

Türkiye Elektrik Dağıtım Şirketlerinin Tedarik Sürekliliği Kalitesinin Bulanık AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

Aygülen KAYAHAN KARAKUL *

Aytuğ TORUN **

ÖZ

21. yüzyılda enerji, insanlığın toplumsal devamlılığı için vazgeçilmez hale gelmiştir. Sanayi, tarım, bankacılık, haberleşme, iletişim, eğitim, sağlık, güvenlik gibi birçok alanda gündelik yaşamın devam etmesi için kesintisiz enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada en önemli enerji kaynaklarının başında gelen elektrik enerjisinin tedarik sürekliliği konusu incelenmiştir. Çalışmada, Türkiye'deki elektrik dağıtım şirketlerini tedarik sürekliliği kalitesi bakımından sıralamak amaçlanmıştır. Çalışmanın kriterleri, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından belirlenmiş olan tedarik sürekliliği kalitesi kriterleridir ve alternatifler Türkiye'de faaliyet gösteren 21 elektrik dağıtım firmasıdır. Kriterlerin ağırlıklandırılması Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) ile yapılmış, alternatiflerin sıralanması TOPSIS yöntemi ile yapılmıştır. BAHP ile, nitelikler arası keskin geçişler yerine dereceli geçişleri dikkate alan Bulanık Mantık algoritmaları hesaba katılarak yapıldığından karar vericilerin yargıları klasik yöntemlere göre daha gerçeğe yakın temsil edilmiştir. Alternatiflerin sıralanması aşamasında ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olacak şekilde bir algoritması bulunan TOPSIS yöntemi başarı ile uygulanmıştır. Uygulanan BAHP algoritması sonrasında Bildirimsiz Ortalama Kesinti Süresi ve Bildirimsiz Ortalama Kesinti Sıklığı kriterlerinin en yüksek ağırlıklara (sırasıyla %35,02 ve %28,16) sahip olduğu görülmüştür. Sıralama sonuçlarına göre ilk beş sırada AKEDAŞ, İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş., Kayseri ve Civarı Elektrik T.A.Ş. Meram Elektrik Dağıtım A.Ş. ve Uludağ Elektrik Dağıtım A.Ş. en yüksek tedarik kalitesi performansına sahip şirketler olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Türkiye Elektrik Dağıtım Şirketleri, Bulanık AHP, TOPSIS

JEL Sınıflandırması: C02, C44, L94.

Evaluation of Supply Continuity Quality of Türkiye Electricity Distribution Companies with Fuzzy AHP and TOPSIS Methods

ABSTRACT

Energy has become indispensable in the 21st century to ensure the social continuity of humanity. The supply continuity of energy is extremely and needed for the continuity of daily life in banking, communication, education, health and security fields as well as to maintain production in industry and agriculture sectors. In this research the supply continuity of electricity energy is examined. It is aimed to make a ranking of electricity distribution companies in Türkiye according to their quality of supply continuity. The criteria in the problem are the ones that Energy Market Regulatory Authority detrained for the quality of supply continuity and the alternatives are the 21 firms that are responsible to distribute electricity energy in Türkiye. The prioritization and weighting of criteria has been done with the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) and the ranking of alternatives has been done with TOPSIS method. Since the transition of qualities are done with the

*Doç. Dr. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü. aygulen.kayahan@ikcu.edu.tr. ORCID Bilgisi: 0000-0002-8310-1709

** Yüksek Lisans Öğrencisi. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Bölümü. aytugtorunn@gmail.com, ORCID Bilgisi: 0009-0001-7598-9074

(Makale Gönderim Tarihi: 25.02.2025 / Yayına Kabul Tarihi:08.12.2025)

Doi Number: 10.18657/yonveek.1646370

Makale Türü: Araştırma Makalesi

gradually passing characteristic of fuzzy logic algorithms, instead of sharp transition, the FAHP has been represented the judgments of decision makers more realistic than the classical methods. The TOPSIS method has been successfully applied which has an algorithm of finding the nearest to the ideal solution and the farthest from the negative ideal solution. After application of BAHF algorithm, it is found that the criteria of Average Downtime Without Notification and the Average Frequency of Interruptions Without Notification have the highest value of weight (35,02 % and 28,16% respectively). The first five ranking is determined as AKEDAŞ; İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş.; Kayseri & Civarı Elektrik T.A.Ş.; Meram Elektrik Dağıtım A.Ş. and Uludağ Elektrik Dağıtım A.Ş. respectively.

Key Words: Türkiye Electricity Distribution Companies, Fuzzy AHP, TOPSIS.

JEL Classification: C02, C44, L94.

GİRİŞ

21. yüzyılda insanlığın enerjiye bağımlılığı nedeniyle enerji kaynaklarının yeniden üretimi kadar dağıtımı da toplumsal yaşamın sürdürülmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Dünya Ekonomik Forumu'nun Küresel Riskler Raporu'na göre 2024 yılı için temel krizler; yiyecek tedarik zincirindeki bozulmalar ile enerji tedarik zincirindeki bozulmalar olarak belirlenmiştir (WEF, 2024). Enerji kaynaklarındaki kısa süreli bir kesinti bile küresel çapta ekonomik ve sosyal faaliyetlerde aksamalara neden olmaktadır. Enerjinin kesintisiz bir şekilde kullanıcılara aktarılmasına enerji güvenliği adı verilmektedir (Ang vd., 2015). Enerji güvenliği tanımlanırken; enerji kaynaklarının varlığından sonra bu kaynaklara erişim olanakları ve ekonomik olmasına ek olarak son yirmi yılda bu kavram çevresel duyarlılığın artışı ile enerji verimliliğini de kapsayacak şekilde sürdürülebilirlik boyutuyla ele alınmaya başlamıştır (Çetinkaya ve Şahin, 2024). Bugün enerji güvenliğinin sağlanması konusunda bilim insanları, enerji alanındaki politikaların belirlenmesinde karar verici konumda olanlar ve enerjiden faydalanan tüm kesimler hemfikirdir (Blumer vd., 2015).

Elektrik enerjisi, kullanıcı dostu ve esnekliğinin yüksek olması sayesinde son yıllarda talebi gittikçe artan bir enerji türüdür (Chalvatzis vd., 2009). Dünya çapında birçok ülkede, enerji piyasalarındaki özelleştirmeler ve yasal düzenlemeler, elektrik dağıtım şirketlerinin güvenilir ve kesintisiz enerji sağlamaları konusunda rekabet yaratmıştır (Gono vd., 2007).

Türkiye'deki elektrik enerjisi dağıtımını devlet denetimli özel kurumlarca gerçekleştirilmektedir. 1970 yılında kurulmuş olan Türkiye Elektrik Kurumu (TEK), 1994 yılında Türkiye Elektrik Üretim İletim A.Ş. (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) olarak ikiye ayrılmış; böylece üretim ve iletim hizmetleri TEAŞ'a, dağıtım hizmetleri ise TEDAŞ'a verilmiştir. 2001 yılı itibari ile TEAŞ; Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ), Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) ve Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. (TETAŞ) olarak üç devlet teşekkülü olarak yapılandırılmıştır. TEDAŞ'ın taşra teşkilatı 2004 yılında özelleştirilme programına alınmış, Türkiye 21 dağıtım bölgesine ayrılarak 2013 sonu itibariyle bu bölgelerdeki şirketlere devredilme işlemleri tamamlanmıştır. Böylece elektrik dağıtımını özel şirketlerce yapılar hale gelmiştir (TEDAŞ, 2024a). Bu faaliyetler 2013 tarihli ve 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında gerçekleştirilmiştir (EPDK, 2014).

2025 yılı itibariyle Türkiye’de elektrik dağıtımından sorumlu 21 şirket bulunmaktadır. Bu şirketler ve hizmet verdikleri iller Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye Elektrik Dağıtım Şirketleri ve Hizmet Yerleri

Şirket	Hizmet Yerleri	Şirket	Hizmet Yerleri	Şirket	Hizmet Yerleri
ADM	Aydın, Denizli, Muğla	ÇORUH	Giresun, Gümüşhane, Trabzon, Rize, Artvin	OSMANGAZİ	Eskişehir, Bilecik, Kütahya, Uşak, Afyonkarahisar
AKDENİZ	Antalya, Burdur, Isparta,	DİCLE	Diyarbakır, Şanlıurfa, Mardin, Batman, Siirt, Şırnak	SAKARYA	Sakarya, Kocaeli, Düzce, Bolu
AKEDAŞ	Kahramanmaraş, Adıyaman	FIRAT	Elâzığ, Malatya, Tunceli, Bingöl	TOROSLAR	Adana, Mersin, Hatay, Osmaniye, Gaziantep, Kilis
ARAS	Erzurum, Erzincan, Ağrı, Kars, Ardahan, Iğdır, Bayburt	GDZ	İzmir, Manisa	TRAKYA	Edirne, Tekirdağ, Kırklareli
BAŞKENT	Ankara, Kırıkkale, Çankırı, Karabük, Zonguldak, Bartın, Kastamonu	İSTANBUL AN. YK.	İstanbul Anadolu Yakası	ULUDAĞ	Bursa, Balıkesir, Çanakkale, Yalova
BOĞAZİÇİ	İstanbul Yakası, Avrupa	KAYSERİ VE CİVARI	Kayseri	VANGÖLÜ	Van, Muş, Bitlis, Hakkâri
ÇAMLİBEL	Tokat, Yozgat, Sivas,	MERAM	Konya, Aksaray, Kırşehir, Nevşehir, Niğde, Karaman	YEŞİLIRMAK	Sinop, Ordu, Samsun, Amasya, Çorum

Kaynak: TEDAŞ, 2024b

TEDAŞ; elektrik dağıtım şirketlerinin denetim, kontrol, proje onay ve tesis kabulü, kamulaştırma işlemleri, elektrik enerjisinin dağıtımına uygun biçimde yürütülmesi, dağıtım varlıklarını işletmek/işletme hakkını devretmekten sorumlu olan, özette yönetim ve denetim işlevini gerçekleştiren kamu kurumudur (TEDAŞ, 2024c).

