöntemi sabit tutularak ağırlıklandırma yöntemleri değiştirilmiş ve entegrasyonlara ait elde edilen skorların (Q_i değerlerinin) arasındaki Spearman sıra korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplamalar neticesinde; tüm korelasyon değerleri 0,99’den büyük ($G_1CAY-VIKOR$ ile $EAY-VIKOR$ arasında 0,9950; $G_1CAY-VIKOR$ ile $G_T CAY-VIKOR$ arasında 0,9991; $EAY-VIKOR$ ile $G_T CAY-VIKOR$ arasında 0,9967) çıkmıştır. Bu durum; ağırlıklandırma yöntemi değişse bile VIKOR’un kararlı davrandığını, dengeli sonuçlar verdiğini ve ağırlıklandırma yöntemlerinin ise yüksek düzeyde benzer sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Tablo 20’deki ikinci duyarlılık analizinde, G_1CAY ağırlıklandırma yöntemi sabit tutularak sıralama yöntemleri değiştirilmiş ve $G_1CAY-VIKOR$ entegrasyonu sonucu elde edilmiş uzlaşma çözüm kümesini oluşturan ilk üç sıralama ile $G_1CAY-TOPSIS$, $G_1CAY-PIV$ ve $G_1CAY-CRADIS$ entegrasyonları sonucu elde edilmiş üç adet ilk üç sıralama arasındaki Spearman sıra korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 20’deki üçüncü duyarlılık analizinde de G_1CAY ağırlıklandırma yöntemi sabit tutularak sıralama yöntemleri değiştirilmiş fakat bu sefer entegrasyonlardaki ilk üç sıralar değil, sıralama değerlerinin tamamı korelasyon hesaplamalarına konu edinilmiştir. Yani, $G_1CAY-VIKOR$ entegrasyonu sonucu elde edilmiş tüm sıralama ile $G_1CAY-TOPSIS$, $G_1CAY-PIV$ ve $G_1CAY-CRADIS$ entegrasyonları sonucu ayrı ayrı elde edilmiş tüm sıralama arasındaki Spearman sıra korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. İkinci analizdeki dört entegrasyonun dördünde de ilk üç sırada aynı alternatifler aynı sıra değeri ile yer aldığı için, yapılan hesaplamalarda ilgili Spearman sıra korelasyon katsayı değerlerinin tamamı 1,0000 çıkmıştır. Üçüncü analiz noktasındaki ilgili entegrasyonlar arası Spearman korelasyon katsayı değerlerinin ise tümü 0,9622 olarak bulunmuştur. Bu durumlar, VIKOR yönteminin; alternatif sıralama yöntemi olarak kullanılması konusunda sahip olduğu büyük gücü ve TOPSIS, PIV ve CRADIS yöntemleri ile çok iyi bir uyum içerisinde olduğunu vurgulamaktadır. Bununla birlikte, üçüncü analizdeki $G_1CAY-VIKOR$ entegrasyonuna ait yedi sıralama değerinin ilk üçü uzlaşma çözüm kümesine ait iken geri kalan dört sıralama değeri ise Q_i değerlerinin aritmetik ortalamalarına göre oluşturulmuş sıralama kümesine aittir. Dolayısıyla; üçüncü analize ait

Spearman sıra korelasyon katsayılarının tamamının çok yüksek bir korelasyon değerine (0,9642) eşit olması, Q_i değerlerinin aritmetik ortalamalarını dikkate alan sıralama mantığının üst düzey doğruluğunu ve yüksek güvenilirliğini kanıtlar niteliktedir. Dördüncü duyarlılık analizinde, üç farklı ağırlıklandırma yöntemine ait ağırlık değerlerinin virgülden sonraki tüm haneleri dikkate alınarak W_{maks} / W_{min} (maksimum ağırlık değerinin minimum ağırlık değerine bölünmesi) oranları hesaplanmıştır. Bulunan bu oranlar Tablo 21’de yer almaktadır:

Tablo 21: Üç Farklı Ağırlıklandırma Yöntemine Ait W_{maks} / W_{min} Oranları

	G ₁ CAY	EAY	G _T CAY
K1	0,17673	0,13275	0,23129
K2	0,12109	0,38682	0,13674
K3	0,18019	0,08309	0,12647
K4	0,17650	0,12026	0,11923
K5	0,17666	0,13781	0,29227
K6	0,16879	0,13925	0,09398
$\frac{W_{maks}}{W_{min}}$	1,48812	4,65537	3,10987

Tablo 21’den de anlaşılabilceği üzere; en küçük W_{maks} / W_{min} değerine (1,48812 değerine) sahip olan ağırlıklandırma yöntemi, Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi’dir. Bu en küçük değer, diğer iki ağırlıklandırma yöntemine göre G₁CAY’ın; kararlı bir sıralama oluşturma konusunda daha üstün olduğunun, ilgili ağırlık değerlerinin elde edilmesinde daha uyumlu ve istikrarlı davrandığının ve yapılacak sıralamanın başarılı olması noktasında daha güçlü ve güven telkin eden bir yapıya sahip olduğunun bir göstergesi niteliğindedir. Aynı tabloda en büyük W_{maks} / W_{min} değerine (4,65537 değerine) sahip olan ağırlıklandırma yöntemi ise Entropi Ağırlıklandırma yöntemi olup, bu en büyük değerden, sadece EAY’nin kullanılması halinde daha düşük seviyeye sahip tutarlılık durumunun oluşacağı anlaşılmaktadır.

