



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI TİCARET VE LOJİSTİK ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI TİCARET VE LOJİSTİK TEZLİ YÜKSEK LİSANS
PROGRAMI**

**ENERJİ SEKTÖRÜNDE AHP-MEREC-COCOSO YÖNTEMLERİ İLE
SÜRDÜRÜLEBİLİR VE AKILLI TEDARİKÇİ SEÇİMİ**

Büşra DİKEN

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Ocak 2024**

ENERJİ SEKTÖRÜNDE AHP-MEREC-COCOSO YÖNTEMLERİ İLE
SÜRDÜRÜLEBİLİR VE AKILLI TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Büşra DİKEN

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı
Uluslararası Ticaret ve Lojistik Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet ÇALIK

Konya
Ocak 2024

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

25 Ocak 2024

Büşra DİKEN

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez/Proje Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Doç. Dr. Ahmet ÇALIK danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez/proje çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez/proje çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin/projemin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

25 Ocak 2024

Büşra DİKEN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bana yardımcı olan ve desteklerini hiç esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Ahmet ÇALIK hocama teşekkürlerimi sunarım. Hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteğini hiç esirgemeyen canım aileme, bana her zaman her konuda güvendikleri ve yanımda oldukları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

25 Ocak 2024

Büşra DİKEN



ÖZET

Büşra DİKEN

Enerji Sektöründe AHP-MEREC-CoCoSo Yöntemleri ile Sürdürülebilir ve Akıllı
Tedarikçi Seçimi
Yüksek Lisans

Konya, 2024

Günümüzde ülkelerin enerji kaynaklarına olan talepleri oldukça artmış, ülkeler artan taleplerini karşılayabilmek için alternatif enerji kaynaklarına yönelmişlerdir. Enerji sektöründe yaşanan değişim ve gelişmelerle birlikte ekonomik, çevresel, sosyal ve teknolojik birçok faktör enerji tedarikinde değerlendirilmeye alınmıştır. Ülkeler bu doğrultuda akıllı teknolojilere ve gelişimlere de ayak uydurmaya çalışmaktadır. Endüstri 4.0 devrimi ile hayatımıza giren akıllı teknolojilerle birlikte enerji sektöründe akıllı ve sürdürülebilir tedarikçi seçim problemi için değerlendirme yapmak gerekmektedir. Doğru bir tedarikçi seçimi için ise nitel ve nicel birçok faktör değerlendirmeye alınmalıdır. Bu çalışma enerji sektöründe sürdürülebilir ve akıllı tedarikçi seçimi için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin uygulanmasına odaklanmıştır. İlk olarak Endüstri 4.0 ve sürdürülebilirlik çerçevesi kapsamında tedarikçi seçiminde yer alacak kriterlere karar verilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda 5 adet ana kriter ve 22 adet alt kriter belirlenmiştir. Ardından ÇKKV tekniklerinden olan AHP ve MEREC yöntemleri ile kriterlerin ağırlıkları bulunarak alternatiflerin CoCoSo yöntemi ile sıralaması yapılmıştır. Çalışma sonucunda ise alternatifler sıralanarak birbirleri ile karşılaştırılmış ve duyarlılık analizi yapılarak çıkarımlar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler

Akıllı ve Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi, Enerji, AHP, MEREC, CoCoSo

ABSTRACT

Büşra DİKEN

Sustainable and Smart Supplier Selection with AHP-MEREC-CoCoSo Methods in
Energy Sector
Master's
Konya, 2024

Today, the demand of countries for energy resources has increased considerably and countries have turned to alternative energy sources in order to meet their increasing demand. With the changes and developments in the energy sector, many economic, environmental, social and technological factors have been taken into consideration in energy supply. Countries are trying to keep up with smart technologies and developments in this direction. With the smart technologies that entered our lives with the Industry 4.0 revolution, it is necessary to make an evaluation for the smart and sustainable supplier selection problem in the energy sector. For a correct supplier selection, many qualitative and quantitative factors should be evaluated. This study focuses on the application of multi-criteria decision making (MCDM) methods for sustainable and smart supplier selection in the energy sector. First, the criteria to be included in supplier selection within the scope of Industry 4.0 and sustainability framework were decided. As a result of the research, 5 main criteria and 22 sub-criteria were identified. Then, the weights of the criteria were found with the AHP and MEREC methods, which are two of the MCDM techniques, and the alternatives were ranked with the CoCoSo method. At the end of the study, the alternatives were ranked and compared with each other and conclusions were made by performing sensitivity analysis.

Keywords

Smart and Sustainable Supplier Selection, Energy, AHP, MEREC, CoCoSo

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM	ii
ETİK BEYAN	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLOLAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER DİZİNİ.....	xi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	4
2.1. Tedarikçi Seçimi.....	4
2.2. Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi	5
2.3. Akıllı Tedarikçi Seçimi	6
2.4. Literatür Boşluğu.....	8
3. SÜRDÜRÜLEBİLİR VE AKILLI TEDARİKÇİ SEÇİMİ.....	9
3.1. Tedarikçi Seçimi.....	9
3.2. Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi.....	10
3.3. Endüstri 4.0 ve Akıllı Tedarikçi Seçimi	11
4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ	13
4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	14
4.2. MEREC Yöntemi	18
4.3. Ortak Ağırlıklandırma Yöntemi	20
4.4. CoCoSo Yöntemi	21
4.5. Uygulanacak Çözüm Yöntemi	22
5. UYGULAMA	24
5.1. Karar Modelinin Oluşturulması.....	25
5.2. Kriterlerin Ağırlıklarının Bulunması.....	29
5.2.1. AHP Yöntemi ile Ağırlıkların Bulunması	29
5.2.2. MEREC Yöntemi ile Ağırlıkların Bulunması	32

5.2.3. Ortak Ağırlıklandırma	35
5.3. Alternatiflerin Sıralanması	35
5.4. Duyarlılık Analizi	40
6. TARTIŞMA	42
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR	46



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Karar ölçeği	15
Tablo 2: RI Değerleri	17
Tablo 3. AHP yöntemine göre karar vericilerin ikili karşılaştırma matrisine ait sözel değerlendirmeleri	29
Tablo 4. AHP yöntemine göre karar vericilerin ikili karşılaştırma matrisine ait sayısal değerlendirmeleri	30
Tablo 5. Ana kriterlere ait grup kararı	30
Tablo 6. Kriter ağırlıkları	31
Tablo 7. MEREC yönteminde karar vericilere ait değerlendirmeler	32
Tablo 8. Alternatiflere ve kriterlere ait grup kararı.....	33
Tablo 9. Normalize karar matrisi	33
Tablo 10. S değerleri	34
Tablo 11. S' değerleri	34
Tablo 12: E değerleri.....	34
Tablo 13. Kriterlerin ağırlıkları.....	34
Tablo 14. Ortak kriter ağırlıkları.....	35
Tablo 15. CoCoSo yönteminde karar vericilere ait değerlendirmeler	36
Tablo 16. Alternatiflere ve kriterlere ait grup kararı.....	36
Tablo 17. Normalize karar matrisi	37
Tablo 18. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi	37
Tablo 19. S_i değerleri	38
Tablo 20. Üssel ağırlıklandırılmış karar matrisi	38
Tablo 21. P_i değerleri	38
Tablo 22. K_{ia} değerleri.....	39
Tablo 23. K_{ib} değerleri	39
Tablo 24. K_{ic} değerleri	39
Tablo 25. K_i değerleri.....	39
Tablo 26. Duyarlılık analizi senaryo tablosu	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. AHP hiyerarşik yapısı	15
Şekil 2. Uygulama süreci	23
Şekil 3. Tedarikçi seçimi probleminin hiyerarşik yapısı.....	25
Şekil 4. CoCoSo yöntemi duyarlılık radar grafiği	41



SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
λ	Lamda



KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
AAS	Analitik Ağ Süreci
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
MEREC	Removal Effects of Criteria
CoCoSo	Combined Compromise Solution
ETKB	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TÜSİAD	Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği



1. GİRİŞ

Ekonomik ve toplumsal gelişimin önemli unsurlarından biri olan enerji, globalleşen dünyada sosyal devlet anlayışını benimseyen ülkelerin en temel ihtiyaçlarından birisidir. Dünya nüfusunun hızla artması ve gelişen endüstrinin enerji ihtiyacının karşılanması için kısıtlı olan kaynakların yeterli olmaması sonucunda enerji tüketimi ve üretimi arasındaki açık giderek artmaktadır. Yapılan bir çalışmada enerji tüketiminin 2035 yılında 1998 yılına oranla iki kat, 2055 yılında ise üç kat artacağı tahmin edilmektedir (Özkaya, 2016). Bu bağlamda günümüzde ve gelecekte enerjiye olan talep, ülkelerin ekonomik büyümeleri ve küreselleşmeyle birlikte önceki zamanlara göre daha önemli hale gelmektedir. Zengin enerji kaynaklarına sahip olan ülkeler bile enerji kaynaklarını verimli kullanmayı ve çevreye yarattığı etkiyi azaltmayı enerji politikalarının asıl gündemi olarak ele almaya başlamışlardır (Sağır ve Doğanalp, 2016). Bu noktada globalleşen dünyada sosyal ve ekonomik açıdan birçok değişkenden etkilenen ve karmaşık bir sistem olan enerji sektörü, enerji kavramının farklı açılardan incelemesini gerekli kılmaktadır (Avşar Özcan vd., 2020).