Elektrik dağıtım alanındaki firmaların, elektrik tedarik sürekliliği kalitesini sağlamaları gerekmektedir. Öte yandan tedarik sürekliliği kalitesindeki artış bu firmaların rekabet avantajı elde etmelerinde, müşteri memnuniyetini artırmalarında ve TEDAŞ tarafından yürütülmekte olan denetim faaliyetlerinde başarılı olmalarında etkili olacaktır. Elektrik dağıtım şirketleri, tüketicilere kesintisiz enerji sağlama sorumluluğunu üstlenirken, aynı zamanda kendileri için maliyetleri kontrol altında tutmalı ve operasyonel verimliliklerini arttırmalıdır. Bu noktada; etkin bir tedarik sürekliliği kalitesi, şirketlerin hedeflerine ulaşmalarında kilit bir rol oynayarak, pozitif yönlü ilişkide olduğu verimliliği de arttıracaktır (Khan ve Darrab, 2010).

Türkiye’de enerji piyasalarındaki düzenlemeler sonrasında oluşturulan yasal metinlerde elektrik enerjisi tedarikinin nasıl yapılacağına ilişkin gereklilikler belirtilmiştir. Elektrik Piyasasında Dağıtım ve Perakende Satış Faaliyetlerine

İlişkin Kalite Yönetmeliği'nin 7. maddesine göre, “Tedarik sürekliliği kalitesi; dağıtım sistemi kullanıcılarına düşük maliyetle, mümkün olan asgari kesinti süresi ve sıklığı ile elektrik enerjisi sunabilme kapasitesi” olarak belirtilmiştir (EPDK, 2020). Tedarik sürekliliği kalitesinin artırılması elektrik dağıtım şirketlerinin tedarikçileriyle güçlü ilişkiler kurmasını, etkin risk yönetimini ve acil durum planlarına sahip olmasını gerektirir.

Bu araştırmada, Türkiye’de faaliyet gösteren elektrik dağıtım alanındaki şirketlerin tedarik sürekliliği kalitesine göre değerlendirilmesinin yapılması amaçlanmıştır. Literatürde henüz böyle bir çalışmaya rastlanmamıştır. Elektrik dağıtım şirketlerinin tedarik sürekliliği kalitesine göre sıralanması, alt sıralarda olan şirketlerin üst sıralardaki şirketleri, enerji güvenliğini sağlamadaki acil eylem planları, sürekliliği sağlayacak maddi önlemlerinin neler olduğu, operasyonel verimliliklerini arttırmak için neler yaptıkları vb. diğer iyi uygulamaları örnek almalarını sağlayacaktır. Gerek sıralamada sonda kalan firmalarda iyileştirme yapılabilmesi, gerekse sıralamada önde yer alan şirketlerdeki iyi uygulamaların paylaşılması elektrik dağıtım sektöründeki kaliteyi ve ona bağlı olarak verimliliği de arttıracaktır. Dolayısıyla çalışmanın özgün değeri hem literatüre yapacağı katkılar hem de pratikte elektrik dağıtım alanındaki enerji tedarik sürekliliğinin sağlanması konusunda yapacağı olası katkılarla ifade edilebilir.

Belirli kriterlere göre belirli alternatiflerin sıralanması problemi, birbiri ile çatışan nitel ve nicel kriterleri barındıran bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir. ÇKKV problemleri birden çok kriter optimize edilerek olası çözüm kümeleri arasından en iyisinin seçilmesini sağlayan problemlerdir ve karar verme sürecini bilimsel bir temele dayandırarak rasyonel ve etkili kararlar alınabilmesini sağlar (Turan, G :2015, s.15). Ayrıca ÇKKV yöntemleri iktisadi, askeri, üretim ve yatırımla ilgili kararların alınmasında kullanılabilen, birden çok seçenek arasından seçim yapılmasını ya da bu alternatiflerin sıralanmasını içermektedir (Gavade, 2014). Bu sebeplerle bu çalışmada, ÇKKV yöntemleri kullanılmıştır. Bunlardan en çok kullanılanı, nitel kriterleri de dikkate alabilen ve uzman yargılarını kendi içerdiği bir ölçekle modelleyebilen Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP) yöntemidir. Bu çalışmada, kriterlerin önem ağırlıklarının bulunması için uzman görüşlerine başvurulmuş, bu görüşler AHP’nin Saaty ölçeği ile alınarak Bulanık AHP yöntemi ile modellenmiştir. Bulanık ÇKKV yöntemleri, uzman görüşlerini sayısallaştırırken kategoriler arasındaki dereceli geçişleri dikkate aldığından gerçeğin daha iyi temsilini sağlar. Bu sebeple de Bulanık AHP yöntemi, uzman yargılarının modellenmesini klasik olana göre daha iyi yaptığı için bu çalışma için daha uygundur. Çalışmanın alternatifleri ideal çözüme yakın olma ve aynı anda negatif ideal çözüme uzak olma durumlarına göre değerlendirme yapabildiği için TOPSIS yöntemi ile sıralanmıştır.

Çalışmadaki diğer bölümler şu şekilde oluşturulmuştur: İkinci bölümde enerji alanında yapılmış ve ÇKKV yöntemlerini kullanan literatür taramasına yer verilmiş, üçüncü bölümde metodoloji açıklanmış, dördüncü bölümde kullanılan veri seti ve uygulama açıklanmış, beşinci bölümde ise sonuçlar ve öneriler verilmiştir.

I. LİTERATÜR TARAMASI

Enerji sektörü de dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren şirketlerin finansal performanslarına göre sıralanması sıklıkla yapılan çalışmalardandır. Örneğin Borsa İstanbul’da kayıtlı olan ve enerji alanında faaliyet gösteren şirketlerin Kamuyu Aydınlatma Platformu’ndan alınan mali tablolarındaki verilerine göre finansal performanslarına ilişkin birçok sıralama çalışması yapılmıştır (Örneğin bkz. Metin vd, 2017; Bağcı ve Yiğiter, 2019; Mercan ve Çetin, 2020; Terzioğlu vd, 2022; Sönmez vd, 2023). Ancak literatürde çeşitli firmaların tedarik sürekliliği kalitesine göre ÇKKV yöntemleri ile yapılmış bir sıralamasına rastlanmamıştır. Dolayısıyla literatür taraması enerji problemlerinin çözümünde ÇKKV yöntemlerini kullanan çalışmaların incelenmesi olarak daha geniş bir çerçeveden ele alınmıştır.

Atıcı ve Ulucan (2009) araştırmalarında enerji ve çevre konularındaki ÇKKV yöntemleri kullanarak enerji politikaları analizi, elektrik enerjisi planlaması, teknoloji seçimi ve proje değerlendirmesi, enerji üretimi ve yönetimi, enerji ile ilişkili çevre politikaları analizi, enerji ile ilişkili çevresel kontrol ve yönetim gibi konularda çalışmaları örneklendirmişlerdir. Çalışmanın uygulama bölümünde; Türkiye’de yapılmış 13 adet hidroelektrik santrali projesi ELECTRE-III yöntemi ve 7 adet rüzgâr enerjisi projesi PROMETHEE yöntemi ile sıralanmıştır.

Sağır ve Doğanalp (2016) Türkiye için enerji kaynaklarının değerlendirmesini yapmışlar, enerji alternatifleri ve yenilenebilir enerji alanındaki ÇKKV yöntemleri kullanılan çalışmaları incelemişlerdir. Yenilenebilir enerji, fosil enerji ve nükleer enerji olarak belirledikleri üç alternatifin sıralamasını, belirledikleri 12 kriterin ağırlıklarını Bulanık TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir.

Metin vd. (2017) Borsa İstanbul’da kayıtlı olan ve enerji alanında çalışan firmaların 2010-2015 dönemleri için TOPSIS ve MOORA yöntemleri ile finansal performanslarının değerlendirmesini yapmışlardır. Araştırmalarında Kamuyu Aydınlatma Platformu’ndan aldıkları finansal verileri kullanmışlar ve 11 firmayı finansal performanslarına göre sıralamışlardır.

Kumar vd. (2017) sürdürülebilir enerji gelişimi alanında ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı çalışmaları incelemişlerdir. Araştırmalarında AHP ve TOPSIS’i de içeren yöntemlerle yapılan enerji planlaması çalışmalarını gözden geçirmişler, yöntemlerin avantaj ve dezavantajlarına yer vererek enerji planlaması, yönetimi, lojistiği ve tedariki, enerjinin finansal yönetimi, risk analizi ve ekonomi politikası gibi konularda yapılan çalışmaları örneklendirmişlerdir.

Lee ve Chang (2018) Tayvan’da yenilenebilir enerji kaynaklarının sıralanması için yaptıkları çalışmada Ağırlıklı Ortalama, VIKOR, TOPSIS ve ELECTRE yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmanın alternatifleri olarak biyokütle, güneş, rüzgâr, jeotermal ve hidroelektrik enerjiyi belirlemişlerdir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında Shannon Entropi yöntemini kullanmışlar, alternatiflerin sıralanmasında da dört ÇKKV yöntemini kullanarak sonuçları karşılaştırmışlardır.

Ren ve Dong (2018), elektrik enerjisi arzının sürekliliğinin sağlanması ve güvenliği ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, BRICS ülkelerini belirledikleri göstergelere göre sıralamışlardır. Veri setlerini Uluslararası Enerji Ajansı'ndan temin ederek kriterlerin ağırlıklandırılmasını Bulanık AHP ile; alternatiflerinin sıralanmasını Gri İlişkisel Analiz ile yapmışlardır.