4.9. VIKOR Uzlaşma Çözüm Kümesinin ve Q_i Değerlerinin Aritmetik Ortalamalarına Göre Gerçekleştirilmiş Sıralama Sonuçlarının Dünya Ham Petrol, Kondensat Üretimi ve Ham Petrol Lojistiği ile Olan İlişkisi

Buradaki alt başlıkta anılan ilişkinin açıklanmasına geçmeden önce, Energy Institute (2025)’nin 2025/74th edition Statistical Review of World Energy adlı yayınında bu çalışmaya konu yedi bölge için bölgesel tanımlamalar gerçekleştirdiği bilinmelidir. Tablo 22’de VIKOR uzlaşma çözüm kümesi ile Q_i değerlerinin aritmetik ortalamalarına göre gerçekleştirilmiş sıralamaların birleştirilmesi ile elde edilmiş bir bölgesel petrol ürünleri tüketim performans sıralaması ve bu sıralamaya ilişkin altı farklı değişkene ait bölgesel veriler yer almaktadır:

Tablo 22: 2024 Yılı Bölgesel Petrol Ürünleri Tüketim Performans Sıralaması ve Diğer Bölgesel Veriler⁹

	Petrol Ürünleri Tüketim Performans Sıralaması (En az tüketim → 1. ve En çok tüketim → 7.)	Rafineri Kapasiteleri	Ham Petrol ve Kondensat Üretimi	Ham Petrol İthalatı	Petrol Ürünü İthalatı	Ham Petrol İhracatı	Petrol Ürünü İhracatı
Kuzey Amerika	6	21928	20088	7093	3510	9199	6840
Güney ve Orta Amerika	3	6294	7455	416	2296	3686	633
Avrupa	4	15015	2725	9281	4544	249	1875
Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS)	2	8391	12905	324	365	6682	2483
Orta Doğu	5	11719	26120	673	1413	18154	6099
Afrika	1	3486	6760	306	2793	4805	886
Asya Pasifik	7	37690	6736	25122	11304	438	7408

Kaynak: Energy Institute, 2025 (<https://www.energyinst.org/statistical-review/resources-and-data-downloads>, Sayfa: 23,31 ve 33, Erişim Tarihi: 8 Temmuz 2025), Performans sıralamasında; ilk üç alternatif için Tablo 17 ve diğ er alternatifler için Tablo 19 kullanılmıştır.

⁹: Afrika adlı bölgeye ait *Ham Petrol İthalatı, Petrol Ürünü İthalatı, Ham Petrol İhracatı, Petrol Ürünü İhracatı*’ndaki rakamlar sadece Kuzey, Güney, Doğu ve Batı Afrika verilerinin toplanmış hali olup kaynakta yer almadığı için Orta Afrika verisi bu toplama dahil değıldir. *Petrol Ürünü Tüketim Performans Sıralama değıerleri* hariç diğ er tablo değıerleri “bin varil / gün” cinsindendir. **Ham Petrol ve Kondensat Üretimi:** Ham petrol, kaya/sıkı petrol, petrol kumları, kira kondensatı veya daha fazla rafine edilmesi gereken gaz kondensatlarını içerir. Biyokütle ve kömür ve doğıal gazın sentetik türevleri gibi diğ er kaynaklardan elde edilen sıvı yakıtlar hariçtir. **Rafineri Kapasiteleri:** Yıl sonu itibarıyla takvim günü bazında atmosferik damıtma kapasitesini göstermektedir. **Ham Petrol İthalatı, Petrol Ürünü İthalatı, Ham Petrol İhracatı, Petrol Ürünü İhracatı:** Biyoyakıt ticaretini kapsamaz. Bunker yakıtı kullanımı ihracata dahil değıldir. Bölge içi hareketler (örneğin, Avrupa  lkeleri arasında) hariç tutulmuştur. Ham petrol ithalat ve ihracatına kondensatlar dahildir.

Tablo 22’de ilk göze çarpan unsur; petrol ürünleri tüketim performans sıralamasında en çok tüketim ile 7. sırada yer alan Asya Pasifik’in ham petrol ithalatında 7 bölge içerisinde en yüksek ithalat değıerine (25122’ye) sahip olduğıdur. Asya Pasifik’in Rafineri kapasitesine (37690’a) bakıldığında yine 7 bölge içerisinde birinci sırada yer aldığı gözlemlenmiştir. Buna karşın ham petrol ve kondensat üretimi 6736 değıeri ile sondan 2. sıradadır. Asya Pasifik’e ait anılan en yüksek ham petrol ithalat değıerini karşılama noktasında; coğırafi koşulların ve konumsal farklılıkların oluşturması beklenen maliyet avantajları da düşünüldüğünde, 26120 bin varil / gün olarak ham petrol ve kondensat üretimine ve 18154 bin varil / gün olarak ham petrol ihracat değıerine sahip olan Orta Doğı gelecekte bir çözüm olabilecektir. Aynı tabloda petrol ürünleri tüketim performans sıralamasında 6. sırada yer alan Kuzey Amerika’nın ham petrol ve kondensat üretim değıeri (20088) ile rafineri kapasitesinin (21928) yakın değıerler olduğı gözlemlenebilecektir. Yine Kuzey Amerika için ham petrol ihracat değıerinden (9199) ham petrol ithalat değıeri (7093) ıkarıldığında $9199 - 7093 = 2106$ bin varil / gün şeklinde ve petrol ürünü ihracatından (6840) petrol ürünü ithalatı (3510) ıkarıldığında ise $6840 - 3510 = 3330$ bin varil / gün şeklinde 2024 yılı için sonuçlar elde edilmektedir. Her ne kadar Kuzey Amerika’nın anılan ihracat değıerleri ithalat değıerlerinden fazla olsa da yedi bölge içerisinde ham petrol ve kondensat üretiminde ikinci en yüksek değıere (20088) sahip olması ve bu üretimi işleyebilecek düzeyde bir rafineri kapasitesine (21928) sahip olması bu bölgede üretilmiş olan ham petrol ve kondensatın büyük bir bölümünün yine bu bölgede kullanıldığı anlamına gelmektedir. Bu durum, Kuzey Amerika’daki lojistik ağıın bölge içinde daha yüksek bir dinamizm ile ilerlemiş olduğunun ve mevcut ekonomik politikalar ile devam edildiğinde bu dinamizmin korunacağıının bir göstergesidir.