Dünya son yüzyıl içerisinde küçük ve büyük ölçekte birçok krizle karşı karşıya kalmıştır. Bu krizler, siyasi, ekonomik, çevresel ve sosyal alanlarda ortaya çıkmakta ve geniş bir etki yelpazesiyle küresel düzeyde insanları etkileyebilmektedir. Yakın zamandaki krizlere bakacak olursak 2019 yılının son çeyreğinde Çin’de ortaya çıkan ve tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 pandemisi küresel enerji sektörünü çeşitli şekillerde etkilemiştir. Bu pandemi, seyahat kısıtlamaları, karantina önlemleri ve ekonomik belirsizlik nedeniyle enerji talebinde düşüslere yol açmıştır. İşletmelerin kapanması ve endüstrinin yavaşlaması, enerji tüketiminde önemli bir azalmaya neden olmuştur. Pandemi sonrası dönemde, bazı ülkeler ve şirketler, enerji sektöründe yeşil dönüşümü hızlandırmak ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına daha fazla odaklanmak için politika değişiklikleri yapmaya başlamıştır. Ayrıca 2022 yılında başlayan Rusya ve Ukrayna arasındaki jeopolitik gerginlikler enerji krizlerine neden olabilecek önemli etkenlerden biridir. Avrupa'nın büyük bir kısmı, özellikle doğal gaz tedarikinde Rusya'ya bağımlıdır. Bu durum, enerji güvenliği endişelerine yol açmaktadır. Bu tür gerginlikler, Avrupa ülkelerini enerji kaynaklarını çeşitlendirmeye ve alternatif enerji tedarik kaynaklarına yönelmeye teşvik etmektedir.

Ülkemizde artan enerji talebini karşılamak ve enerji konusundaki dışa bağımlılığı azaltmak için hükümetin önemli kararlar vermesi gerekmektedir (Sağır ve Doğanalp, 2016). Enerjideki arz güvenliğini sağlamak için yol ve kaynak çeşitliliğini arttırmak isteyen ülkemiz enerji stratejisinde bu konuyu ana hedeflerinden biri olarak ele almaktadır. Bununla birlikte Türkiye jeopolitik konumu sayesinde bölgesel ve uluslararası enerji güvenliğine katkıda bulunmayı ve enerji konusunda bölgesel ticaret merkezi olmayı amaçlamaktadır. Türkiye'nin enerji stratejisini oluşturan temel unsurlar şu şekildedir (Türkiye'nin Uluslararası Enerji Stratejisi);

- Bölgesel ve global enerji güvenliğine katkıda bulunmak,
- Enerjide bölgesel ticaret merkezi olmak,
- Elektrik üretiminde yerli ve yenilenebilir enerjinin payının artırılmasını sağlamak,
- Nükleer enerjiyi enerji havuzuna dahil etmek
- Artan talep ve ithalat bağımlılığını göz önünde bulundurarak, enerji tedarikinde hat ve kaynak çeşitliliğini sağlamak
- Enerji tedarik zincirinin her aşamasında sürdürülebilir kalkınma bağlamında sosyal ve çevresel etkileri dikkate almak

Türkiye, enerji konusunda dışa bağımlılığın azaltılması, yerli kaynakların kullanımının maksimuma çıkarılması ve iklim değişikliğiyle mücadele hedefleri doğrultusunda yenilenebilir enerji kaynaklarının ülke enerji karışımındaki payını artırmayı ve nükleer enerjiyi enerji havuzuna dahil etmeyi hedeflemektedir (Türkiye'nin Uluslararası Enerji Stratejisi).

Enerji tedarik zinciri ise, geleneksel tedarik zinciri gibi, üyelerin enerji üretimi için girdi sağlamasıyla başlayan ve kullanıcılara kadar uzanan bir zincirdir. Enerji tedarik zinciri enerji üretimi için gerekli olan kaynakları bularak daha sonraki aşamalarda sağlamış olduğu kaynakları enerjiye dönüştüren üretim şirketleri ve dağıtım şirketleri arasında köprü oluşturup zincirin son halkasında bulunan müşteriye enerjiyi ulaştırmaktadır. Enerji tedarik zinciri, bir döngü oluşturur ve bu döngü, sürekli enerji arzı ve talebi sağlamayı hedefler. Ancak, bu süreçlerin her biri çeşitli zorluklar içerir. Bu zorluklarla baş edebilmek ve enerji ihtiyaçlarına cevap verebilmek adına yeni teknolojilere ve dönüşümlere uyum sağlamaya çalışmaktadır. Endüstri 4.0 kapsamında Siber Fiziksel Sistemler, Nesnelerin İnterneti, Blok Zinciri Teknolojisi, Büyük Veri ve Bulut Bilişim

gibi kullanılan bu teknolojiler akıllı ve sürdürülebilir yeni bir tedarik zinciri yönetimi kavramını ortaya çıkarmıştır (Paksoy ve Demiralay, 2022). Sürdürülebilir bir tedarik zinciri yönetimini akıllı teknolojilerden fayda sağlayarak geliştirmek ekonomik, sosyal ve çevresel açılardan daha iyi bir sürdürülebilirlik hedefi sunmaktadır (Chen, 2020). Bu noktada ülkelerin ve işletmelerin enerji tedarikçisi seçimi yapması oldukça önemli bir konudur. Bu problem birden fazla nicel ve nitel kriter içermektedir. Bu noktada enerji tedarikçisini seçmek için farklı yöntemler ele alınmaktadır. Uygun bir yöntem geliştirmek karar verenler için seçim sürecinde oldukça önemlidir.

Tedarikçi seçimi, enerji sektörünün karar vericileri ve yöneticileri tarafından alınan ve tedarik zinciri operasyonlarını etkileyen en önemli kararlardan birisidir. Ancak, birlikte çalışılacak uygun tedarikçilerin değerlendirilmesi, yöneticilerin ve kuruluşlarının karşılaştığı bir olgu haline gelmiştir. Ayrıca, yöneticilere ve kuruluşlarına tedarikçi seçimi kararlarında yol gösterecek ilgili, kritik ve önemli kriterlerin belirlenmesi, alınması gereken çeşitli kriterler nedeniyle daha da karmaşık hale gelmektedir. Bu nedenlerle, çalışmada enerji sektöründe sürdürülebilir ve akıllı tedarikçi seçimi problemini incelemek için ÇKKV tekniklerinden olan AHP, MEREC ve CoCoSo yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde tedarikçi seçimi, sürdürülebilir tedarikçi seçimi ve akıllı tedarikçi seçimi ile ilgili bir literatür araştırması yapılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde sürdürülebilir ve akıllı tedarikçi seçimi konusunda açıklamalara yer verilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde AHP, MEREC ve CoCoSo yöntemleri açıklanmıştır. Çalışmanın beşinci bölümünde enerji sektöründe faaliyet gösteren bir elektrik dağıtım şirketinde uzman görüşleri ile tedarikçi seçimi uygulaması yapılmıştır. Çalışmanın altıncı bölümünde tartışma kısmına yer verilmiştir. Sonuç bölümünde ise ilgili konu hakkında çıkarımlar yer almaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde tedarikçi seçimi, sürdürülebilir tedarikçi seçimi ve akıllı tedarikçi seçimi kapsamında bir literatür taraması yapılmıştır. Ayrıca yapılan literatür taraması sonucunda çalışmada kullanılacak olan kriterler de belirlenmiştir.