Engin vd. (2018) araştırmalarında, yenilenebilir enerji alternatifleri alanında ÇKKV yöntemleri kullanılan çalışmaları incelemişlerdir. Araştırmalarında 2009 ve 2018 yılları arasında AHP ve TOPSIS yöntemlerini de içeren elektrik üretim planlaması, enerji santrali seçimi, enerji projesinin seçimi, enerji sektörüne yapılacak ilave yatırımların değerlendirilmesi gibi konularda yapılan çalışmaları örneklendirmişlerdir.

Solangi vd. (2019), çalışmalarında Pakistan' da sürdürülebilir enerji planlaması için enerji stratejilerini değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında SWOT analizi ile belirledikleri kriterlerin ağırlıklandırılmasında AHP yöntemi ve 13 alternatif stratejinin sıralanmasında ise Bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır.

Ziembra (2022) çalışmasında, belirli ülkeleri 2015-2018 yılları arasındaki dört yıl için enerji güvenliklerine göre SAW, Bulanık SAW ve NEAT F-PROMETHEE yöntemlerini kullanarak sıralamasını yapmıştır. Sonrasında bu dört yılın verilerini kullanarak 2025 yılı için ülkelerin enerji güvenliklerini tahmin etmiştir. Türkiye'nin de dahil olduğu 24 ülkeyi enerjinin kesintisiz iletimi bağlamında değerlendirdiği enerji güvenliklerine göre sıralarken, veri setlerini Küresel Enerji Enstitüsü' nün Uluslararası Enerji Güvenliği Riski Raporu Endeksi'nden (IESRI) almıştır.

Emre-Aysin ve Çalmaşur (2022) Veri Zarflama Analizi kullanarak yaptıkları araştırmalarında; Türkiye'deki elektrik dağıtım şirketlerinin performanslarını analiz etmiş, enerji kaynaklarının etkin kullanımı konusunda şirketleri sıralayarak birbirine göre durumlarını ortaya koymuşlardır.

Sönmez vd. (2023) Borsa İstanbul'da 2021 yılında işlem gören 5 enerji firmasının 2021 yılı için finansal performans değerlendirmesini TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada Kamuyu Aydınlatma Platformu'ndan aldıkları finansal verilerini kullanmışlar, kriterleri firmaların bilanço ve gelir tablolarından elde etmişlerdir.

Brodny ve Tutak (2023) çalışmalarında, Avrupa Birliği'ne üye olan ülkeleri, Ukrayna'daki savaş esnasında enerji güvenlik düzeylerine göre sıralamışlardır. Enerji güvenliliği ile ilişkili olan kriterleri belirleyerek veri setlerini Eurostat veri tabanından almışlardır. Kriterleri, CRITIC yöntemi ile ağırlıklandırmış, alternatif ülkeleri 2010- 2020 arasındaki yıllar için ayrı ayrı Gri İlişkisel Analiz ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak sıralamışlardır.

II. YÖNTEM

Bulanık AHP, çalışmadaki nitel kriterleri de değerlendirmeye alabilen, içinde tutarlılık hesabı algoritması olan ve bulanık mantığın karar vericilerin yargılarının klasik yöntemlere kıyasla daha iyi temsilinin sağlandığı yöntemidir. TOPSIS de alternatifleri uzaklık kriterine göre sıralayabilme özelliğine sahiptir. Bu bölümde, çalışmada kullanılan Bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerinin teorik temelleri ve uygulama adımları detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

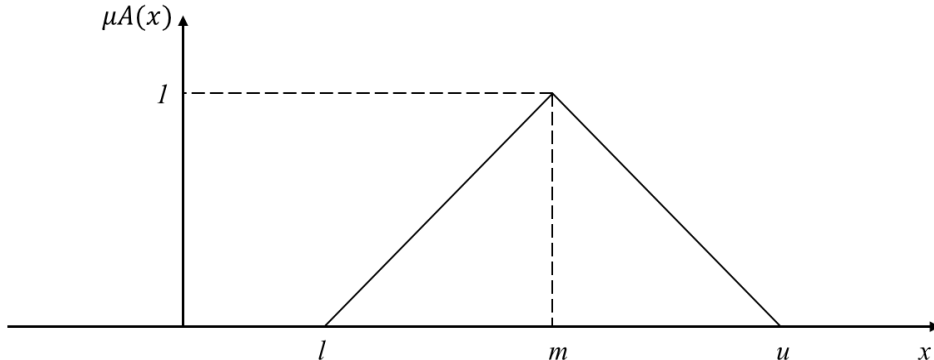
A. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (Bulanık AHP)

Bulanık Mantık

Klasik Küme Teorisinde nesnelerin kümelerine ait olmaması durumu “elemanı değildir” sembolü ($\notin$) ya da 0 ile gösterilir. Nesnelerin kümeye ait olması ise “elamandır” ($\in$) sembolü ya da kısaca 1 ile gösterilir. Bulanık Küme Teorisi ise nesnelerin kümelerine üyelik dereceleri üzerine kurulmuştur ve bu dereceler $[0,1]$ arasında gerçek birer sayıya tekabül eder (Zadeh, 1965, s. 339-340). Klasik mantıkta, değerler, yargılar veya tercihler ifade edilirken, varlık-yokluk üzerine karar verilir ve kesinlik vardır. Örneğin; “Hava sıcak” söylemiyle herkes için aynı sıcaklığın kastedildiği varsayılmaktadır. Ancak buradaki sıcaklık kişilere, zamana veya başka değişkenlere göre farklılık gösterebilmektedir. Karar verme durumlarında farklılıkların da analize dahil edilmesi gerekir (Tsaur, Chang ve Yen, 2002, s. 110; Aydın, 2009, s. 89; Yılmaz, 2012, s. 338). Bunun için Zadeh (1965) tarafından ortaya koyulan Bulanık Küme teorisi, ile nesnelerin kümelerine aitlik dereceleri tanımlanmıştır. Ardından Bellman ve Zadeh (1970) tarafından karar verme problemlerinde Bulanık Mantığın nasıl kullanılacağı tanımlanmış ve Bulanık Mantık alanında günümüze kadar çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Bulanık mantık, nesnelerin nitelikleri arasındaki kategorik geçişlerin dereceli olarak yapılması esasını modelleyebilmiştir. Karar vericilerin tercihleri reel sayılar yerine belli bir komşuluğuyla birlikte ifade edilebilen bulanık sayılarla modellenir ve böylece üçgen, yamuk veya çan eğrisi şeklinde bulanık sayılar kullanılarak (Yılmaz, 2012, s. 338) kategoriler arası geçişler dereceli olarak modellenir. Şekil 1’de üyelik fonksiyonu görülen üçgensel bulanık sayılarda “l” alt sınırı (lower), “m” orta değeri (middle) ve “u” ise üst sınırı (upper) ifade etmektedir.

Şekil 1: Üçgensel Bulanık Sayılar için Üyelik Fonksiyonu



$A = (a_1, a_2, a_3)$ ve $B = (b, b_2, b_3)$ olmak üzere Üçgensel Bulanık Sayılar olsun. Bu bulanık sayılar üzerinde cebirsel işlemler, Eşitlik 1-7' de verildiği gibi tanımlanmıştır.

Çarpımsal Tersini alma işlemi Eşitlik 1'deki gibi tanımlanmıştır.

$$A^{-1} = \left(\frac{1}{a_3}, \frac{1}{a_2}, \frac{1}{a_1}\right) \quad (1)$$

Toplama İşlemi Eşitlik 2'deki şekilde tanımlanmıştır.

$$A \oplus B = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (2)$$

Çıkarma İşlemi Eşitlik 3'teki şekilde tanımlanmıştır.

$$A(-)B = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1) \quad (3)$$

Bir Reel Sayı ile Çarpma İşlemi Eşitlik 4 ve Eşitlik 5'teki şekilde tanımlanmıştır.

$$\forall k > 0, k \in R, kA = (ka_1, ka_2, ka_3) \quad (4)$$

$$\forall k < 0, k \in R, kA = (ka_3, ka_2, ka_1) \quad (5)$$

Çarpma İşlemi Eşitlik 6'daki şekilde tanımlanmıştır.

$$A \otimes B = (a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3) \quad (6)$$

Bölme İşlemi Eşitlik 7'deki şekilde tanımlanmıştır.

$$\frac{A}{B} = \left(\frac{a_1}{b_3}, \frac{a_2}{b_2}, \frac{a_3}{b_1}\right) \quad (7)$$

Bulanık AHP

AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemi, Thomas Saaty tarafından 1970'li yılların sonlarına doğru altyapısı kurulmaya başlamış ve 1980'li yıllarda literatüre kazandırılmış bir ÇKKV yöntemidir (Vaidya ve Kumar, 2006, s. 1; Karaoğlu ve Şahin, 2016, s. 361). Karar problemindeki öğelerin ikiserli olarak birbiriyle karşılaştırılmalarına dayalı olan bu yöntemde hem kalitatif hem kantitatif öğeler değerlendirilebilmektedir. Yöntem, önceden belirlenmiş olan ve karar üzerinde etkili olan kriterlerin birbirlerine göre üstünlük durumlarının ve derecelerinin belirlenmesini sağlamaktadır (Aydın vd., 2009, s. 72). Bulanık mantığın da gelişmesi ile AHP yöntemindeki modellemenin net(crisp) sayılarla yapılıyor oluşu ancak insan yargı ve tercihlerinin Bulanık mantık ilkelerine daha uygun olması nedenleri ile Van Laarhoven ve Pedrycz (1983), Buckley (1985) ve Chang (1996) tarafından birbirinden farklı olan ama özünde benzer bir mantık içeren Bulanık AHP yöntemleri geliştirilmiştir. Bulanık AHP yöntemi algoritmadaki adımlar arasında ilk olarak kriterlerin ikili karşılaştırmaları aşamasında dilsel ifadelerin sayısal olarak ifade edilmesi aşamasında AHP yönteminden farklılaşmaktadır. Uzman karar vericilerin yargı ya da tercihleri, üçgensel bulanık sayılar kullanılarak kesin sayıların yerine onların komşulukları da analize katılarak bir modelleme yapılmaktadır (Sofyalıoğlu, 2009). Yani karar vericilerin, kriterlere veya alternatiflere ilişkin dilsel ifadeleri, Tablo 2' de verilen sayılarla modellenmiş olmaktadır.