Orta Doğı ise ham petrol ihracatında 18154 bin varil / gün değıeri ile yedi bölge içerisinde birinci sırada yer almaktadır (Bakınız: Tablo 22). Bu durum, özellikle uluslararası ham petrol lojistiğıne ilişkin operasyonel faaliyetler noktasında bu bölgede yoğunluk yaşandığı anlamına gelmektedir. Diğ er yandan, aynı tablodan bu bölge için ham petrol ve kondensat üretim değıerinden (26120) bu anılan ham petrol ihracat değıeri (18154) ıkarıldığında $26120 - 18154 = 7966$ bin varil / gün değıeri elde edilmektedir. Orta Doğı’nun rafineri kapasitesi ise 11719 bin varil / gün ile bu 7966 bin varil / gün değıerinden büyüktür. Dolayısıyla; bu 7966 bin varil / günlük miktarı mevcut rafinelerinde işlediğı ve çıkan ürünlerin büyük bir çoğunluğunu (yani 6099 bin varil / günlük kısmını) ise ihraç ettiğı Tablo 22’den anlaşılabilecek bir diğ er durumdur. Bu bölge petrol ürünü ihracatında baştan üçüncü sırada yer almaktadır. Bu nedenle, Orta Doğı’nun uluslararası petrol ürün lojistiğı konusunda da yoğun bir i dinamizme sahip olduğı söylenebilir. Bahsedilen gerekçeler ile Ortadoğı’nun petrol ürünleri ve ham petrol konusunda uluslararası lojistiğın Asya Pasifik ile birlikte iki önemli merkezinden biri olduğı anlaşılmaktadır. Mevcut petrol rezervlerinin coğırafi dağılımı düşünüldüğünde bu durumun ilerleyen yıllarda da mevcudiyetini koruyacağı ifade edilebilir.

Avrupa’nın rafineri kapasitesi (15015) yedi bölge içerisinde baştan üçüncü sırada yer almasına rağmen bu bölge petrol ürünleri tüketim performans sıralamasında dördüncü sırada yer almaktadır. Avrupa’nın ham petrol ve kondensat üretim değıeri (2725) ile ham petrol ithalat değıeri (9281) toplandığında $2725 + 9281 = 12006$ bin varil / gün değıeri elde edilmekte olup bu değıer anılan rafineri kapasitesinden (15015) düşüktür. Avrupa’nın petrol ürün ithalatından (4544) petrol ürün ihracatı (1875) ıkarıldığında $4544 - 1875 = 2669$ bin varil / gün değıeri elde edilmekte olup, bu değıer Avrupa’nın 2024 yılı petrol ürünlerine olan ek ihtiyaını göstermektedir. Buradan Avrupa’nın atıl kalan rafineri kapasitesini kullanabilmesi için ham petrolü daha uygun fiyatlar ile satın almaya ihtiyaı olduğı anlaşılabilmektedir. Bu uygun fiyat beklentisinin gelecek zamanlarda gerçekleşmesi durumunda hem

Avrupa'ya olan lojistik ağ genişleyecek hem de petrol ürünleri üretimi konusunda Avrupa'nın anılan atıl kapasitesini kullanabilme imkânı oluşabilecektir.

VIKOR Yöntemi uzlaşma çözüm kümesi içerisinde yer alan ve ilk üç sıralamadaki bölgelerden üçüncü sırada bulunan Güney ve Orta Amerika'ya ait Tablo 22'deki satırda ilk göze çarpan değer 7455 bin varil / gün değeri ile ham petrol ve kondensat üretim değeridir. Bu değer, aynı bölgenin rafineri kapasitesinden fazladır. Bu bölgenin ham petrol ihracat değeri 3686 bin varil / gün, ham petrol ithalat değeri ise 416 bin varil / gündür. $7455 - 3686 + 416 = 4185$ bin varil / gün değeri, rafineri kapasitesi olan 6294 bin varil / gün değerinden düşüktür. Dolayısıyla $6294 - 4185 = 2109$ bin varil / günlük bir atıl kapasite söz konusudur. Bu bölgedeki rafinerilerin tam kapasite çalıştırılabilmesi noktasında petrol sondajlarının veriminin artırılması için çalışmalar gerçekleştirilmesinin önem arz ettiği düşünülmektedir. Diğer yandan bu açığın ham petrol ithal ederek karşılanabilme ihtimali de değerlendirilmelidir. Petrol ürünleri tüketim performans sıralamasında ikinci sırada Bağımsız Devletler topluluğu (CIS) yer almaktadır. Bu bölge petrol ürünleri tüketimi konusunda ikinci en düşük kullanım performansına sahip bölgedir. CIS'in hem ham petrol ve kondensat üretimi hem de ham petrol ihracatı yedi bölge içerisinde baştan üçüncü sırada yer almaktadır. Dengeli bir görüntü çizen bu bölge için bin varil / gün cinsinden; ham petrol ve kondensat üretimi (12905) + ham petrol ithalat değeri (324) – ham petrol ihracat değeri (6682) = 6547 değeri elde edilmekte olup bu değer rafineri kapasitesi olan 8391 değerinden düşüktür. Buradaki atıl kapasitenin, toplam on ülkeden oluşan CIS'in toplam nüfus yoğunluğunun az olmasından ve bu durumun da tüketimi aşağı çekmesinden kaynaklandığı düşünülebilir. Diğer yandan, ham petrol fiyatlarının düşüş seyrine girdiği dönemlerde bu bölgedeki atıl rafineri kapasitesinin tam kapasiteye ulaştırılabilmesi noktasında ham petrol ithalatının arttırabilmesi gündeme gelmelidir. Bu ihtimalin gerçekleşmesi durumunda, bu bölgeye ait ham petrol noktasındaki lojistik faaliyetlerin artış göstereceği ve böylece üçüncü parti lojistik firmalarının işlem hacimlerinin bu bölge bağlamında artacağı ifade edilebilir.