2.1. Tedarikçi Seçimi

Tedarikçi seçimi konusunda en eski ve en önemli çalışma Dickson tarafından 1966 yılında Amerika da yapılmıştır. Bu çalışmada 23 adet kritere yer verilerek anket araştırması yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda kalite kriteri en önemli kriter olarak seçilmiştir (Dickson, 1966). Aradan geçen yıllar içerisinde tedarikçi seçimi problemleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Wu vd. (2013) hibrit ÇKKV modeli ile tedarikçi seçimi problemini incelemişlerdir. Çalışmada 3 ana kriter, 12 adet alt kriter ve 4 adet alternatif kullanılmıştır. Çalışma sonucunda alternatif 4 en iyi tedarikçi olarak belirlenmiştir. Demirtaş ve Akdoğan (2014), savunma sanayisine yönelik bulanık ortamda tedarikçi seçimi yapmışlardır. Çalışmada 17 kritere ve 4 adet alternatife yer verilmiştir. Çalışma sonucunda 2. tedarikçi en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Nag ve Helal (2016) bulanık TOPSIS yaklaşımı ile bir ilaç distribütöründe tedarikçi seçimi yapmışlardır. Çalışmada 7 kriter ve 10 tedarikçi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda tedarikçi 10 en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Yerli ve Deste vd. (2021), bulanık TOPSIS ile kuru kayısı sektöründeki işletmelerde tedarikçi seçimi yapmışlardır. Çalışmada 5 adet ana kritere, 34 alt kritere ve 4 adet alternatife yer verilmiştir. Çalışma sonucunda 2. tedarikçi en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Masoomi vd. (2021) yenilenebilir enerji tedarik zinciri için stratejik tedarikçi seçimi yeşil yetenekler kapsamında incelemiş ve bulanık BWM-WASPAS-COPRAS yöntemlerini kullanarak tedarikçiler değerlendirmiştir. Çalışmada 9 adet kriter ve 4 adet alternatif yer almaktadır. Çalışma sonucunda tedarikçi 1 en iyi alternatif olarak seçilmiştir. Ay Türkmen ve Demirel (2022) SWARA ağırlıklı bulanık COPRAS yöntemi ile tedarikçi seçimi yapmışlardır. Çalışmada 7 adet kriter ve 4 adet alternatif kullanılmıştır. Çalışma sonucunda alternatif 3 en iyi seçenek olarak belirlenmiştir. Çalık (2022) çalışmasında bulanık AHP-Bulanık ARAS yöntemlerini kullanarak tedarikçi seçimi yapmıştır. Çalışmada 2 ana kriter, 8 alt kriter ve 10 adet alternatif kullanılmıştır. Çalışma sonucunda en iyi alternatif tedarikçi 8 olarak belirlenmiştir. Alan (2023) çevik-sürdürülebilirlik yaklaşımı ile tedarikçi seçimini

otomotiv sektöründe yapmıştır. Çalışmada 8 ana kriter, 18 alt kriter ve 3 alternatif kullanılmıştır. Çalışma sonucunda alternatif 3 en iyi seçenek olarak belirlenmiştir. Özel (2023) bütünlük MEREC ve CoCoSo yöntemleri ile tıbbi cihaz üretimi yapan bir firmada tedarikçi seçimi yapmıştır. Çalışmada 6 kritere ve 6 alternatife yer verilmiştir. Çalışma sonucunda tedarikçi 1 en iyi tedarikçi olarak belirlenmiştir. Öztürk (2023) çalışmalarında ahşap sektöründe AHP-TOPSIS yöntemi kullanarak tedarikçi seçimi problemini incelemişlerdir. Çalışmada 5 ana kritere, 14 alt kritere ve 3 adet alternatife yer verilmiştir. Çalışma sonucunda tedarikçi B en iyi alternatif olarak belirlenmiştir.

2.2. Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi

Song vd. (2017) AHP ve DEMATEL yönteminden faydalanarak klima üretim sektöründe sürdürülebilir tedarikçi seçim kriterlerini incelemişlerdir. Çalışmada 3 adet ana kriter, 10 adet alt kriter kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda en iyi kriter kalite olarak belirlenmiştir. Wang vd. (2018) KOBİ'lerin gıda işleme endüstrisinde yemeklik yağ üretimi sürecindeki sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemini Hibrit Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Yeşil Veri Zarflama Analizi ile incelemişlerdir. Çalışmada 4 adet ana kriter, 15 adet alt kriterden yararlanılmıştır. Sen vd. (2018) çalışmalarında sürdürülebilir tedarikçi seçimini IF-TOPSIS, IF-MOORA ve IF-GRA yöntemlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışmada 3 ana kriter, 23 alt kriter ve 5 adet alternatif kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 3 yönteminde ortak sonucu olarak en iyi alternatif 5. alternatif seçilmiştir. Zhou ve Xu (2018), sürdürülebilir tedarikçi seçimini DEMATEL, ANP ve VIKOR yöntemlerinden yararlanarak incelemişlerdir. Çalışmada 6 ana kritere, 24 adet alt kritere ve 4 adet alternatife yer verilmiştir. Çalışma sonucunda 4. alternatif en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Matić vd. (2019), bir inşaat firmasında sürdürülebilir tedarikçi seçimini FUCOM ve COPRAS yöntemlerini kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada 3 ana kriter, 21 adet alt kriter ve 5 alternatif değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda alternatif 3 en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Çizmecioğlu (2019) tedarik zincirinde ÇKKV yöntemlerini kullanarak sürdürülebilir tedarikçi seçimi yapmıştır. Çalışmada 3 ana kriter, 12 alt kriter ve 5 alternatif kullanılmıştır. Çalışma sonucunda alternatif 5 en iyi seçenek olarak belirlenmiştir. Luthra vd. (2019) sürdürülebilir tedarikçi seçimini tedarik zincirleri için değerlendirmişlerdir. Çalışmada 3 ana kritere, 22 alt kritere ve 5 adet tedarikçiye yer verilmiştir. Çalışma sonucunda tedarikçi 3 en iyi tedarikçi olarak

belirlenmiştir. Yu vd. (2019) çalışmalarında sürdürülebilir tedarikçi seçimini TOPSIS yönteminden faydalanarak incelemişlerdir. Çalışmada 3 ana kriter, 13 alt kriter ve 10 alternatif kullanılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda 4. Alternatif en iyi alternatif olarak seçilmiştir. Ecer ve Pamucar (2020), yeni bir entegre bulanık en kötü yöntem (F-BWM) ve CoCoSo'B modeli ile sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemini incelemiştir. Çalışmada 3 ana kriter, 15 alt kriter ve 6 adet alternatif kullanılmıştır. Çalışma sonucunda alternatif 1 en iyi alternatif olarak seçilmiştir. Memari vd. (2020), çok kriterli sezgisel bir bulanık TOPSIS yöntemi ile sürdürülebilir tedarikçi seçimi yapmışlardır. Çalışmada 9 adet ana kritere, 30 adet alt kritere yer verilmiştir. Chen vd. (2020) sürdürülebilir tedarikçi seçimini dikkate alarak iç ve dış belirsizlikleri kaba-bulanık DEMATEL ve kaba-bulanık TOPSIS yöntemleri ile akıllı tedarik zinciri için incelemişlerdir. Çalışmada 3 adet ana kriter, 13 adet alt kriter ve 4 tane alternatife yer verilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda B tedarikçisi en iyi alternatif olarak seçilmiştir. Elagözlü (2022) AHP yöntemi ile sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemini incelemiştir. Çalışmada 3 ana kriter, 9 alt kriter ve 3 alternatif kullanılmıştır. Çalışma sonucunda tedarikçi 1 en iyi seçenek olarak belirlenmiştir. Karakaş (2022) MEREC tabanlı MAIRCA yöntemi ile sürdürülebilir ve yılmaz tedarikçi seçimi yapmıştır. Çalışmada 4 ana kritere, 12 alt kritere ve 5 alternatife yer verilmiştir. Çalışma sonucunda tedarikçi 5 en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Morsünbül Parmaksız (2022) ÇKKV yöntemlerini kullanarak yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilirliklerinin incelemesini yapmıştır. Çalışmada 4 adet ana kriter, 13 adet alt kriter ve 5 adet alternatif yer almaktadır. Çalışma sonucunda güneş enerjisi en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Puška vd. (2023), bulanık TRUST CRADIS yöntemleri ile tarım işletmeciliğinde sürdürülebilir tedarikçi seçimi uygulanması yapmışlardır. Çalışmada 3 ana kritere, 15 alt kritere ve 6 adet tedarikçiye yer verilmiştir. Çalışma sonucunda tedarikçi 2 en iyi alternatif olarak belirlenmiştir.