Tablo 2: Dilsel İfadeler ve Bulanık Karşılıkları

Dilsel İfadeler	AHP		Bulanık AHP	
	Ölçek	Karşılık Ölçeği	Ölçek	Karşılık Ölçeği
Eşit Derecede Önemli	1	1	(1,1,1)	(1,1,1)
1 ile 3 arasında	2	1/2	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)
Orta Derecede Önemli	3	1/3	(2,3,4)	(1/4, 1/3, 1/2)
3 ile 5 arasında	4	1/4	(3,4,5)	(1/5, 1/4, 1/3)
Güçlü Derecede Önemli	5	1/5	(4,5,6)	(1/6, 1/5, 1/4)
5 ile 7 arasında	6	1/6	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
Çok Güçlü Derecede Önemli	7	1/7	(6,7,8)	(1/8, 1/7, 1/6)
7 ile 9 arasında	8	1/8	(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)
Son Derece Önemli	9	1/9	(9,9,9)	(1/9, 1/9, 1/9)
Kaynak: Saaty, 1997; Kagansky vd.,2018.				

İkili karşılaştırmaların ardından “Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi” oluşturulur. Karar verici sayısının birden fazla olması durumunda, karar vericilerin verdiği yanıtlar çeşitli birleştirme operatörleri ile birleştirilir ve AHP algoritmasının uygulanabileceği Başlangıç Karar Matrisi elde edilir. Birleştirme operatörü olarak k tane karar verici için Eşitlik 8’ de verilen Geometrik Ortalama formülü kullanılabilir.

$$\tilde{r}_i = \left(\prod_{j=1}^k \tilde{d}_{ij} \right)^{\frac{1}{k}}, \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (8)$$

Chang tarafından geliştirilen Bulanık AHP algoritması aşağıdaki adımlarla uygulanır (Chang, 1996).

M_g^j ($j = 1, 2, \dots, m$) Üçgensel bulanık sayılar olmak üzere, i. *Bulanık Genişletilmiş Sentez Değer* Eşitlik 9’ da verildiği gibi elde edilir.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_g^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_g^j \right]^{-1} \quad (9)$$

Eşitlik 9’daki $\sum_{j=1}^m M_g^j$ değeri Eşitlik 10’ da verilen formülle elde edilir.

$$\sum_{j=1}^m M_g^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (10)$$

Eşitlik 9’daki diğer ifade olan $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_g^j \right]^{-1}$ değeri ise Eşitlik 11 ve Eşitlik 12’ de verilen formüllerle elde edilir.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_g^j = \left(\sum_{i=1}^n l_j, \sum_{i=1}^n m_j, \sum_{i=1}^n u_j \right) \quad (11)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_g^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (12)$$

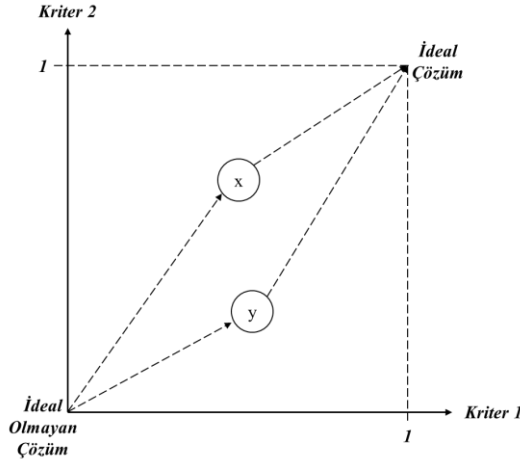
Eşitlik 9 ile elde edilen Bulanık Genişletilmiş Sentez Değerlerini sıralamak için Chang Yöntemi, Kwong Bai Yöntemi, Kareli Ortalama Yöntemi, Centroid Yöntemi gibi çeşitli yöntemler vardır. Bu çalışmada, Eşitlik 13’ te formülü verilen Üçgensel Bulanık Sayının Ağırlık Merkezine göre durulaştırıldığı Centroid Yöntemi kullanılmıştır.

$$w_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} = \frac{S_l + S_m + S_u}{\sum_{i=1}^n S_i}, \quad i = 1, \dots, n \quad (13)$$

B. İdeal Çözüme Dayalı Sıralama Tekniği (TOPSIS)

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yönteminin temelleri Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında atılmıştır (Chen, 2000, s. 2; Demireli, 2010, s. 104). TOPSIS, ÇKKV yöntemleri kullanan çalışmalarda, alternatifleri olması en iyi olan ve olması en kötü olan çözümleri uzaklıklarına göre sıralayan bir yöntemdir (Zanakis vd., 1998, s. 510-511; Shih, vd., 2007, s. 801). TOPSIS yönteminin diğer ÇKKV yöntemlerine göre, üstün olduğu taraflardan birisi de alternatif ve kriterlere ilişkin bir bağımsızlık varsayımı gerektirmemesi ve sadece ölçülebilir olmasının yeterli olmasıdır (Kim, vd., 1997, s. 27; Shih vd., 2007, s. 802). ÇKKV yöntemleri, birden çok alternatif arasından en iyisini seçmek ya da onları kendi içinde sıralamayı hedeflemektedir. Bu amaçla bugüne kadar birçok ÇKKV yöntemi geliştirilmiştir (Behzadian vd., 2012, s. 13051), ancak TOPSIS' in diğer yöntemlere nazaran daha çok kullanıldığı özellikle de performans değerlendirme çalışmalarında sıklıkla uygulandığı söylenebilir.

Şekil 2: TOPSIS Yönteminin Çalışma Prensibi



TOPSIS yönteminin algoritması altı adımda özetlenebilir (Jahanshahloo, vd., 2006, s. 1378; Ustasüleyman, 2009, s. 37-38; Behzadian vd., 2012, s. 13052):

1. Adım: Karar matrisi Eşitlik 14' teki gibi oluşturulur ki bu matriste, satırlar alternatifleri sütunlar ise kriterleri temsil etmekte, matris içindeki girdi değerleri kriterlere göre alternatiflerin aldığı değerleri vermektedir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (14)$$

2. Adım: Her bir alternatif için Eşitlik 15' te verilen ve normalizasyon olarak isimlendirilen işlem uygulanır.

$$R_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (15)$$

3. Adım: ÇKKV yönteminde eşit ağırlıkta olmayan kriterler kullanılacaksa Başlangıç Matrisinde kriterler ağırlıklarıyla çarpılmalıdır. Bu işlem için Eşitlik 16 kullanılır.

$$V_{ij} = R_{ij} \times w_{ij} \quad (16)$$

4. Adım: Başlangıç Matrisinin ağırlıklandırılması sonrasında Eşitlik 17 ve 18 kullanılarak olabilecek en iyi çözüm olarak ideal ve olabilecek en kötü çözüm olarak negatif ideal çözüm noktaları bulunur.

$$A^+ = \{(max V_{ij} | j \in I, min V_{ij} | j \in J)\} \quad (17)$$

$$A^- = \{(min V_{ij} | j \in I, max V_{ij} | j \in J)\} \quad (18)$$

Buradaki I kümesi fayda yönlü kriterler kümesi, J kümesi maliyet yönlü kriterler kümesini temsil etmektedir.

5. Adım: Bu aşamada, çalışmada kullanılan her alternatif için Eşitlik 19 ve 20 kullanılarak 4. adımda belirlenen ideal noktaya olan uzaklıklar (S^+) ve negatif ideal noktaya olan uzaklıklar (S^-) hesaplanır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (19)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (20)$$

6. Adım: Son aşamada ise TOPSIS yöntemine özgü olarak üretilen ve ideal çözüme göreli kısa mesafeyi temsil eden C_i^* değeri Eşitlik 21 ile hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, \quad 0 < C_i^* < 1 \quad (21)$$

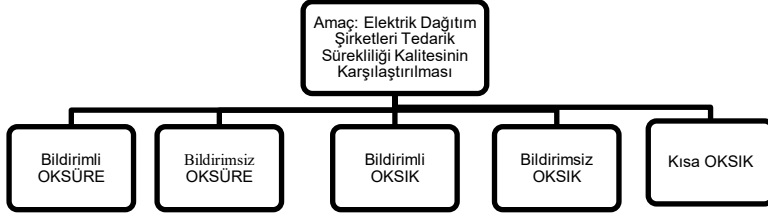
Belirlenen bu C_i^* değeri 0 ile 1 arasında yer alacak olup, elde edilen değere göre alternatifler sıralanmaktadır. Diğerlerine göre büyük değerli olan C_i^* 'ler için alternatifler de daha ön sıralarda konumlandırılır.

III. VERİ VE UYGULAMA

Gerçekleştirilen literatür taraması ve sektörde uzun yıllardır çalışmakta olan tecrübeli kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda elektrik dağıtım şirketlerinin tedarik sürekliliği kalitesi alanındaki kriterler belirlenmiştir. Bulanık AHP, karar problemlerinde karar vericilerin tercihlerinin yaklaşık değerlerle ve sayıların komşuluklarını da dikkate alarak ifade edilebilmesini sağlar (Güler ve Yomralıoğlu, 2018: 250). Ayrıca klasik ÇKKV yöntemleri, insan düşüncesinin muğlaklığını görece daha az ortaya çıkarır (Ecer, 2018b: 674). Bu çalışmadaki alternatiflerin seçimi ve sıralanması noktasında ölçümlenmiş hazır veriler olduğu için TOPSIS yönteminin kullanımı uygundur. Bu sebeplerle çalışmada, karar vericilerin tercihlerini içeren kriterlerin ağırlıklandırılması aşamasında Bulanık AHP yöntemi, alternatiflerin sıralanması aşamasında ise TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından belirlenmiş ve elektrik dağıtım şirketlerinin uymakla yükümlü olduğu tedarik sürekliliği kalitesinin kriterleri kullanılmıştır. Karar probleminin hiyerarşik yapısı Şekil 3' te verilmiştir.