VIKOR Yöntemi uzlaşma çözüm kümesi içerisinde birinci sırada Afrika adlı alternatif yer almaktadır. Bunun anlamı, petrol ürünleri tüketim performansı en düşük olan bölgenin Afrika olduğudur. Anılan tüketim performansının en düşük seviyede olması ise, ilgili lojistiğe ve üretime ilişkin maliyetlerin en az düzeyde olduğu anlamına gelmektedir. Tablo 22'den de anlaşılabileceği gibi, Afrika üretmiş olduğu ham petrol ve kondensatın (6760 bin varil / gün) büyük bir bölümünü ihraç etmekte (4805 bin varil / gün), geriye kalan 1955 bin varil / günlük miktar ile ham petrol ithalat değerini (306 bin varil / gün) birlikte rafinerilerinde işlemektedir ($1955 + 306 = 2261$ bin varil / gün). Nitekim Afrika'nın rafineri kapasitesi 3486 bin varil / gün biçiminde olup, burada da bir atıl kapasite kalma durumu söz konusudur. Afrika'daki nüfusun sosyal ve kültürel yapısının petrol ürünleri tüketim performansını etkilediği ve teknolojik gelişmişlik düzeyinin de bu tüketim miktarında etkili olduğu bilinmelidir. İlgili tüketim performansının artması ise, üretimin sabit düşünüldüğü koşul altında beraberinde lojistik maliyetlerin artması anlamına gelecek ve bu durum zamanla ham petrol üretimini daha dinamik hale getirecektir.

Sonuç olarak; buradaki açıklamalar sayesinde, G₁CAY-VIKOR temeline dayanan ilgili tüketim performans sıralamalarının ve anılan altı değişkenin bu alana ilişkin olan üretim ve lojistik yöneticilerine yol göstermesi hedeflenmiş ve çalışmanın sağlayabileceği marjinal fayda vurgulanmaya çalışılmıştır.

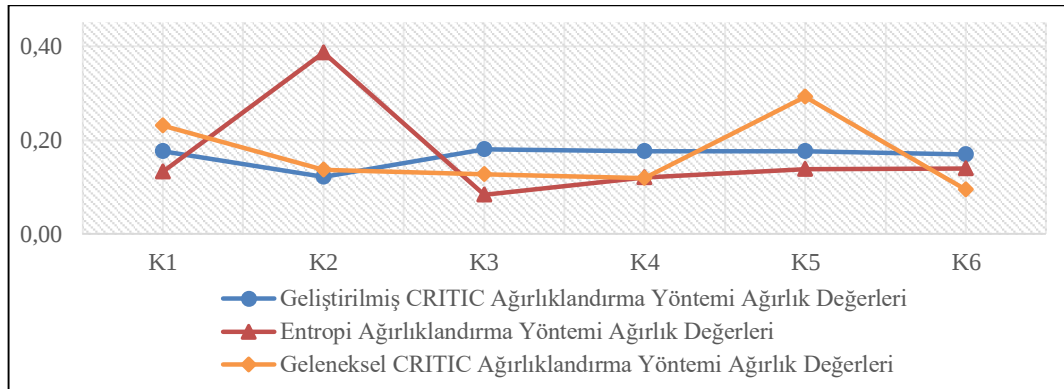
5. BULGULAR

Bu çalışma birçok bulguya sahiptir. Bunlardan ilki; VIKOR Yöntemi'nin 3. aşaması uyarınca atanması gereken v değeri olan 0,5 değeri atanmış olarak, yuvarlanmamış ve virgülden sonraki ilgili tüm haneler dikkate alınarak hesaplanmış $Q(a'') - Q(a')$ değerinin 0,01736 olarak bulunmuş olması ve bu değer Q Denklem (40) uyarınca hesaplanmış olan DQ değerinden (0,16666'dan) küçük olmasıdır. Buradan hareketle anılan v değerinde VIKOR Yöntemi'ne ait birinci koşulun sağlanmadığı anlaşılmıştır. Bilimsel literatürde anılan birinci koşulun sağlanmaması durumu birçok çalışmada rastlanabilecek bir durumdur. Örneğin; Deste & Gül Savaşkan (2021), çalışmalarında $v = 0,75$ ataması için Kabul Edilebilir Avantaj olan birinci koşulun sağlanmadığını belirtmiş, Hacıfettahoğlu & Perçin (2020), gerçekleştirdiği VIKOR yöntem uygulamasındaki yedi alternatife ilişkin olarak birinci koşulun sağlanmadığı sonucuna ulaşmıştır. İkinci bulgu ise, Tablo 17'deki $v = 0,5$ atamasının geçerli olduğu Q_i sıralamasında birinci sırada bulunan *Afrika* alternatifinin aynı tablodaki R_i ve S_i sıralamalarında da birinci sırada yer aldığı