2.3. Akıllı Tedarikçi Seçimi

Ghadimi vd. (2019) Endüstri 4.0 tedarik zincirleri için çoklu temsilci teknolojisini kullanan akıllı sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemini incelemişlerdir. Çalışmada 3 adet ana kriter, 11 adet alt kriter ve 3 adet alternatif kullanılmıştır. Özbek ve Yıldız (2020) aralık tip-2 bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak bir giysi işletmesinde dijital tedarikçi seçimi yapmışlardır. Çalışmada 5 ana kritere, 20 alt kritere ve 3 adet dijital tedarikçiye

yer verilmiştir. Çalışma sonucunda 3. dijital tedarikçi en iyi tedarikçi olarak belirlenmiştir. Çalık (2020), çalışmasında yeni bir Pisagor bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanarak Endüstri 4.0 çağında yeşil tedarikçi seçimi yapmıştır. Çalışmada 5 ana kritere, 11 alt kritere ve 5 adet tedarikçiye yer verilmiştir. Çalışma sonucunda 4. tedarikçi en iyi tedarikçi olarak belirlenmiştir. Terzi vd. (2020) AHP ve AAS yöntemi ile sürdürülebilir tedarik zincirine endüstri 4.0 etkisini değerlendirmiştir. Çalışmada 5 ana kriter, 18 alt kriter kullanılmıştır. Çalışma sonucunda AHP yöntemine göre değer odaklı yatırım en iyi kriter seçilirken, AAS yöntemine göre ise ekonomiklik kriter en iyi kriter olarak seçilmiştir. Resende vd (2021) Endüstri 4.0 çağında tedarikçi seçimine yönelik karar modelleri üzerine bir literatür taraması çalışması yapmışlardır. Çalışmada tedarikçi seçimi probleminde kullanılacak kriterlere yer verilmiştir. Büyüközkan ve Göçer (2021) AHP ve COPRAS'ı pisagor bulanık kümeleri altında entegre eden yeni bir yaklaşımla dijital tedarik zinciri iş ortağı seçimi problemini incelemişlerdir. Çalışmada 5 adet ana kriter, 22 alt kriter ve 8 adet alternatife yer verilmiştir. Çalışma sonucunda 3. alternatif en iyi alternatif olarak seçilmiştir. Paksoy ve Demiralay (2022) akıllı ve sürdürülebilir tedarikçi seçimini bulanık ortamda incelemişlerdir. Çalışmada 4 adet ana kriter, 12 adet alt kriter ve 5 adet alternatife yer verilmiştir. Toğrul ve Paksoy (2023) Aralıklı Tip-2 Bulanık AHP yöntemini kullanarak akıllı ve sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemini çalışmıştır. Çalışmada 5 adet kritere ve 5 adet alternatife yer verilmiştir. Çalışma sonucunda 4. alternatif en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Özensel (2023) bulanık mantık temelli bir model önerisi ile akıllı tedarikçi seçimi yapmıştır. Çalışmada 4 ana kriter, 18 alt kriter ve 5 alternatif kullanılmıştır. Çalışma sonucunda alternatif 2 en iyi seçenek olarak belirlenmiştir. ForouzeshehNejad (2023) RBWM ve IR-MABAC yöntemlerini kullanarak Endüstri 4.0 çağında kolay ve sürdürülebilir tedarikçi seçim problemini incelemiştir. Çalışmada 4 ana kriter, 27 alt kriter ve 15 alternatif kullanılmıştır. Sonuç olarak 6. alternatif en iyi alternatif olarak seçilmiştir. Hosseini Dolatabad vd. (2023) endüstri 4.0 çağında tedarikçi seçimini Bulanık bir bilişsel harita ve tereddütlü bulanık dilsel VIKOR yöntemi kullanarak değerlendirmişlerdir. Araştırmada 3 ana kriter, 13 alt kriter ve 4 alternatiftan yararlanılmıştır. Sonuç olarak 4. alternatif en iyi alternatif olarak bulunmuştur. Kusi-Sarpong vd. (2023) sürdürülebilir tedarikçi seçimini tedarik zinciri operasyonlarında döngüsel ekonomi uygulaması kapsamında endüstri 4.0 çerçevesinde incelemişlerdir. Çalışmada 4 ana kriter, 21 alt kriter

ve 5 adet alternatif kullanılmıştır. Çalışma sonucunda organizasyon kültürü en iyi kriter olarak seçilirken 2. alternatifte en iyi alternatif olarak belirlenmiştir.

2.4. Literatür Boşluğu

Tedarikçi seçimi, sürdürülebilir tedarikçi seçimi ve akıllı tedarikçi seçimi kapsamında yapılan literatür taraması sonucunda ulusal ve uluslararası çalışmalar incelenmiştir. İncelenen çalışmalar neticesinde tedarikçi seçimi yapılırken genel olarak belirli kriterlerin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Araştırma yapan kişiler tedarikçi seçimi problemini sosyal, ekonomik ve çevresel kriterler çerçevesinde incelemiş yenilikçi alanlara başvurmamışlardır. Çalışmalar bu problemi genel olarak sürdürülebilir, yeşil ve geleneksel tedarikçi seçimi problemleri çerçevesinde incelemiştir. Ayrıca yapılan literatür taraması sonucunda enerji sektöründe birçok çalışmanın yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmayı diğerlerinden ayıran en büyük özellik enerji sektöründe elektrik tedariki kapsamında sürdürülebilir ve akıllı tedarikçi seçimi probleminin ele alınmasıdır. Bu noktada ilgili çalışma hem akıllı hem sürdürülebilirlik kriterleri ile tedarikçi seçimi problemi çalışmalarına farklı bir bakış açısı sağlamayı hedeflemekte, hem de yeni ÇKKV yöntemlerini kullanarak literatüre katkı sağlamaktadır.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR VE AKILLI TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Günümüzde firmalar arasındaki pazar rekabeti gittikçe rekabeti arttırmaktadır. Bunun temelinde tüketici davranışındaki değişiklikler yatmaktadır. Tüketici davranışlarındaki değişiklikler aynı zamanda arz ve talep arasındaki dengeyi de değiştirmektedir. Firmalar tüketici beklentilerini karşılamak ve pazarda rekabet edebilmek için üretim kapasitelerini artırmayı amaçlamaktadır. Bu nedenle firmaların tüm üretim aşamalarını kendi bünyesinde gerçekleştirmesi zorlaşmaktadır. Bu durum firmaları tedarikçi firmalarla iş birliği yapmaya zorlamaktadır (Karataş, 2023). Bu iş birliğinin sürdürülebilir olması için tedarikçiler, tedarik zinciri yönetimindeki önemli rolleri ve şirketin sürdürülebilirlik performansı üzerindeki etkileri dikkate alarak değerlendirilmeli ve seçilmelidir (Chang vd., 2011). Bu noktada sürdürülebilir tedarikçi seçimi son yıllarda hızla artan çevresel tehlikeler sebebiyle bir seçenek olmaktan çıkmaktadır. Sürdürülebilir süreçler çevreye olan etkileri önemli ölçüde azaltarak güvenilirlik ve karlılık açısından katma değer sağlamaktadır. Ayrıca sürdürülebilir bir tedarikçi seçimi yaparak başarıya da ulaşmak mümkün olmaktadır.

3.1. Tedarikçi Seçimi

Tedarikçi seçimi en basit ifade ile üretim için gerekli olan malzemeleri hangi şirketlerden, hangi miktarlarda ve ne kadar sürede tedarik edileceğini belirlemek olarak ifade edilmektedir (Güner, 2005). Diğer bir deyişle tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi, kaliteli ürünleri doğru zamanda ve doğru fiyata sağlayabilecek yetkin tedarikçilerin bulunmasıyla ilgilidir.

Tedarikçi seçimi iki temel görevden meydana gelen ÇKKV problemidir. Bu iki temel görevden biri hangi kriterlerin dikkate alınacağına karar vermek, diğeri ise tedarikçilerin uygunluğunu karşılaştırmanın bir yolunu bulmaktır (Hosseini ve Al Khaled, 2019). Tedarikçi seçimi süreci 4 aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar çalışmada kullanılacak olan kaynak temini stratejisinin belirlenmesi, tedarikçi havuzunun oluşturulması, tedarikçi değerlendirme kriterleri ve yönteminin belirlenmesi, son olarak ise tedarikçi seçiminin yapılmasıdır. Tedarikçi seçimi yapılırken ilk olarak tedarikçi değerlendirme sürecinde nelere dikkat edileceğine karar verilir. Daha sonra firmaların ihtiyaçlarını karşılayabilecek tedarikçilere karar verdiği ve doğru satın alma stratejilerini uyguladığı kaynak temini stratejisinin belirlenmesi aşamasına geçilir. Bu aşamada firmalar

ihtiyaçlarını tek bir tedarikçiden mi yoksa birden fazla tedarikçiden mi karşılayacağına karar vermektedir. Tedarikçi kaynaklarının belirlenmesinden sonra ihtiyaç ve isteklerine uygun olmayan tedarikçiler elenerek bir tedarikçi havuzu oluşturulmaktadır. Bu havuz oluşturulduktan sonra tedarikçi değerlendirme kriterleri ve yönteminin belirlenmesi aşamasına geçilmektedir. Bu aşamada değerlendirme sürecinde kullanılacak kriterlere karar verilmektedir. Son aşama olan tedarikçi seçiminin yapılması aşamasında ise tedarikçi havuzunda yer alan tedarikçiler kriterlere göre uygun bir yöntem kullanılarak değerlendirilir ve bunun sonucunda sıralanarak en iyi karar verilmeye çalışılmaktadır (Güner, 2005).