Şekil 3: Problemin Hiyerarşik Yapısı



Alternatifler					
1	ADM	8	ÇORUH	15	OSMANGAZİ
2	AKDENİZ	9	DİCLE	16	SAKARYA
3	AKEDAŞ	10	FIRAT	17	TOROSLAR
4	ARAS	11	GDZ	18	TRAKYA
5	BAŞKENT	12	İSTANBUL AN. YK.	19	ULUDAĞ
6	BOĞAZİÇİ	13	KAYSERİ VE CİVARI	20	VANGÖLÜ
7	ÇAMLİBEL	14	MERAM	21	YEŞİLIRMAK

Araştırmada kullanılan kriterlere ilişkin açıklamalar aşağıda verilmiştir: (EPDK, 2020).

(K1) Bildirimli OKSÜRE: İlgili bölgede meydana gelen uzun kesintiler için bildirimli kesinti sınıflandırmasına göre ortalama kesinti süresidir.

(K2) Bildirimsiz OKSÜRE: İlgili bölgede meydana gelen uzun kesintiler için bildirimsiz kesinti sınıflandırmasına göre ortalama kesinti süresidir.

(K3) Bildirimli OKSIK: İlgili bölgede meydana gelen uzun kesintiler için bildirimli kesinti sınıflandırmasına göre ortalama kesinti sıklığıdır.

(K4) Bildirimsiz OKSIK: İlgili bölgede meydana gelen uzun kesintiler için bildirimsiz kesinti sınıflandırmasına göre ortalama kesinti sıklığıdır.

(K5) Kısa OKSIK: İlgili bölgede meydana gelen kısa kesintiler için ortalama kesinti sıklığı göstergesidir.

Hazırlanan ikili karşılaştırma ölçeği, elektrik dağıtım alanında faaliyet gösteren bir firmada çalışan üç Uzman Karar Verici tarafından doldurulmuştur. Uzmanlar sırasıyla Regülasyon alanında yönetici, Sistem İşletme ve Bakım alanında yönetici ile Regülasyon ve Operasyonel Mükemmellik alanında üst düzey yöneticidir. Araştırmada etik değerlerin korunması için uzman karar vericilere araştırma ile ilgili açıklamalar yapılmış ve ön-bilgilendirilmiş onam formları imzalatılmıştır. Tablo 2'ye göre oluşturulan kriterlerin Bulanık ikili karşılaştırma matrisleri Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo. 3 Karar Verici Matrisleri

KV-1	K1			K2			K3			K4			K5		
K1	1.00	1.00	1.00	0.14	0.13	0.11	2.00	3.00	4.00	0.14	0.13	0.11	3.00	4.00	5.00
K2	7.00	8.00	9.00	1.00	1.00	1.00	6.00	7.00	8.00	1.00	1.00	1.00	9.00	9.00	9.00
K3	0.50	0.33	0.25	0.17	0.14	0.13	1.00	1.00	1.00	0.17	0.14	0.13	2.00	3.00	4.00
K4	7.00	8.00	9.00	1.00	1.00	1.00	6.00	7.00	8.00	1.00	1.00	1.00	7.00	8.00	9.00
K5	0.33	0.25	0.20	0.11	0.11	0.11	0.50	0.33	0.25	0.14	0.13	0.11	1.00	1.00	1.00
KV-2	K1			K2			K3			K4			K5		
K1	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00	4.00	2.00	3.00	4.00	1.00	2.00	3.00	9.00	9.00	9.00
K2	0.50	0.33	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00	4.00	4.00	5.00	6.00
K3	0.50	0.33	0.25	1.00	0.50	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00	4.00
K4	1.00	0.50	0.33	0.50	0.33	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	5.00	6.00
K5	0.11	0.11	0.11	0.25	0.20	0.17	0.50	0.33	0.25	0.25	0.20	0.17	1.00	1.00	1.00
KV-3	K1			K2			K3			K4			K5		
K1	1.00	1.00	1.00	0.25	0.20	0.17	3.00	4.00	5.00	0.50	0.33	0.25	4.00	5.00	6.00
K2	4.00	5.00	6.00	1.00	1.00	1.00	4.00	5.00	6.00	2.00	3.00	4.00	9.00	9.00	9.00
K3	0.33	0.25	0.20	0.25	0.20	0.17	1.00	1.00	1.00	0.25	0.20	0.17	3.00	4.00	5.00
K4	2.00	3.00	4.00	0.50	0.33	0.25	4.00	5.00	6.00	1.00	1.00	1.00	6.00	7.00	8.00
K5	0.25	0.20	0.17	0.11	0.11	0.11	0.33	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13	1.00	1.00	1.00

Tablo 3'te görüldüğü gibi her bir Karar Verici (KV) için kriterlerin ikili karşılaştırmaları satırlarda ve sütunlarda yapılmıştır. Karşılaştırmalar Tablo 2'de yer alan Saaty ölçeğine göre yapılmış, değerlendirmeler Tablo 2'de verilen üçgensel bulanık sayılarla temsil edilmiştir. Örneğin KV-1, K2 ile K3 kriterlerinin karşılaştırılmasına “K2, K3’e göre güçlü derecede önemli” değerlendirmesini yaptığı için K2-K3 girişi Tablo 2’de görülen (6,7,8) üçgensel bulanık sayısı; K3-K2 girişi de bunun çarpımsal tersi olan yine Tablo 2’de verilmiş olan (1/8,1/7,1/6) üçgensel bulanık sayısı ile gösterilmiştir. AHP yönteminde karar vericilerin tutarlılığı, hesaplanan Tutarlılık Oranı (CR) ile değerlendirilir. Bu çalışmada, üç farklı karar vericinin yaptığı değerlendirmelerin tutarlılık oranları analiz edilmiştir. İlk karar vericinin tutarlılık oranı %8,1, ikinci karar vericinin tutarlılık oranı %4,5 ve üçüncü karar vericinin tutarlılık oranı %8,8 olarak hesaplanmıştır. Genel kabul gören %10'luk eşik değeri göz önüne alındığında, tüm karar vericilerin tutarlılık oranlarının bu sınırın altında olduğu ve değerlendirmelerinin tutarlı olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, karar vericilerin verdikleri ağırlıkların mantıklı ve içsel olarak tutarlı olduğunu göstermektedir. Üç karar vericinin karar matrisleri geometrik ortalama formülü ile birleştirilmiştir. Birleştirilmiş Karar Matrisi Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Birleştirilmiş Karar Matrisi

	K1			K2			K3			K4			K5		
K1	1.00	1.00	1.00	0.41	0.42	0.42	2.29	3.30	4.31	0.41	0.44	0.44	4.76	5.65	6.46
K2	2.41	2.37	2.38	1.00	1.00	1.00	2.88	4.12	5.24	1.59	2.08	2.52	6.87	7.40	7.86
K3	0.44	0.30	0.23	0.35	0.24	0.19	1.00	1.00	1.00	0.35	0.31	0.28	2.29	3.30	4.31
K4	2.41	2.29	2.29	0.63	0.48	0.40	2.88	3.27	3.63	1.00	1.00	1.00	5.52	6.54	7.56
K5	0.21	0.18	0.15	0.15	0.14	0.13	0.44	0.30	0.23	0.18	0.15	0.13	1.00	1.00	1.00

Karar matrisi belirlendikten sonra Bulanık AHP algoritması uygulanmıştır. Tablo 5’te örnek hesaplama verilmiştir.

Tablo 5. Bulanık AHP Hesaplaması

Karar Değişkenleri	l	m	U
K1	$1.00+0.41+2.29+0.41+4.76=8.88$	$1+0.42+3.30+0.44+5.65=10.81$	$1+0.42+4.31+0.44+6.46=12.63$
K2	14.75	16.97	19.00
K3	4.42	5.15	6.01
K4	12.44	13.58	14.88
K5	1.97	1.77	1.65
Sütun Toplamı	42.467	48.282	54.167
Çarpımsal Ters	$1/u=1/54.167=0.018$	$1/m=1/48.282=0.021$	$1/l=1/42.467=0.024$

Tablo 5’teki ilk satırda yapılan, Karar Matrisinin ilk satırındaki 5 bulanık sayının l, m ve u değerlerinin toplanması işlemi K2, K3, K4 ve K5 için de sırasıyla, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci satırlar için yapılmıştır. Böylece Eşitlik 10’ da verilen işlem uygulanmış olur. Tablo 5’te gösterilen sütun toplamının bulunması Eşitlik 11’ de verilen işleme karşılık gelmektedir. Tablo 5’te Çarpımsal Ters olarak verilen değerler ise Eşitlik 12’de verilen işleme karşılık gelmektedir. Sonraki aşamada örneğin K1 için *Bulanık Genişletilmiş Sentez Değeri* olan S_1 Eşitlik 9’daki formül kullanılarak; $(0.018*8.88, 0.021*10.81, 0.024*12.63)=(0.164, 0.224, 0.297)$ olarak hesaplanır. K2, K3, K4 ve K5 için de Eşitlik 9’daki işlemler tekrarlanarak Bulanık Genişletilmiş Sentez değerleri (S_i) bulunur. Sonrasında S_i değerleri Eşitlik 13’te verilen Centroid yöntemi ile durulaştırılmıştır. Kriterlere ilişkin S_i değerleri, durulaştırılan değerler ve yüzdelik değerleri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Ağırlıkların Bulanık, Durulaştırılmış ve Yüzdelik Değerleri