biçimindedir. Buradan da hareketle $v = 0,5$ iken VIKOR Yöntemi'ne ait ikinci koşulun sağlandığı anlaşılmıştır. Dolayısıyla; Opricovic & Tzeng (2004)'in VIKOR Yöntemi'nin beşinci aşamasındaki birinci koşulun sağlanmadığı duruma ilişkin açıklaması uyarınca denemeler gerçekleştirilmiş ve bu denemeler sonucunda $v = 0,5$ ataması için ilgili uzlaşma çözüm kümesinin 1. sırada → Afrika, 2. sırada → Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS) ve 3. sırada → Güney ve Orta Amerika biçiminde olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bununla birlikte, Tablo 19'dan da anlaşılabileceği üzere; Q_i değerlerinin aritmetik ortalamalarına göre gerçekleştirilmiş sıralamaya göre 4. sırada → Avrupa, 5. sırada → Orta Doğu, 6. sırada → Kuzey Amerika, 7. sırada → Asya Pasifik adlı alternatiflerin yer aldığı bulgusuna ulaşılmıştır. Diğer yandan, bu bulguların Dünya ham petrol, kondensat üretimi ve ham petrol lojistiği ile olan ilişkisi yorumlanmıştır. Ayrıca, gerçekleştirilen dört duyarlılık analizinin ilk üçünde entegrasyonlar arası Spearman sıra korelasyon katsayılarının çok yüksek ve dördüncü analizde hesaplanan W_{maks} / W_{min} değerlerinden en küçüğünün G_1CAY 'a ait olduğu biçiminde bulgular elde edilmiştir.

Çalışmada; v değerleri olarak ($v = 0,00$), ($v = 0,25$), ($v = 0,75$) ve ($v = 1,00$) biçiminde dört farklı değer ataması daha gerçekleştirilmiş ve v değerleri bazında elde edilen Q_i değerlerinin ve bu değerlere ait sıralamaların birer bulgu olarak, Opricovic & Tzeng (2004)'in açıkladığı VIKOR Yöntemi'ne ait sırasıyla 1. ve 2. koşulun sağlanıp sağlanmadığının belirlenmesinde kullanılması sağlanmıştır. Elde edilen bulguların tamamı Tablo 18'de gözlemlenebilmektedir. Bu alışmada; Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'nin, Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi'nin ve Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi'nin sonuçlarının karşılaştırılabilmesi için öncelikle bu üç yöntem uygulanmış ve sonrasında elde edilen bulgular ile karşılaştırma noktasında yeni bulgular elde edilmiştir. Bu yeni bulgulardan ilki olarak, G_1CAY ile $G_T CAY$ ağırlık değerleri arasındaki kriterler bazındaki mutlak sapmaların toplamına ait ortalama değeri 0,06193, G_1CAY ile EAY ağırlık değerleri arasındaki kriterler bazındaki mutlak sapmaların toplamına ait ortalama değeri ise 0,08857 olarak hesaplanmıştır. İkinci yeni bulgu olarak, $0,06193 < 0,08857$ olduğu için bu çalışma özelinde G_1CAY 'ın $G_T CAY$ 'a EAY'ye göre daha yakın sonuçlar verdiği neticesine ulaşılmıştır (Ayrıca Bakınız: Grafik 1). Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi, Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi ve Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi ile elde edilmiş ağırlık değerlerinin virgülden sonraki ilk beş hanesinin grafik Excel'ine işlenmesi ile oluşturulan Grafik 1 ise şu şekildedir:

Grafik 1: Elde Edilmiş Ağırlık Değerlerinin Karşılaştırılması



Kaynak: Grafikte; Tablo 11, Tablo 12 ve Tablo 14'teki ilgili ağırlık değerleri kullanılmıştır.

K2 kriterinin Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi (EAY)'ndeki durumu ve K5 kriterinin Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi ($G_T CAY$)'ndeki durumu Grafik 1'de ilk göze çarpabilecek durumlar olarak nitelendirilebilir. Grafik 1 biraz daha incelendiğinde ise, Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi (G_1CAY) ağırlık değerlerine ilişkin olan mavi renkli çizginin, EAY ağırlık değerlerini gösterir kırmızı renkli çizgiye ve $G_T CAY$ ağırlık değerlerini gösterir turuncu renkli çizgiye göre genel manada daha durağan bir yapı arz ettiği gözlemlenebilecektir.

6. SONUÇ

Tablo 17'de yer alan $v = 0,5$ atamasına ait Q_i sıralama değerlerinden birinci, ikinci ve üçüncü sırada çıkan sıralama değerleri ve bu değerlere karşılık gelen sırasıyla *Afrika*, *Bağımsız Devletler*