Tedarikçi seçimi doğru bir şekilde yapıldığında başarıyı da beraberinde getirmektedir. Özellikle şirketler doğru tedarikçiyi seçtiklerinde müşterilerine yüksek kalitede hizmet sunabilmekte, süreçleri iyileştirebilmekte, üretimde kullanılan hammaddeleri ve üretim maliyetlerini azaltabilmektedir. Lakin tedarikçiler elverişli şekilde seçilmezse şirketlerin işlem süreçleri artacak ve müşteri beklentilerinin karşılanması daha uzun sürecektir (Karataş, 2023).

3.2. Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi

Sürdürülebilirlik, artan enerji fiyatları, endüstriyel kirlilik, kritik hammadde ve doğal kaynak kıtlığı ve çevresel felaketler nedeniyle son zamanlarda şirketlerin en iyi tedarikçileri seçerken dikkate almaları gereken önemli bir kriter olarak görülmektedir (Molamohamadi 2013). Kavramsal olarak bakıldığında sürdürülebilirlik genel olarak daim olma, devamlı olma, srekliplik arz etme anlamlarına gelmektedir. İlk olarak 1987 yılında Brundtland Raporu'nda tanımlanan sürdürülebilir kalkınma gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetinden ödün vermeden, bugünün ihtiyaçlarını karşılayabilmek olarak ifade edilmiştir (eri, 2020; WCED, 1987).

Son zamanlarda pek çok sektör uzmanı, bilim insanı ve araştırmacı, sürdürülebilir tedarikçilerin seçimine artan bir ilgi göstermektedir. Sürdürülebilirlik kavramının önemli bir faktör haline geldiği günümüzde şirketler rekabet avantajını sürdürebilmek için sürdürülebilirlik özelliklerini tedarikçi seçim faaliyetleriyle birleştirmeye çalışmaktadır (izmecioğlu, 2019).

Sürdürülebilir tedarikçi seçimi ise, tedarikçi seçiminde ve performans takibinde, ekonomik, sosyal ve çevresel kriterlerin dikkate alındığı klasik bir tedarikçi seçim problemi olarak tanımlanmaktadır. Sürdürülebilir tedarikçi seçiminin ekonomik boyutu, üretilebilecek gelir akışını maksimuma çıkarırken, bu geliri sağlayan sermayeyi de minimuma indirmeyi amaçlamaktadır. Çevresel boyutu, yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynakların tükenmesi ve çevredeki kirlilik oluşumunun kontrol edilmesi gibi konularla ilgilenirken sosyal boyutu ise iş sağlığı ve güvenliği, çalışan hakları ve refahı, bilgilerin paylaşımı gibi sosyal sorunlarla ilgilenmektedir. Akademisyenlerin çoğu değerlendirmelerini ekonomik, sosyal ve çevresel kriterlere dayandırsa da kullandıkları alt kriterler birbirlerinden farklı olmaktadır (Yu, 2019).

3.3. Endüstri 4.0 ve Akıllı Tedarikçi Seçimi

Dördüncü Sanayi Devrimi ilk olarak 2011 yılında Almanya’da dile getirilmiştir. Almanya’da düzenlenen Hannover Fuarında Endüstri 4.0 kavramı olarak adlandırılan bu devrim, üretim süreciyle ilgili olan tüm birimlerin birbiri arasında etkileşim içinde olmalarına, anlık olarak işlenen verilere kolayca ulaşabilmeye ve bunun sonucunda sağlanan en iyi katma değer ortaya çıkmasına dayanmaktadır. Endüstri 4.0 kavramı, Schuh vd. (2014) tarafından: *“üretimle direkt ya da dolaylı olarak ilişkili olan bütün birimlerin birbiri ile ortak çalışmasını planlanmakta, dijital verilerin yazılım ve bilişim teknolojilerinin birbiri ile entegre olarak çalışmasını öngörmektedir”* şeklinde tanımlanmaktadır (Şimşek, 2020).

Endüstri 4.0’ın temel çıkış noktası küreselleşen pazarda rekabet avantajı sağlanması, esneklik ve maliyetlerin azaltılması, basit işlere olan bağımlılığın azalması, hızlı ve hatasız ürünlerin pazara sunulması olarak görülmektedir. Bahsedilen faktörlerin yanı sıra Endüstri 4.0’ın gelişimi, kullanılan kaynakların tükenmesi, dünyanın ömrünün kısalması ve toplumun bu duruma yönelik artan endişesi rol oynamıştır. Endüstri 4.0’ın getirdiği teknoloji ve yenilikler sayesinde son zamanların en popüler ve öne çıkan kavramı olan sürdürülebilirlik kavramına da büyük katkı sağlayacağı ön görülmektedir (Pamuk ve Soysal, 2018).

Akıllı teknolojilerin son yıllardaki gelişimi kaçınılmaz olarak tedarik zincirini de etkilemektedir. Endüstri 4.0’ın tamamlayıcı parçaları olarak konumlanan Nesnelerin İnterneti, Siber Fiziksel Sistemler, Büyük Veri, Bulut Bilişim ve yapay zekâ gibi ileri

akıllı teknolojiler, tedarik zincirindeki her halkanın daha idrak edilebilir, açıklanabilir, öngörülebilir, kontrol edilebilir ve optimize edilebilir olmasını garanti altına almaktadır. Bu akıllı teknolojileri bütünleştiren bir tedarik zinciri, akıllı tedarik zinciri olarak tanımlanmaktadır. Gelişmiş akıllı teknolojilerin uygulanmasına ilgili olarak akıllı tedarik zinciri akıcı ve esnek olacak şekilde özelleştirilmektedir. Böylece geleneksel tedarik zincirinden akıllı tedarik zincirine geçiş hızlanmaktadır (Chen, 2020).

Tedarikçi seçimi bir süreç haline gelmiş ve tedarikçi seçimi yapılırken değerlendirilen kriterlerin sayısında artış gözlemlenmiştir. Geleneksel tedarikçi seçiminde uygun fiyat, yakınlık gibi kriterler kullanılırken akıllı tedarikçi seçiminde akıllı teknolojilerinin kullanımı ile bilgi yönetimi, depo otomasyonu, lojistik süreçlerinin dijitalleştirilmesi ve bilgi güvenliği gibi daha önce dikkate alınmamış farklı kriterler kullanılmaya başlanmıştır. Geleneksel yöntemlerle performansı artırmanın daha zor olduğunu ve teknolojik yeniliklerden kaynaklanan yeni çözümlerin geliştirilmesi gerektiğinin bilincinde olan firmalar rekabet avantajını koruyabilmek için satın almadan dağıtım kadar olan tedarik zinciri sürecinde gelişmiş akıllı teknolojilerden faydalanmaya çalışmaktadır. Bu noktada firmalar akıllı tedarikçileri seçerken yenilikçi teknoloji araçlarını değerlendirme kriteri olarak düşünebilmektedir (Özensel, 2023; Paksoy ve Toğrul, 2022).

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Karar verme, bir hedefe ulaşmak veya bir amacı gerçekleştirmek için alternatif davranış biçimleri arasından seçim yapma işidir. İnsanlar hayatlarında birçok konu hakkında farklı kararlar vermektedir. Verilen kararlar anlam ve önem açısından farklı olsa da ortak bir noktada buluşmaktadır. Bu ortak nokta oluşan her durumda karar vericinin alternatifleri belirlemesi ve amacına ulaşmak için hangi seçeneğin en iyi olduğuna karar vermesidir. Ortaya çıkan durumda, birden çok kriter ve alternatif seçeneği olduğunda bir karar verme problemi varlığından söz edilebilmektedir (Güngör ve Özcan, 2022).

ÇKKV belirlenen kriterleri farklı şekillerde değerlendirme olanağı sunarak karar vericinin karar almasına yardımcı olan yöntemlerin bir araya getirilmesidir. ÇKKV, karar verme problemlerinde bulunan kriterleri dikkate alarak bilimsel ve analitik bir çerçevede en uygun çözümün bulunmasına yardımcı olan bilimsel yöntemlerden meydana gelmektedir (Kabak ve Çınar, 2020).