Kriterler	Bulanık Ağırlıklar(S_i)	Durulaştırılmış Değerler	Yüzde%
K1	(0.164,0.224,0.297)	0.228	22
K2	(0.272,0.352,0.448)	0.357	35
K3	(0.082,0.107,0.141)	0.110	11
K4	(0.230,0.281,0.350)	0.287	28
K5	(0.036,0.037,0.039)	0.037	4

Tablo 6'ya göre, K2 kriteri % 35,02 ile karar verme sürecinden en etkin kriter olarak belirlenmiştir. Ağırlıklandırma sıralamasına göre diğer kriterler sırasıyla; K4, (%28,16); K1 (%22,39); K3 (%10,78) ve K5 (%3,65) şeklinde sıralanmıştır. Kriter ağırlıklarından çıkarılan sonuç, elektrik enerjisi tedarik sürekliliğinin sağlanması için en önemli kriter bildirimsiz yapılan ortalama kesinti süresi, ikinci önemdeki kriter ise bildirimsiz yapılan kesinti sıklığıdır. Üçüncü sıradaki bildirimli kesinti süresi, dördüncü sıradaki bildirimli kesinti sıklığı ve sonuncu sıradaki ise kısa kesintilerin ortalama sıklığıdır. Çalışmadaki tüm kriterler için verilerin değeri arttıkça şirketler olumsuz etkilendiği için kriterler, Maliyet Kriteri olarak değerlendirilmiş ve Başlangıç Karar Matrisi EPDK'dan alınan veriler doğrultusunda Tablo 7'deki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 7. Başlangıç Karar Matrisi

	Karar Değişkenleri				
Ağırlıklar	0,22	0,35	0,11	0,28	0,04
Dağıtım Şirketi	Bildirimli OKSÜRE	Bildirimsiz OKSÜRE	Bildirimli OKSIK	Bildirimsiz OKSIK	Kısa OKSIK
ADM	824.2	746.9	3.7	15.4	5.9
AKDENİZ	765.0	1269.0	3.6	17.9	6.4
AKEDAŞ	98.9	240.1	0.4	5.7	2.1
ARAS	1.771.0	814.8	6.1	14.4	25.8
BAŞKENT	618.9	1308.6	1.7	16.9	2.3
BOĞAZİÇİ	236.8	815.4	1.8	9.6	3.2
ÇAMLİBEL	564.3	923.1	3.0	12.4	17.9
ÇORUH	775.3	1.291.6	4.9	24.8	6.7
DİCLE	1.518.2	2295.5	8.2	36.1	4.6
FIRAT	651.1	1375.2	3.6	21.4	12.3
GDZ	932.8	770.7	5.1	12.8	1.3
İSTANBUL AN. YK.	216.7	334.5	0.7	6.7	0.7
KAYSERİ VE CİVARI	377.2	420.5	1.8	10.7	13.2
MERAM	448.0	539.6	2.0	9.5	12.0
OSMANGAZİ	735.7	992.9	3.9	24.0	9.1
SAKARYA	607.7	1.329.2	3.4	29.0	7.2
TOROSLAR	1731.9	1909.7	4.7	19.5	2.3
TRAKYA	513.7	585.8	2.6	12.6	4.4
ULUDAĞ	349.7	627.8	2.1	10.5	6.0
VANGÖLÜ	1432.9	3291.3	4.8	77.5	1.0
YEŞİLIRMAK	1302.6	929.6	7.0	13.6	15.9

Kaynak: EPDK (2024)

Karar değişkenleri için Eşitlik 15'te verilen Normalizasyon işlemi yapılmıştır. Sonrasında BAHF algoritması sonrasında elde edilen kriter ağırlıkları ile çarpılarak

Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi Tablo 8’de gösterildiği gibi oluşturulmuştur.

Tablo 8. Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

	Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Değişkenleri				
Ağırlıklar	0.22	0.35	0.11	0.28	0.04
Dağıtım Şirketi	Bildirimli OKSÜRE	Bildirimsiz OKSÜRE	Bildirimli OKSIK	Bildirimsiz OKSIK	Kısa OKSIK
ADM	0.0437	0.0442	0.0213	0.0390	0.0047
AKDENİZ	0.0406	0.0752	0.0208	0.0453	0.0051
AKEDAŞ	0.0052	0.0142	0.0023	0.0144	0.0017
ARAS	0.0940	0.0483	0.0352	0.0364	0.0207
BAŞKENT	0.0328	0.0775	0.0098	0.0428	0.0018
BOĞAZİÇİ	0.0126	0.0483	0.0104	0.0243	0.0026
ÇAMLIBEL	0.0299	0.0547	0.0173	0.0314	0.0144
ÇORUH	0.0411	0.0765	0.0283	0.0628	0.0054
DİCLE	0.0806	0.1360	0.0473	0.0914	0.0037
FIRAT	0.0346	0.0814	0.0208	0.0542	0.0099
GDZ	0.0495	0.0456	0.0294	0.0324	0.0010
İSTANBUL AN. YK.	0.0115	0.0198	0.0040	0.0170	0.0006
KAYSERİ VE CİVARI	0.0200	0.0249	0.0104	0.0271	0.0106
MERAM	0.0238	0.0320	0.0115	0.0240	0.0096
OSMANGAZİ	0.0390	0.0588	0.0225	0.0607	0.0073
SAKARYA	0.0323	0.0787	0.0196	0.0734	0.0058
TOROSLAR	0.0919	0.1131	0.0271	0.0494	0.0018
TRAKYA	0.0273	0.0347	0.0150	0.0319	0.0035
ULUDAĞ	0.0186	0.0372	0.0121	0.0266	0.0048
VANGÖLÜ	0.0760	0.1949	0.0277	0.1961	0.0008
YEŞİLIRMAK	0.0691	0.0551	0.0404	0.0344	0.0128

Tablo 8’de Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisinden Tablo 9’da verilen İdeal ve Negatif İdeal Çözümler elde edilmiştir.

Tablo 9. İdeal ve Negatif İdeal Çözümler

A*	0.0052	0.0142	0.0023	0.0144	0.0006
A-	0.0940	0.1949	0.0473	0.1961	0.0207

Tablo 9’ da elde edilen ve hesaplanan veriler ile öncelikle Ayrım Ölçümleri (Si+ ve Si-) sonrasında ise İdeal Çözüme Göreli Yakınlıklar hesaplanmış ve sıralama gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Ayırım Ölçüleri İdeal Çözüme Yakınlıklar ve Şirketlerin Sıralanması

Dağıtım Şirketi	Si+	Si-	Ci*	Sıra
ADM	0.058	0.226	0.80	9
AKDENİZ	0.079	0.202	0.72	13
AKEDAŞ	0.001	0.276	1.00	1
ARAS	0.105	0.217	0.67	17
BAŞKENT	0.075	0.207	0.73	11
BOĞAZİÇİ	0.037	0.244	0.87	6
ÇAMLIBEL	0.054	0.228	0.81	8
ÇORUH	0.091	0.188	0.67	16
DİCLE	0.169	0.122	0.42	20
FIRAT	0.086	0.193	0.69	15
GDZ	0.063	0.228	0.78	10
İSTANBUL AN. YK.	0.009	0.268	0.97	2
KAYSERİ VE CİVARI	0.026	0.254	0.91	3
MERAM	0.030	0.250	0.89	4
OSMANGAZİ	0.076	0.202	0.73	12
SAKARYA	0.093	0.183	0.66	18
TOROSLAR	0.138	0.170	0.55	19
TRAKYA	0.037	0.242	0.87	7
ULUDAĞ	0.031	0.247	0.89	5
VANGÖLÜ	0.267	0.033	0.11	21
YEŞİLIRMAK	0.088	0.216	0.71	14

Tablo 10’ da görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar sonrasında oluşan sıralamaya göre AKEDAŞ, İSTANBUL AN. YK., KAYSERİ ve CİVARI şirketleri ilk üç sırada yer almıştır. Bu şirketleri sırasıyla, MERAM, ULUDAĞ, BOĞAZİÇİ, TRAKYA, ÇAMLIBEL, ADM, GDZ, BAŞKENT, OSMANGAZİ, AKDENİZ, YEŞİLIRMAK, FIRAT, ÇORUH, ARAS, SAKARYA, TOROSLAR, DİCLE, VANGÖLÜ izlemiştir. Çalışma sonucunda oluşan bu sıralamada önde olan firmalar, tedarik sürekliliği kalitesi bakımından sıralamada arkada olanlara göre daha iyi durumdadır.

IV. SONUÇ

Tedarik sürekliliği kalitesi, beklenmedik olaylar veya kesintiler karşısında bile şirketlerin faaliyetlerini sürdürebilme yeteneğini ifade eder. Elektrik dağıtım sektöründe tedarik sürekliliği kalitesi, enerji arzının kesintisiz bir şekilde sağlanmasını ve olası kesintilerin en aza indirilmesini içerir. Bu durum, elektrik dağıtım şirketlerinin tedarikçileriyle güçlü ilişkiler kurmasını, riskleri etkin bir şekilde yönetmesini ve acil durum planlarına sahip olmasını gerektirir. Yüksek tedarik sürekliliği kalitesi, müşteri memnuniyetini artırır, operasyonel maliyetleri düşürür ve şirketin itibarını güçlendirir. Bu çalışmada, Türkiye’de faaliyet yürütmekte olan 21 Elektrik dağıtım şirketinin tedarik sürekliliği kalitesi Bulanık

AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak sıralanmıştır. Bu sıralamanın ortaya çıkması üst sıralardaki şirketlerin iyi uygulamalarının alt sıralardaki şirketlerce alınacağı beklentisi ile yapılmaktadır.

Kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için elektrik dağıtım alanında uzman olan üç karar vericiye Saaty Ölçeği doldurtulmuş, karar vericilerden alınan bilgiler dilsel ifadelerin üçgensel bulanık sayı karşılıkları ile modellenmiştir. Böylece çalışmadaki nitel kriterler başarı ile sayısallaştırılmıştır. Tutarlılık analizi yapılmış yanıtlar tutarlılık oranı sınırları dahilinde kaldığından analize devam edilmiştir. Karar vericilerin görüşleri, Geometrik Ortalama Operatörü ile birleştirilerek Karar matrisine Bulanık AHP yöntemi uygulanmıştır. Bulanık AHP yönteminin kullanılması ile karar vericilerin yargılarını bulanık sayıların nesnelerinin niteliklerini belirli bir sayının komşuluğunda ifade ederek, kategoriler arasındaki geçişlerin ani olması yerine dereceli yapılabilmesi avantajını yani kısaca insan yargılarının daha gerçeğe yakın temsiliyetini sağlamıştır.

Bulanık AHP algoritması sonrasında Bildirimsiz Ortalama Kesinti Süresi (OKSÜRE) ve Bildirimsiz Ortalama Kesinti Sıklığı (OKSIK) kriterlerinin en yüksek ağırlıklara (sırasıyla %35,02 ve %28,16) sahip olduğu görülmüştür. Bu durum, elektrik dağıtım şirketlerinin performans değerlendirmesinde bu kriterlerin kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bildirimsiz kesintiler, genellikle ani ve beklenmedik olaylar sonucu meydana geldiği için, bu tür kesintilerin süresi ve sıklığı, şirketlerin operasyonel verimliliği ve müşteri memnuniyeti üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Sıralamada üstlerde olan firmalarda ani kesintilerin olmadan önlenmesi için neler yapıldığı ya da böyle bir durum oluşması anında da hiç değilse sürenin kısa tutulması için neler yapıldığı konuları incelenebilir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, kullanılan TOPSIS yöntemi sonrası elde edilen sonuçlara göre; ilk beş sırada AKEDAŞ, İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş. (İstanbul AN. YK.), Kayseri ve Civarı Elektrik T.A.Ş. (KAYSERİ VE CİVARI), Meram Elektrik Dağıtım A.Ş. (MERAM) ve Uludağ Elektrik Dağıtım A.Ş. (ULUDAĞ) en yüksek performansa sahip şirketler olarak belirlenmiştir. Bu şirketler, TOPSIS algoritmasında geçen ideal çözüme en yakın ve aynı anda negatif ideal çözüme en uzak olan şirketler olarak sıralanmışlardır. Bu sonuçlar, alternatif olarak ele alınan şirketlerin tedarik sürekliliği kalitesini yüksek seviyede tutmayı başardıklarını ve müşteri memnuniyetini sağlama konusunda başarılı olduklarını göstermektedir. Listeye sondan başa doğru bakıldığında; Vangölü Elektrik Dağıtım A.Ş. (VANGÖLÜ), Dicle Elektrik Dağıtım A.Ş. (DİCLE) ve Toroslar Elektrik Dağıtım A.Ş. (TOROSLAR) en düşük performansa sahip şirketler olarak sıralanmıştır. Bu şirketler, tedarik sürekliliği kalitesi açısından iyileştirme yapmaları gereken alanlara sahiptir. Özellikle bildirimsiz kesinti süreleri ve sıklıkları yüksek olan bu şirketler, operasyonel süreçlerini gözden geçirerek ve iyileştirme stratejileri geliştirerek performanslarını arttırabilirler. Ayrıca sıralamada sona kalan şirketler için ortak özelliklerin ne olduğu ve bu ortak özelliklerin onları sıralamada sona atıp atmadığı konularının incelenmesi, kalitenin arttırılması yolunda yapılacak bir adım olarak sayılabilir.

Sonuçlar, Aysin ve Çalmaşur'un (2022) Veri Zarflama Analizi kullandıkları etkinlik analizi çalışmalarındaki sonuçlardan bazıları ile benzerlik bazıları ile farklılık taşımaktadır. En belirgin benzerlik Aysin ve Çalmaşur'un araştırmalarında kurdukları girdi odaklı CCR modeli ile BCC modeline göre KAYSERİ ve AKEDAŞ şirketlerinin 2012-2018 arasında tüm yıllarda "etkin" olarak bulmuş olmalarıdır. Bu sonuç tedarik sürekliliği kalitesine göre yaptığımız sıralamada AKEDAŞ'ın birinci sırada, KAYSERİ'nin ise üçüncü sırada yer alması ile benzerdir. En belirgin farklılık ise Aysin ve Çalmaşur'un çalışmalarında kurdukları iki modelde de 2012-2018 yılları arasında "etkin" olarak bulunan VANGÖLÜ AŞ'nin bizim çalışmamızdaki tedarik sürekliliği kalitesine göre yapılan sıralamada en son sırada yer almış olmasıdır. Bu durumun yöntemlerin, girdi türlerinin ve modellerin farklılıklarından kaynaklanan nedenleri olabilir. Farklı yöntemlerle araştırmalar yapmaya devam edilebilir. Bu araştırma sonuç olarak, Türkiye'deki elektrik dağıtım şirketlerinin tedarik sürekliliği kalitesini değerlendirmek için Bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerinin etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre, düşük performans gösteren şirketler için, tedarik sürekliliği kalitesini artırmaya yönelik çeşitli iyileştirme önerileri sunulabilir. Bu öneriler arasında altyapı yatırımlarının artırılması, bakım ve onarım süreçlerinin iyileştirilmesi, acil durum planlarının güncellenmesi ve personel eğitimlerinin artırılması gibi önlemler yer alabilir. Ayrıca, müşteri geri bildirimlerinin düzenli olarak toplanması ve analiz edilmesi, tedarik sürekliliği kalitesinin artırılmasında önemli bir rol oynayabilir. Yüksek performans gösteren şirketlerin uygulamaları incelenerek, düşük performans gösteren şirketler için iyileştirme önerileri oluşturulabilir. Çalışmanın hem elektrik enerjisi arzı alanında faaliyet gösteren kurumlardaki karar vericiler için hem de enerji arzı ile ilişkili alanlardaki politika yapıcılar için yol gösterici olması beklenmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak sonuçlar karşılaştırılabilir. Ayrıca aynı yöntemlerin farklı bulanık genişlemeleri olan Sezgisel Bulanık AHP, Pisagorian Bulanık AHP, Küresel Bulanık TOPSIS, Aralık Değerli Bulanık TOPSIS gibi yöntemler kullanılarak karar vericilerin yargılarının daha çok hassasiyetle modellenebilir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Makalenin tüm süreçlerinde Yönetim ve Ekonomi Dergisi'nin araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olarak hareket edilmiştir.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Beyanı

Yazarların herhangi bir kişi ya da kuruluş ile çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKÇA

- Ang, B.W., Choong, W.L., Ng, T.S. (2015). Energy security: Definitions, dimensions and indexes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, pp.1077-1093.
- Atıcı, K. B., & Ulucan, A. (2009). Enerji Projelerinin Değerlendirilmesi Sürecinde Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları ve Türkiye Uygulamaları. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(1), 161-186.
- Aydın, Ö. (2009). Bulanık AHP ile Ankara için Hastane Yer Seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 87-104.
- Aydın, Ö., Öznehir, S., Akcalı, E. (2009). Ankara İçin Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (2), 69-86.
- Bağcı, H. ve Yüksel-Yiğiter, Ş. (2019). BİST'te Yer Alan Enerji Şirketlerinin Finansal Performansının SD Ve WASPAS Yöntemleriyle Ölçülmesi. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 877-898.
- Behzadiyan, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., Ignatius, J. (2012). A State-of the-Art Survey of TOPSIS Applications. *Expert Systems with Applications*, 39 (17), 13051-13069.
- Bellman, R.E. and Zadeh, L.A. (1970) Decision Making in a Fuzzy Environment. *Management Sciences*, 17, 141-164. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.17.4.B141>.
- Blumer, Y.B., Moser, C., Patt, A. ve Roman, S. (2015). The precarious consensus on the importance of energy security: Contrasting views between Swiss energy users and experts. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 52.pp. 927-936.
- Brodny, J. and Tutak, M. (2023). Assessing The Energy Security Of European Union Countries From Two Perspectives – A New Integrated Approach Based on MCDM Methods. *Applied Energy*, Vol: 347,1-26.
- Buckley, J. J. (1985). Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy sets and systems*, 17(3), 233-247.
- Chalvatzis, K., ve Hooper, E. (2009). Energy security vs. climate change: Theoretical framework development and experience in selected EU electricity markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, pp. 2703-2709.
- Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655.
- Chen, C. T. (2000). "Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment". *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1-9.
- Çetinkaya, H. ve Şahin, Ç. (2024). NATO ve Enerji Güvenliği: 25 Yıllık Gelişim Süreci. *Güvenlik Stratejileri Dergisi*, 20:49, 355-377.
- Demireli, E. (2010). TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 5 (1), 101-112.
- Ecer, F. (2018b), An Integrated Fuzzy AHP and ARAS Model to Evaluate Mobile Banking Services, *Technological and Economic Development of Economy*, Vol 24 (2) ss. 670-695.
- Emre- Aysin, M. ve Çalmaşur, G. (2022). Türkiye Elektrik Dağıtım Şirketlerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi. *Verimlilik Dergisi*, 3, 447-440.
- Engin, O., Sarucan, A., & Baysal, M. E. (2018). Türkiye için Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yenilenebilir Enerji Alternatiflerinin Analizi. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 5(23), 1223–1231.
- EPDK (2014). Türkiye'de Elektrik Dağıtımının Özelleştirilmesi. *Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Yayınları*.
- EPDK (2020). Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 29 Aralık 2020 tarih ve 9804 sayılı Karar Elektrik Piyasasında Dağıtım ve Perakende Satış Faaliyetlerine İlişkin Kalite Yönetmeliği, RG, Sayı 31349.
- EPDK (2024). Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Elektrik Piyasası 2023 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, Ankara.
- Gavade, R.K. (2014). Multi-Criteria Decision Making: An overview of different selection problems and methods. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, Vol. 5 (4), pp.5643-5646.