Topluluğu (CIS) ve *Güney ve Orta Amerika* adlı alternatifler bu çalışma için VIKOR Yöntemi uyarınca önerilen uzlaşma çözüm kümesidir. Bununla birlikte; VIKOR Yöntemi uyarınca önerilmiş olan uzlaşma çözüm kümesi olan $v = 0,5$ atamasına ait sıralama değerleri (Bakınız: Tablo 17) içerisindeki birinci, ikinci ve üçüncü sıradaki alternatifler (1. sırada → Afrika, 2. sırada → Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS) ve 3. sırada → Güney ve Orta Amerika) ile $v = 0,00$; $v = 0,25$; $v = 0,75$; $v = 1,00$ atamalarına ait sıralama değerleri (Bakınız: Tablo 18) içerisindeki 1., 2. ve 3. sıralardaki alternatiflerin birebir aynı olduğu sonucuna varılmıştır. Dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci sıradaki alternatiflerin belirlenmesi için VIKOR Yöntemi'nin uygulanması sonucu elde edilmiş olan beş farklı v değerine ilişkin Q_i değerleri kullanılmış ve bu Q_i değerlerinin aritmetik ortalamalarına göre bir sıralama gerçekleştirilmiştir. Burada 4. sırada → Avrupa, 5. sırada → Orta Doğu, 6. sırada → Kuzey Amerika ve 7. sırada → Asya Pasifik neticesi elde edilmiştir. Tablo 22 olarak birleştirilmiş veriler ışığında ise Dünya ham petrol üretimi ve lojistiğine ilişkin yorumlar geliştirilmiştir. Bununla birlikte, çalışmada gerçekleştirilen dört duyarlılık analizinin ilk üçünde ilgili Spearman sıra korelasyon katsayılarının çok yüksek çıkması, G_1CAY -VIKOR entegrasyonunun güçlü ve sağlam bir entegrasyon olduğunu açıkça ortaya çıkarmıştır. Dördüncü duyarlılık analizinin sonuçları ise G_1CAY 'ın; kararlı bir sıralama oluşturma noktasındaki üstünlüğünü, ağırlık değerleri belirlemedeki uyumluluğunu ve istikrarlılığını, sıralama performansını daha kuvvetli ve daha güvenilir bir yapı ile desteklediğini gözler önüne sermiştir.

Geliştirilmiş CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi (G_1CAY) kullanılarak kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanırken Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi ($G_T CAY$)'nin temel alınmasının, G_1CAY ile hesaplanmış olan ağırlık değerlerinin $G_T CAY$ ile hesaplanmış olan ağırlık değerlerine genel anlamda yakın çıkmasını sağladığı (Bakınız: Grafik 1) sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte G_1CAY ile $G_T CAY$ arasındaki mutlak sapmaların toplamı 0,37162 ve bu toplama ait aritmetik ortalama 0,06193 olarak hesaplanmıştır. Buna karşın G_1CAY ile EAY arasındaki mutlak sapmaların toplamı 0,53146 ve bu toplama ait aritmetik ortalama ise 0,08857 olarak bulunmuştur. Bu duruma dayanarak virgülden sonra yuvarlama yapılmadan beş basamak olarak gösterilmiş bu dört ondalık değer için virgülden sonraki tüm basamaklar dikkate alındığında bir sonuç olarak $(0,37162 \dots / 0,53146 \dots) = (0,06193 \dots / 0,08857 \dots)$ eşitliği elde edilecektir. Bu eşitliğin sağında ve solunda yer alan bölme işlemlerinin her ikisinin de sonucu herhangi bir yuvarlama yapılmadan virgülden sonraki ilk üç basamak olarak 0,699'dur. Bu 0,699 değerinin virgülden sonraki diğer basamakları da dikkate alınarak; G_1CAY ile $G_T CAY$ arasındaki mutlak sapmaların toplamı ve ayrıca bu toplama ait ortalamanın, G_1CAY ile EAY arasındaki sırasıyla mutlak sapmaların toplamı ve ayrıca bu toplama ait ortalamaya göre ayrı ayrı $[(1 - 0,699246444118223) = 0,300753555881777]$ -yaklaşık %30- oranında daha az olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Böyle bir sonuç elde edilmiş olmasının nedeninin, G_1CAY uygulanırken $G_T CAY$ 'nin temel alınması olduğu ifade edilebilir.

K2 koduna sahip olan *Nafta* kriterinin Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi (EAY)'ndeki ağırlık değerinin 0,38682 ve K5 koduna sahip olan *Yakıt Yağı (Fuel Oil)* kriterinin Geleneksel CRITIC Ağırlıklandırma Yöntemi ($G_T CAY$)'ndeki ağırlık değerinin 0,29227 biçimde olduğu gerçeğinden yola çıkılarak; bu değerlerden K2 için olan 0,38682 değerinin diğer iki ağırlık yöntemine (G_1CAY ve $G_T CAY$ 'a) ait K2 değerlerine göre daha yüksek olduğu ve benzer şekilde K5 için olan 0,29227 değerinin, diğer iki ağırlık yöntemine (G_1CAY ve EAY'a) ait K5 değerlerine göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumlar, G_1CAY 'ın ilgili kriterler noktasında diğer iki yönteme göre daha durağan yapıya sahip olduğunun bir göstergesi niteliğindedir. Netice itibarıyla, Dünya ham petrol lojistiği ile birlikte Dünya ham petrol ve kondensat üretimi noktasında faaliyet gösteren tüm firmaların çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında alt yapı geliştirme çabalarına önem verebilecekleri ve özellikle çalışmadaki uygulama mantığının birbirinden farklı sektörlerdeki farklı çalışma alanlarına da faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Etik Beyan: Bu çalışmada “Etik Kurul” izini alınmasını gerektiren bir yöntem kullanılmamıştır.

Ethics Statement: In this study, no method requiring the permission of the “Ethics Committee” was used.