ÇKKV, karar bilimlerinin bir alt dalıdır. ÇKKV modelleri ikili karşılaştırma esasına dayanır. Karar vericileri, farklı kriter ve alternatifleri bir modelde toplar. Karar sürecine dahil edilen alternatiflerin seçimini, sıralanmasını veya ağırlıklandırılmasını sağlar ve karar vericilere yardımcı olur. ÇKKV çok büyük miktarda verileri değerlendirmeye alır, karmaşık ve bütünüyle algılanması güç konuları analiz eder ve karar verme sürecinin sistematik bir şekilde yürütmesini sağlar.

ÇKKV hayatın her alanında ve düzeyinde kullanılmaktadır. ÇKKV mikro ölçekte; kişisel kararlar, kariyer planlaması, bir şey satın alma gibi, orta ölçekte; yatırım yapma, stratejik kararlar, üretim planlaması gibi, makro ölçekte ise devlette bütçe dağıtım aşamaları ve makro ekonomik hedef belirleme gibi alanlarda kullanılır.

Karar verme problemi ise en genel olarak bir seçeneğin seçimi şeklinde tanımlanır. Hayatın her aşamasında karar verme süreci karşımıza çıkmaktadır. Yapılan araştırmalarda, pek çok günlük kararın sezgisel olarak alınmasının yeterli olduğu görülürken, karmaşık ve hayati kararlar için bu yolun tek başına yeterli olmadığı görülmüştür. Karar verme, genel olarak seçenekler kümesinden, en az bir amaç ve bir kriterle dayanarak en uygun, bir ya da birkaç seçeneği seçme sürecine denir. Karar verme süreci karar verici, seçenekler, çevresel etkiler, ölçütler, karar vericinin öncelikleri ve kararın sonuçları elemanlarını içermektedir.

Devam eden alt başlıklarda akıllı ve sürdürülebilir tedarikçi seçimi için kullanılan ÇKKV yöntemlerinden olan AHP, MEREC ve CoCoSo yönteminden bahsedilecektir.

4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Karar almada nicel ve nitel ölçütleri değerlendirebilen, grup ve bireylerin tercihlerini, deneyimlerini, sezgilerini, bilgilerini, yargılarını ve düşüncelerini karar sürecine dahil edebilen, karmaşık problemlerin hiyerarşik bir yapı içinde ele alınarak çözülmesini sağlayan AHP en çok kullanılan ÇKKV yöntemlerinden birisidir.

AHP hiyerarşi en az üç seviyede kurulur. En üst seviyede amaç, ikinci seviyede ana ölçütler ve en alt seviyede de alternatifler yer alır. AHP temel olarak ikili karşılaştırmalara dayanmaktadır. İkili karşılaştırma ile karar verici tarafından kriterler ve alternatifler birbirleriyle göreceli olarak değerlendirilerek problemin çözümü için bir sonuç ortaya konmaktadır. Bu sonuç ile alternatifler arasından seçme yapılacağı gibi alternatiflerin sıralaması da yapılabilmektedir. Kriter ve alternatifler arasında ikili karşılaştırmaların oluşturulması için Thomas L. Saaty tarafından oluşturulan 1-9 skalası kullanılmaktadır. Ana ölçütler kendi arasında bu skala kullanılarak değerlendirilir. İkili karşılaştırmalar yapıldıktan sonra tutarlılık oranı ise, ikili karşılaştırma matrisi için hesaplanmaktadır ve oranın Saaty tarafından önerilen üst limiti 0,10 olarak tanımlanır. Yargılar için hesaplama oranı 0,10'un altında ise yargıların yeterli bir tutarlılık sergiledikleri ve değerlendirmenin devam edebileceği kabul edilmektedir. İkili karşılaştırmalarda tutarlılık için ölçütler doğru tanımlanmalı ve ölçütleri sayısı doğru tespit edilmelidir.

Grup kararlarının alınmasında çok iyi bir yöntem olan AHP, çok sayıda ölçüt ile de uygulanabilen bir ÇKKV yöntemidir. AHP karar verme probleminde, problemi ya da kriteri alt probleme bölerek her alt problemi ya da kriteri tek bir sonuçta toplar. AHP'de sonucun esnekliğini analiz etmek duyarlılık analiziyle mümkündür.

AHP, yer/kuruluş yeri seçimi uygulamaları, tedarikçi seçimi, işe alma, sürekli iyileştirme projelerinin seçimi, donanım ve yazılım seçimi, yatırım kararı, en uygun stratejinin belirlenmesi, performans değerlendirme vb. problemlerde kullanılmaktadır.

Problem tanımlandıktan sonra şu adımlara geçilir;

Karşılaştırma matrisinde bileşenler $i=j$ olduğu zaman köşegen değeri 1 olmaktadır. Yani a_{11} değeri 1 olarak alınmalıdır. Ayrıca aşağıdaki formül köşegen değerlerin üstündeki değerlere uygulanarak köşegen değerlerin altındaki değerleri bulur.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (2)$$

Adım 3: Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımlarının Belirlenmesi

İkili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmalıdır. Bu hesaplama işlemini yapabilmek için N adet ve n tane bileşenden oluşan bir B vektör matrisi yardımcı olur. Bu matris aşağıdaki gibidir;

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ b_{31} \\ \vdots \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad (3)$$

B_i vektörünün hesaplanabilmesi için şu formül kullanılmaktadır;

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (4)$$

Yapılan hesaplamalar sonucunda karşımıza C matrisi karşımıza çıkmaktadır.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & \dots & c_{2n} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & \dots & c_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \dots & c_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Adım 4: Tutarlılık Oranının Hesaplanması

AHP sonuçlarının doğru olup olmadığını anlamak için bir tutarlılık analizi yapılması gerekir. Tutarlılık analizinin yapılabilmesi için CR adı verilen bir değere ihtiyaç vardır. C matrisinden yararlanarak kriterlerin önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları bulunabilir. C matrisinin satır değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak w değeri bulunur. w değerlerinin hesaplanmasıyla W sütun vektörü elde edilir. w değerinin hesaplanabilmesi için gerekli olan formül (6) aşağıdadır;

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (6)$$

Ağırlıkların hesaplanmasından sonra A karar matrisi ile ağırlıklar çarpılarak D matrisi oluşturulur. Oluşan D matrisinin bileşenlerini w değerlerine bölerek E matrisi elde edilir. Elde edilen E matrisi değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak λ değeri bulunmaktadır. Bu hesaplamalar için aşağıdaki formüller kullanılmaktadır.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (7)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (8)$$

λ değeri hesaplandıktan sonra Tutarlık Göstergesi (CI) aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (9)$$

Tutarlılık oranının hesaplanması için gerekli olan CI değeri bulunduktan sonra RI standart düzeltme oranına bölünerek CR değeri bulunur. Standart düzeltme oranları (RI) aşağıdaki tabloda verilmiştir.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tablo 2: RI Değerleri

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (10)$$

Hesaplanan CR değerinin 0.10 değerinden küçük olması tutarlılığın sağlandığı anlamına gelmektedir. Yani karar verici tarafından yapılmış olan değerlendirme tutarlıdır. 0.10 değerinden büyük olması halinde ise karar vericinin karşılaştırmaları tutarsızdır.

Adım 5: Hiyerarşik Yapının Genel Sonucunun Bulunması

Faktör açısından karar noktalarının önem derecesi matris işlemleri n kez tekrarlanır. Bu tekrarlama işleminden sonra $M \times 1$ boyutlarında S sütun vektörleri hesaplanmış olur. Hesaplanan S sütun vektörü ile K karar matrisi oluşturulur.

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

Oluşturulan K karar matrisi W vektör matrisi ile hesaplama işlemi gördükten sonra Z sütun vektörü elde edilmektedir. Karar noktalarının önem sıraları ve yüzde dağılımları şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$Z = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{m1} & S_{m2} & \dots & S_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} \\ Z_{21} \\ \vdots \\ Z_{m1} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Hesaplanan Z sütun vektörüne göre bir sıralama yapılarak en iyi değer bulunur ve karar veren tarafından seçilir.