- Guler, D. and Yomralioglu, T.: GIS AND FUZZY AHP BASED AREA SELECTION FOR ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-4, 249–252, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-249-2018>, 2018.
- Gono, R., Rusek, S. ve Kratky, M. (2007). Reliability Analysis of Distribution Networks. 9th international conference on Electrical Power, Quality and Utilisation, Barcelona, 9-11 October 2007.
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag.
- Jahanshahloo, G. R., Lotfi, F. H., Izadikhah, M. (2006). An Algorithmic Method to Extend TOPSIS for Decision-Making Problems with Interval Data. *Applied Mathematics and Computation*, 175 (2), 1375-1384.
- Kagansky, S., Majak, J. ve Karjust, K. (2018). Fuzzy AHP as a tool for prioritization of key performance indicators, *Procedia*, 72, pp.1227-1232.
- Karaoğlu, S., Şahin, S. (2016). DEMATEL ve AHP Yöntemleri ile İşletmelerin Satın Alma Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım, *DSL R Kamera Örneği. İşletme Araştırmaları Dergisi*, 8 (2), 359-375.,
- Khan, M.R.Rotab, ve Darrab, İ.A. (2010). Development of Analytical relation between maintenance, quality and productivity. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* Vol. 16 No. 4, 2010 pp. 341-353.
- Kim, G., Park, C. S., Yoon, K. P. (1997). Identifying Investment Opportunities for Advanced Manufacturing Systems with Comparative-Integrated Performance Measurement. *International Journal of Production Economics*, 50 (1), 23-33.
- Kumar, A., Sahb, B., Singhc, A.R. Deng, Y., Ye, H. Kumar, P., Bansal, R.C. (2017). A Review of Multi Criteria Decision Making (MCDM) towards Sustainable Renewable Energy Development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Vol: 69, 596-609.
- Lee, H.C., ve Chang, C.T. (2018). Comparative analysis of MCDM methods for ranking renewable energy sources in Taiwan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol: 92, 883-896.
- Mercan, Y., ve Çetin, O. (2020). COPRAS ve VIKOR Yöntemleri ile BIST Elektrik Endeksindeki Firmalarının Finansal Performans Analizi. *Uluslararası Afro-Avasya Araştırmaları Dergisi*, 5(9), 123-139.
- Metin, S., Yaman, S. ve Korkmaz, T. (2017). Finansal Performansın TOPSIS ve MOORA Yöntemleri İle Belirlenmesi: BİST Enerji Firmaları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Uygulama. *KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi*. 14(2), 371-394.
- Ren, J. ve Dong, L. (2018). Evaluation of electricity supply sustainability and security: Multi-criteria decision analysis approach. *Journal of Cleaner Production* 172, pp. 438-453.
- Saaty, T. L. (1997). That is not the analytic hierarchy process: What the AHP is and what it is not. *Journal of Multi-Criteria decision analysis*, 6(6).
- Sağır, H., & Doğanalp, B. (2016). Bulanık Çok-Kriterli Karar Verme Perspektifinden Türkiye İçin Enerji Kaynakları Değerlendirmesi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 233-256.
- Shih, H. S., Shyr, H. J., & Lee, E. S. (2007). "An extension of TOPSIS for group decision making". *Mathematical and Computer Modelling*, 45(7-8), 801-813.
- Sofyalıoğlu, Ç. (2009). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Uygun Altı Sigma Metodolojisinin Seçimi. *Journal of Management & Economics*, 16 (2), 1-17.
- Solangi, A.Y., Tan, Q., Mirjat, N.H. ve Ali, S. (2019). Evaluating the strategies for sustainable energy planning in Pakistan: An integrated SWOT-AHP and Fuzzy-TOPSIS approach. *Journal of Cleaner Production*. Vol, 236, 117655.
- Sönmez, F., Baysal, G., Baysal, İ.A., Bademcioğlu, M. (2022). BIST 100'de İşlem Gören Enerji Şirketlerinin TOPSIS Yöntemiyle Finansal Performanslarının Belirlenmesi. *PressAcademia Procedia*, 16(1), 149-155.
- TEDAŞ (2024a). Kurumsal Bilgi. <http://www.tedas.gov.tr/Sayfalar/Hakkimizda.aspx> adresinden 19.09.2024 tarihinde alınmıştır.

- TEDAŞ (2024b). Elektrik Dağıtım Şirketleri. <https://www.tedas.gov.tr/tr/1> Adresinden 12.12.2024 tarihinde alınmıştır.
- TEDAŞ (2024c). TEDAŞ Ana Statü. <https://www.tedas.gov.tr/FileUpload/MediaFolder/705e3588-4b6b-41e0-badb-c9024515b6bb.pdf> Adresinden 20.09.2024 tarihinde alınmıştır.
- Terzioğlu, M.K., Kurt, E.S., Yaşar, A. ve Köken, M. (2022). BİST100-Enerji Sektörü Finansal Performansı: SWARA-VIKOR ve SWARA-WASPAS. *Alanya Akademik Bakış Dergisi*6 (2), 2439-2455.
- Tsaur, S-H., Chang, T-Y., Yen, C-H. (2002). The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM. *Tourism Management*, 23 (2), 107-115.
- Turan, G. (2015). İşletmeciler, Mühendisler ve Yöneticiler için Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. (Ed: Bahadır Fatih Yıldırım, Emrah Önder). Bursa: Dora.
- Ustasüleyman, T. (2009). Bankacılık Sektöründe Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi: Ahs-Topsis Yöntemi. *Bankacılar Dergisi*, 69, 33-43.
- Vaidya, O. S., Kumar, S. (2006). Analytic Hierarchy Process: An Overview of Applications. *European Journal of Operational Research*, 169 (1), 1-29.
- Van Laarhoven, P. J., & Pedrycz, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy sets and Systems*, 11(1-3), 229-241.
- WEF (2024). Global Risk Report 2024. https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2024.pdf Adresinden 19.09.2024 tarihinde alınmıştır.
- Yılmaz, E. (2012). Bulanık AHP – VIKOR Bütünleşik Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 33 (2), 331-351.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.
- Zanakis, S. H., Solomon, A., Wishart, N., Dublsh, S. (1998). Multi-Attribute Decision Making: A Simulation Comparison of Select Methods. *European Journal of Operational Research*, 107 (3), 507-529.
- Ziemba, P. (2022). Energy Security Assessment Based on a New Dynamic Multi-Criteria Decision-Making Framework. *Energies* 2022, 15, 935.

SUMMARY

In the 21st century, the dependence of society on energy is increasing day by day. So, the probability of problems that will occur in the energy production and energy supply sector is also increasing day by day. This situation is also valid in the sector of production and supply of electric energy which is mostly used as an energy type to resume daily life. The supply continuity of electric energy is a part of energy security which is vital for humanity. The supply continuity of electricity is extremely needed for the continuity of daily life in banking, communication, education, health and military security fields as well as to maintain production in industry and agriculture sectors. So, as well as producing electric energy, supplementing it to society is also very important. In this research it is aimed to rank the Electricity Distribution firms in the regulated electricity market of Türkiye with respect to their energy securities i.e. the quality of their energy supply continuities. There are 21 firms that are under the rule of Energy Market Regulatory Authority (EPDK) in Republic of Türkiye ever since the regulations in 2013. In this research the supply quality of those 21 firms has been ranked by using Multi Criteria Decision Methods of Fuzzy AHP and TOPSIS. Fuzzy approach ensured to use the advantage of gradual transformation of qualities of Decision Makers' judgments instead of suddenly transition. The dataset is driven from the website of

EPDK and the criteria in the research are those which are determined by EPDK for the quality of supply continuity.

The criteria of the research are defined as follows:

(K1) Pre-notified Outage Duration: It is the average outage duration according to the notified outage classification for long outages occurring in the relevant region.

(K2) Non-pre-notified Outage Duration: It is the average outage duration according to the unnotified outage classification for long outages occurring in the relevant region.

(K3) Pre-notified Outage Frequency: It is the average outage frequency according to the notified outage classification for long outages occurring in the relevant region.

(K4) Non-pre-notified Outage Frequency: It is the average outage frequency according to the unnotified outage classification for long outages occurring in the relevant region.

(K5) Short Outage Frequency: It is the average outage frequency indicator for short outages occurring in the relevant region.

The Decision Makers (DM) are the specialists who work as senior managers in the electricity distribution sector. After modelling their views with the Pairwise Comparison Scale, their views are combined with the geometrical mean operator and resolved with the Fuzzy Analytical Hierarchy Process algorithm. Triangular Fuzzy Numbers are used to handle the vagueness of the DM's judgments. Chang algorithms are applied successfully, and centroid method is used for defuzzification. For ranking the alternative firms, Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) is used. The dataset in this part has been driven from the website of EPDK. After determining the ideal and negative ideal solutions, the Euclidian distance of alternatives to those ones and the index (C_i^*) based on the proximity of alternatives to ideal solutions have been determined. According to the results, the weights of Criteria of the research are determined as in the following: K2: 35,02 %; K4: 28,16 %; K1: 22,39 %; K3: 10,78 % and K5 3,65 %. The non-predefined OKSURE has been found to be the most important criterion since its weight is the largest relative to the others. The ranking of the alternatives is as follows: AKEDAŞ, İSTANBUL AN. YK., KAYSERİ & CİVARI, MERAM, ULUDAĞ, BOĞAZİÇİ, TRAKYA, ÇAMLIBEL, ADM, GDZ, BAŞKENT, OSMANGAZİ, AKDENİZ, YEŞİLIRMAK, FIRAT, ÇORUH, ARAS, SAKARYA, TOROSLAR, DİCLE, VANGÖLÜ. It is expected that the top ranked companies' good practices will be helpful for the lower ranked companies, then this case will cause a total increase in the quality of supply continuity and the productivity in the electricity distribution sector. For future research different MCDM methods and different extensions of fuzzy MCDM methods can be applied to the same problem.