KAYNAKÇA

- Abdel-Basset, M. & Mohamed, R. (2020). A novel plithogenic TOPSIS- CRITIC model for sustainable supply chain risk management. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119586, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119586>
- Akdamar, E., Akgöl, E. F., Gögebakan, M. & Işık, E. (2024). Temporal Analysis of Factors Influencing Countries' Maritime Trade Performance with CRITIC-based VIKOR Method. *Journal of ETA Maritime Science*, 12(2), 213-223. <https://doi.org/10.4274/jems.2024.55798>
- Alrababah, S. A. A. & Gan, K. H. (2023). Effects of the Hybrid CRITIC–VIKOR Method on Product Aspect Ranking in Customer Reviews. *Applied Sciences*, 13(16), 9176, 1-14. <https://doi.org/10.3390/app13169176>
- Amin, F. u., Dong, Q.-L., Grzybowska, K., Ahmed, Z. & Yan, B.-R. (2022). A Novel Fuzzy-Based VIKOR–CRITIC Soft Computing Method for Evaluation of Sustainable Supply Chain Risk Management. *Sustainability*, 14(5), 2827, 1-15. <https://doi.org/10.3390/su14052827>
- Ayın, E. (2023). *ok Kriterli Karar Verme: Bilgisayar Uygulamalı özümmler* (Genişletilmiş 3. Basım), Nobel Akademik Yayıncılık.
- Chen, Y.-L., Shen, S.-L. & Zhou, A. (2022). Assessment of red tide risk by integrating CRITIC weight method, TOPSIS-ASSETS method, and Monte Carlo simulation. *Environmental Pollution*, 314, 120254, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120254>
- Demir, H. (2021), *Irak Enerji Kaynaklarının Yönetimi: Anayasal Tartışmalar İhtilaflar Türkiye ile İlişkiler* (Birinci Baskı), Anlam Yayıncılık.
- Deste, M. & Gül Savaşkan, A. (2021). E-Ticaret İşletmelerinin Kargo Firması Seçimi Üzerine VIKOR Yöntemiyle Bir Uygulama. *Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1), 4-21. <https://doi.org/10.47525/ulasbid.818878>
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G. & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The CRITIC method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H)
- Elsotohy, A. M., Soliman, A. M. A., Adail, A. S., Eisa, A. A. & Othman, E.-S. A. (2023). Comprehensive power quality performance assessment for electrical system of a nuclear research reactor. *Scientific Reports*, Volume 13, 9915, 1-16. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36692-2>
- Energy Institute, (2025). *2025 / 74th edition Statistical Review of World Energy*. 8 Temmuz 2025 tarihinde <https://www.energyinst.org/statistical-review/resources-and-data-downloads> adresinden erişildi.
- Feng, Z., Li, G., Wang, W., Zhang, L., Xiang, W., He, X., Zhang, M. & Wei, N. (2023). Emergency logistics centers site selection by multi-criteria decision-making and GIS. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 96, 103921, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103921>
- Gao, X., Guan, Y., Sun, D., Liu, L., Yang, J., Wang, Z., Guo, Z., Wang, Y. & Gong, G. (2022). An Ecological, Power Lean, Comprehensive Marketing Evaluation System Based on DEMATEL–CRITIC and VIKOR: A Case Study of Power Users in Northeast China. *Energies*, 15(11), 3986, 1-18. <https://doi.org/10.3390/en15113986>
- Ghosh, S., Raut, R. D., Cheikhrouhou, N., Sinha, S. & Ray, A. (2023). Attaining Sustainable Development Goals through embedding circular economy principles: Evidence from food processing small- and medium-sized enterprises in India. *Business Strategy and the Environment*, 33(3), 2193–2224. <https://doi.org/10.1002/bse.3591>
- Hacıfettahoğlu, Ö. & Perçin S. (2020). Bütünleşik ÇKKV yaklaşımı ile finansal boyutta Türk inşaat firmalarının performansının değerdendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22 (2), 543-567. <http://dx.doi.org/10.16953/deusosbil.512472>

- İnanır, M., & Deste, M. (2021). KBRN Personel Koruyucu Elbise Seçimi Üzerine AHP ve VIKOR Yöntemleriyle Bir Uygulama. *R&S - Research Studies Anatolia Journal*, 4(3), 207-221. <https://doi.org/10.33723/rs.958894>
- Jahan, A., Mustapha, F., Ismail, M. Y., Sapuan, S. M. & Bahraminasab, M. (2011). A comprehensive VIKOR method for material selection. *Materials & Design*, 32(3), 1215-1221. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.10.015>
- Karaman, B. & Çerçioğlu, H. (2015). 0-1 Hedef Programlama Destekli Bütünleşik AHP-VIKOR Yöntemi: Hastane Yatırımı Projeleri Seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(4), 567-576.
- Kuleli, Ö. (1981). *Petrol Arıtım Teknolojisi* (Birinci Baskı), Çağlayan Kitabevi.
- Kumaran, S. (2022). Financial performance index of IPO firms using VIKOR-CRITIC techniques. *Finance Research Letters*, Volume 47, Part A, 102542, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102542>
- Li, X., Han, Z., Yazdi, M. & Chen, G. (2022). A CRITIC-VIKOR based robust approach to support risk management of subsea pipelines. *Applied Ocean Research*, Volume 124, 103187. <https://doi.org/10.1016/j.apor.2022.103187>
- Mahmood, T., Ali, Z. & Naeem, M. (2023). Aggregation operators and CRITIC-VIKOR method for confidence complex q-rung orthopair normal fuzzy information and their applications. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, 8(1), 40-63. <https://doi.org/10.1049/cit2.12146>
- Ocampo, L., Aro, J. L., Evangelista, S. S., Maturan, F., Casinillo, L., Yamagishi, K. & Selerio Jr., E. (2023). Composite ecotourism potential index based on an integrated stochastic CRITIC-weighted sum method. *Current Issues in Tourism*, 26(15), 2513–2542. <https://doi.org/10.1080/13683500.2022.2090906>
- Opricovic, S. & Tzeng, G.-H. (2002). Multicriteria Planning of Post-Earthquake Sustainable Reconstruction. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 17(3), 211–220. <https://doi.org/10.1111/1467-8667.00269>
- Opricovic, S. & Tzeng, G.-H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445-455. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1)
- Ou Yang, Y.-P., Shieh, H.-M. & Tzeng, G.-H. (2013). A VIKOR technique based on DEMATEL and ANP for information security risk control assessment. *Information Sciences*, Volume 232, 482–500. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2011.09.012>
- Özsoy, O. (2014). *İktisatçılar ve İşletmeciler İçin İstatistik* (4. Baskı), Siyasal Kitabevi.
- Peteiro-Barral, D., Remeseiro, B., Méndez, R. & Penedo, M. G. (2017). Evaluation of an automatic dry eye test using MCDM methods and rank correlation. *Medical & Biological Engineering & Computing*, Volume 55, 527–536. <https://doi.org/10.1007/s11517-016-1534-5>
- Qi, Y., Han, J., Lu, X., Wang, Z., Ren, H. & Zhang, X. (2024). A study on satisfaction evaluation of Chinese mainstream short video platforms based on grounded theory and CRITIC-VIKOR. *Heliyon*, 10(9), e30050, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30050>
- Raad, N. G. (2019). A strategic approach to tourism development barriers in Iran. *Journal of Tourism & Hospitality*, 8(3), 410, 1-8. <https://doi.org/10.35248/2167-0269.19.8.410>
- Saraji, M. K., Aliasgari, E. & Streimikiene, D. (2023). Assessment of the challenges to renewable energy technologies adoption in rural areas: A Fermatean CRITIC-VIKOR approach. *Technological Forecasting & Social Change*, Volume 189, 122399, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122399>