4.2. MEREC Yöntemi

MEREC yöntemi, 2021 yılında Ghorabae tarafından geliştirilen ve literatüre kazandırılan objektif bir kriter ağırlıklandırma yöntemidir. Bu yöntem, kriter ağırlıklarının elde edilmesine yönelik objektif ağırlıklandırma yöntemleri arasında yer almaktadır. MEREC, kriter ağırlıklarını belirlemek için her bir kriterin alternatiflerin performansı üzerindeki kaldırma etkisini kullanmaktadır. Performans üzerinde daha büyük etkiye sahip olan kriterlere daha büyük ağırlıklar verilir. Bu yöntemde alternatiflerin performanslarını hesaplamak için eşit ağırlıklara sahip basit bir logaritmik ölçü ve her bir kriterin kaldırılmasının etkilerini belirlemek için mutlak sapma ölçüsü kullanılmaktadır. Bu ölçüm, genel alternatifin performansı ile bir kriteri kaldırma performansı arasındaki farkı yansıtmaktadır (Ghorabae ve diğerleri, 2021).

Problem tanımlandıktan sonra şu adımlara geçilir;

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

İlk olarak her kritere ilişkin değerleri veya her alternatifin derecelendirmesini gösteren bir karar matrisi oluşturulmaktadır. Karar matrisi elemanları x_{ij} ile gösterilir ve x_{ij} değerlerinin sıfırdan büyük olması gerekmektedir. Eğer karar matrisinde negatif değer bulunuyorsa bu değerlerin uygun bir teknik kullanılarak pozitif değerlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Oluşturulan karar matrisi aşağıdaki gibidir;

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2m} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Adım 2: Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisi oluşturulduktan sonra normalize karar matrisi oluşturma adımına geçilir. Bu adımda karar matrisinin elemanlarını ölçeklendirmek için basit doğrusal bir normalizasyon kullanılmaktadır. Normalleştirilmiş matrisin elemanları n_{ij}^x değeri ile gösterilmektedir. n_{ij}^x değeri hesaplanırken kriterler fayda yönlü ise Eşitlik 14'ten yararlanılmaktadır.

$$n_{ij}^x = \frac{\frac{\min x_{kj}}{k}}{x_{ij}}; i, j \in B \quad (14)$$

Eğer n_{ij}^x değeri hesaplanırken kriterler maliyet yönlü ise Eşitlik 15'ten yararlanılmaktadır.

$$n_{ij}^x = \frac{x_{ij}}{\frac{\max x_{kj}}{k}}; i, j \in H \quad (15)$$

Burada B fayda türü kriterleri ifade ederken H maliyet türündeki kriterleri ifade etmektedir. MEREK yönteminde birçok çalışmadan farklı olarak tüm kriterler minimizasyon kriterlerine dönüştürülmektedir.

Adım 3: Alternatiflerin Toplam Performans Değerinin (S_i) Hesaplanması

Bu adımda eşit kriter ağırlıklarına sahip logaritmik bir ölçü kullanılarak alternatiflerin genel performans değerlerine ulaşılmaktadır. Bir önceki adımdan elde edilmiş olan normalize karar matrisi değerleri kullanılarak her bir alternatifin performansı Eşitlik 16'daki denklem kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$S_i = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{m} \sum_j |\ln(n_{ij}^x)| \right) \right) \quad (16)$$

Adım 4: Alternatiflerin Performans Değerindeki Değişikliklerin (S'_{ij}) Hesaplanması

Bir önceki adımda kullanılan logaritmik ölçü bu adımda da kullanılmaktadır. İki adım arasında fark, alternatiflerin performanslarının her kriterin ayrı ayrı kaldırılmasına dayalı olarak hesaplanmasıdır. Bu kaldırma işlemi ile m kriterle ilişkili m adet performans seti elde edilmektedir. S'_{ij} değeri j kriterinin karar verme sürecinden çıkarılması sonucu gösterir iken, i alternatifinin ise yeni performans düzeyini göstermektedir. S'_{ij} değerini hesaplamak için Eşitlik 17'deki denklem kullanılmaktadır.

$$S'_{ij} = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{m} \sum_{k, k \neq j} |\ln(n_{ik}^x)| \right) \right) \quad (17)$$

Adım 5: Mutlak Sapmaların Toplamının Hesaplanması

Elde edilen S_i ve S'_{ij} değerlerine dayanarak j 'inci kriterin kaldırma etkisi hesaplanmakta olup E_j değeri olarak ifade edilmektedir. E_j değerini hesaplamak için Eşitlik 18'deki formül kullanılmaktadır.

$$E_j = \sum_i |S'_{ij} - S_i| \quad (18)$$

Adım 6: Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Her bir kriterin objektif ağırlığı (w_j), E_j değerleri kullanılarak hesaplanmaktadır. w_j , j 'inci kriterin ağırlığını ifade etmektedir. w_j değerinin hesaplanması için Eşitlik 19'daki denklem kullanılmaktadır.

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k} \quad (19)$$

4.3. Ortak Ağırlıklandırma Yöntemi

AHP ve MEREC yöntemlerinden elde edilen ağırlıklar Eşitlik 20'de verilen denklem ile birleştirilerek her bir kritere ilişkin objektif ağırlıklar hesaplanmaktadır.

$$w_{j,ortak} = \frac{w_{j,AHP} * w_{j,MEREC}}{\sum_{j=1}^m w_{j,AHP} * w_{j,MEREC}} \quad (20)$$

4.4. CoCoSo Yöntemi

Yazdani vd. tarafından 2019 yılında geliştirilen CoCoSo (Combined Compromise Solution) yöntemi bütünleşmiş bir basit eklemeli ağırlıklandırma ve üssel olarak ağırlıklandırılmış ürün modeline dayanmaktadır. Bir CoCoSo karar problemini çözmek için, alternatifler ve ilgili kriterler belirlendikten sonra şu adımlara geçilir;

Adım 1: Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması

M adet alternatiften ve n adet kriterden meydana gelen bir karar matrisi oluşturulur. Bu matris Eşitlik 21’de gösterilmiştir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2n} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (21)$$

Adım 2: Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Kriter değerlerinin normalizasyonu işlemi, uzlaşma normalizasyon denklemine dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Kriter fayda yönlü ise Eşitlik 22’deki denklem kullanılmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (22)$$

Kriter maliyet yönlü ise Eşitlik 23’teki denklem kullanılmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (23)$$

Adım 3: S_i ve P_i Değerlerinin Hesaplanması

Bu adımda çalışmaya dahil edilen her bir karar alternatif için toplam ağırlıklı karşılaştırılabilirlik S_i Eşitlik 24 ile hesaplanmaktadır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n (w_j r_{ij}) \quad (24)$$

Toplam üssel ağırlıklı karşılaştırılabilirlik P_i matrisleri ise Eşitlik 25 ile hesaplanmaktadır.

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (25)$$

Adım 4: Karar Alternatiflerinin Görelî Ağırlıklarının Hesaplanması

Birleştirme stratejileri kullanılarak alternatiflerin görelî ağırlıkları elde edilmektedir. Ağırlıklı toplam metodu ile ağırlıklı çarpım metodunun toplamının aritmetik ortalaması Eşitlik 26’da yer alan denklem kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (26)$$

Ağırlıklı toplam ve ağırlıklı çarpım değerlerinin toplamı en iyi karar alternatifine göre Eşitlik 27’de yer alan denklem kullanılarak kıyaslanmaktadır.

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min_i S_i} + \frac{P_i}{\min_i P_i} \quad (27)$$

Ağırlıklı toplam ve ağırlıklı çarpım metodunun dengelenmiş değerleri Eşitlik 28’de yer alan denklem kullanılarak hesaplanmaktadır. λ Değeri karar vericiler tarafından genel olarak 0,5 olarak tercih edilmektedir.

$$k_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1-\lambda)(P_i)}{(\lambda \max_i S_i + (1-\lambda) \max_i P_i)}; \quad 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (28)$$