- Sayadi, M. K., Heydari, M. & Shahanaghi, K. (2009). Extension of VIKOR method for decision making problem with interval numbers. *Applied Mathematical Modelling*, 33(5), 2257–2262. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2008.06.002>
- Shekhovtsov, A. & Sałabun, W. (2020). A comparative case study of the VIKOR and TOPSIS rankings similarity. *Procedia Computer Science*, 176, 3730–3740. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.014>
- Shi, H., Li, Y., Jiang, Z. & Yan, J. (2020). Comprehensive evaluation of power quality for microgrid based on CRITIC method. *2020 IEEE 9th International Power Electronics and Motion Control Conference (IPEMC2020-ECCE Asia)*, Nanjing, China, ss. 1667-1669, <https://doi.org/10.1109/IPEMC-ECCEAsia48364.2020.9368175>
- Tabak, Ç., Yıldız, K. & Yerlikaya, M. A. (2019). Logistic location selection with CRITIC-AHP and VIKOR integrated approach. *Data Science and Applications*, 2(1), 21-25.
- Tripathi, D. K., Nigam, S. K., Cavallaro, F., Rani, P., Mishra, A. R. & Hezam, I. M. (2023). A Novel CRITIC-RS-VIKOR Group Method with Intuitionistic Fuzzy Information for Renewable Energy Sources Assessment. *Group Decision and Negotiation*, Volume 32, 1437–1468. <https://doi.org/10.1007/s10726-023-09849-7>
- Uğur, L. O., Erdal, M. & Üçkardeşler, A. (2018). Çatı Kaplama Malzemesi Seçiminde VIKOR Çok Kriterli Karar Verme Yönteminin Uygulanması. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 7(2), 117-130.
- Wen, X., Nie, Y., Du, Z. & Huang, L. (2022). Operational safety assessment of straddle-type monorail vehicle system based on cloud model and improved CRITIC method. *Engineering Failure Analysis*, 139, 106463, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106463>
- Weng, X. & Yang, S. (2022). Private-Sector Partner Selection for Public-Private Partnership Projects Based on Improved CRITIC-EMW Weight and GRA -VIKOR Method. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, Volume 2022, Article ID 9374449, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2022/9374449>
- Yang, K., Duan, T., Feng, J. & Mishra, A. R. (2022). Internet of things challenges of sustainable supply chain management in the manufacturing sector using an integrated q-Rung Orthopair Fuzzy-CRITIC-VIKOR method. *Journal of Enterprise Information Management*, 35(4/5), 1011-1039. <https://doi.org/10.1108/JEIM-06-2021-0261>
- Yupapin, P., Trabelsi, Y., Nattappan, A. & Boopathi, S. (2023). Performance Improvement of Wire-Cut Electrical Discharge Machining Process Using Cryogenically Treated Super-Conductive State of Monel-K500 Alloy. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Mechanical Engineering*, Volume 47, 267-283. <https://doi.org/10.1007/s40997-022-00513-0>
- Zafar, S., Alamgir, Z. & Rehman, M. H. (2021). An effective blockchain evaluation system based on entropy-CRITIC weight method and MCDM techniques. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 14(5), 3110–3123. <https://doi.org/10.1007/s12083-021-01173-8>
- Zhang, Y., Yu, Z., Zhang, J. & Zhang, W. (2024). Research on China's regional carbon quota allocation based on the entropy weight-TOPSIS method and CRITIC-VIKOR model. *Environment, Development and Sustainability*, 23 pages, <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04804-1>
- Zhao, G., Kang, T., Guo, J., Zhang, R. & Li, L. (2019). Gray Relational Analysis Optimization for Coalbed Methane Blocks in Complex Conditions Based on a Best Worst and Entropy Method. *Applied Sciences*, 9(23), 5033, 1-16. <https://doi.org/10.3390/app9235033>