Adım 5: Alternatiflerin Sıralanması

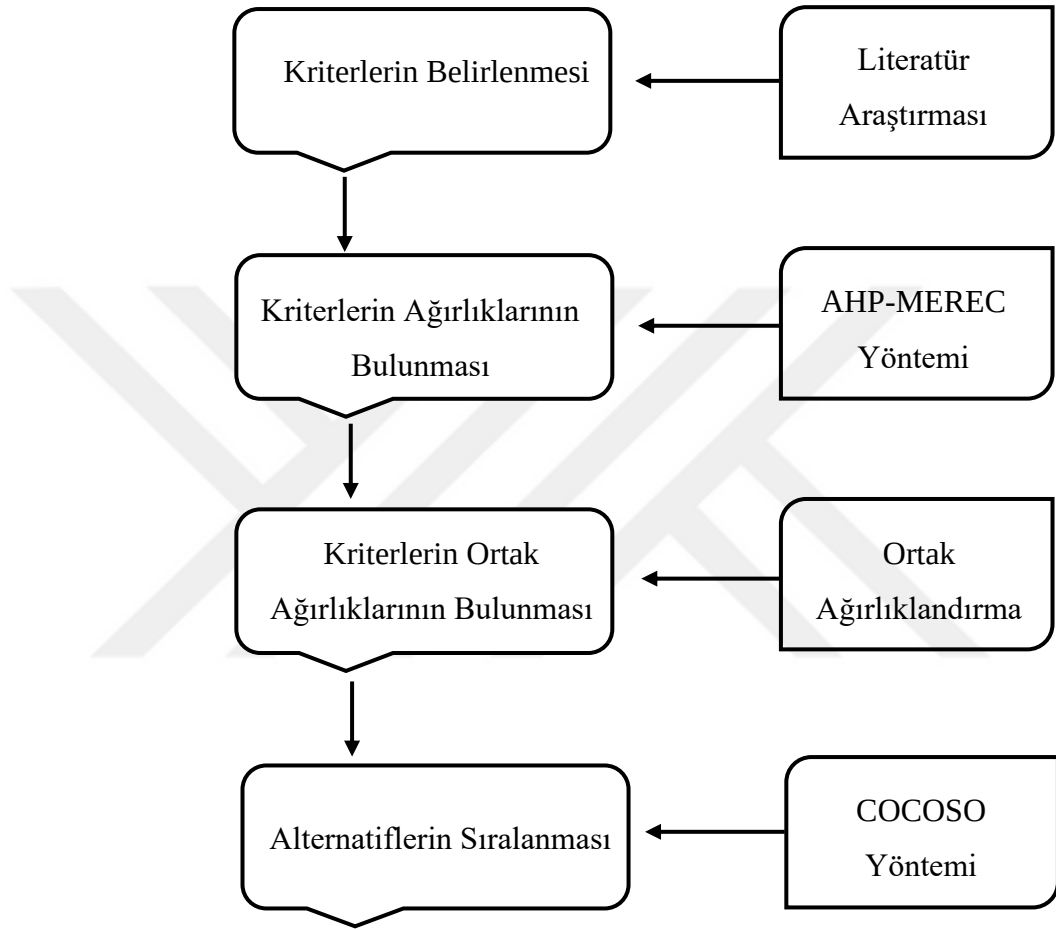
Son aşamada ise her bir karar alternatifine ait performans değeri k_i Eşitlik 29’da bulunan denklem yardımıyla hesaplanmaktadır. Performans değeri en yüksek olan karar alternatifi en iyi alternatif olarak belirlenirken, diğer karar alternatifleri performans değerlerine göre sıralanmaktadır.

$$k_i = (k_{ia} k_{ib} k_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3} (k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \quad (29)$$

4.5. Uygulanacak Çözüm Yöntemi

Enerji sektöründe sürdürülebilir ve akıllı tedarikçi seçimi probleminde en uygun alternatifi bulabilmek için literatür araştırması sonucunda belirlenmiş olan kriterlerden bir karar matrisi oluşturulmuştur İkinci olarak belirlenmiş olan kriterlerin ağırlıkları AHP

ve MEREC yöntemi kullanılarak bulunacaktır. Ağırlıklar bulunduktan sonra ortak ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak kriterlerin birleştirilmiş ağırlıklarına ulaşılacaktır. Ağırlıkları bulunan kriterlerin CoCoSo yöntemi ile sıralaması yapıp en iyi sonuç elde edilerek seçim yapılacaktır. Uygulama süreci aşağıdaki şekilde gösterilmiştir;



Şekil 2. Uygulama süreci

5. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde AHP, MEREC ve CoCoSo yöntemleri kullanılarak enerji sektöründe faaliyet gösteren bir elektrik dağıtım şirketinde sürdürülebilir ve akıllı tedarikçi seçimi yapmak amacıyla örnek bir uygulama yapılmıştır. Enerji sektöründe elektrik, çağdaş toplumların enerji ihtiyacının giderilmesinde en önemli araçlardan biri olmaktadır. Elektrik enerjisi genelde kömür, doğal gaz, petrol, hidroelektrik, rüzgâr, güneş ve nükleer enerji gibi enerji kaynaklarından üretilerek geniş alanlarda kullanıma imkân sağlamaktadır (ETKB, 2024). Kullanılan her bir kaynak, çeşitli teknolojilerle belli süreçlerden geçerek elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.

Elektrik, enerji sektörünün dinamiğini büyük ölçüde etkileyen bir faktör olup enerji sektöründeki gelişmeleri, sürdürülebilirliği, enerji verimliliğini ve çevresel etkileri de dikkate almaktadır. Bu nedenle, enerji sektöründeki değişimler genel olarak enerji politikalarına, teknolojik gelişmelere ve toplumsal taleplere dayanmaktadır. Elektrik enerjisi dağıtımı ise, elektrik enerjisinin üretim merkezlerinden tüketim noktalarına kadar güvenli ve sürekli bir şekilde ulaştırılmasını sağlayan süreci ifade etmektedir. Bu süreç, elektriğin iletim merkezinden tedarik edilerek tüketiciye ulaştırılmasını sağlar ve genellikle yerel dağıtım şirketleri veya kuruluşları tarafından gerçekleştirilir.

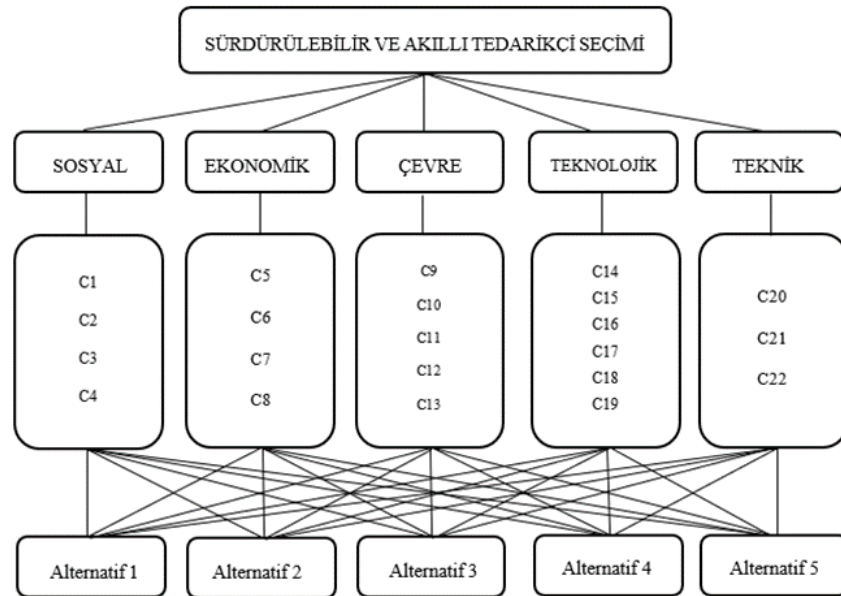
Çalışmanın uygulama bölümünde elektrik dağıtımında faaliyetlerini sürdüren ilgili şirket, 1995 yılında Konya’da kurulmuştur. 6 ilde 69 lokasyonda hizmet vermektedir. Uygulamada elektrik enerji kaynağı tedarik eden şirkette çalışan üst düzey bir yöneticinin, bu şirkete danışmanlık sağlayan bir akademisyenin ve bir enerji uzmanının değerlendirmelerinden faydalanılmıştır. Karar verici 1 (KV1) ilgili şirkette çalışan üst düzey bir yöneticidir. Genel müdür yardımcısı pozisyonunda çalışmakta ve 15 yıllık bir deneyime sahiptir. Karar verici 2 (KV2) Konya’da bulunan bir vakıf üniversitesinde görev alan bir akademisyendir. Sürdürülebilir enerji ve yenilebilir enerji alanında çalışmaları bulunmaktadır. Çevreyle alakalı projelerde de yer almıştır. Ayrıca ilgili şirkete danışmanlık yapmaktadır. Karar verici 3 (KV3) elektrik dağıtım şirketinde enerji uzmanı olarak görev almaktadır. Ayrıca sürdürülebilir ve yenilebilir enerji alanında deneyimlere sahiptir.

Uygulama süreci üç aşamadan meydana gelmektedir. Birinci aşamada literatür araştırması ve uzman görüşleri sonucunda belirlenen kriterlerden bir karar modeli

oluşturulmuştur. İkinci aşamada uzmanların değerlendirmesi sonucunda kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur. Son aşamada ise kriterlerin ağırlıkları kullanılarak alternatifler sıralanıp en iyi sonuç elde edilmiştir.

5.1. Karar Modelinin Oluşturulması

Elektrik dağıtımında yer alan şirket için sürdürülebilir ve akıllı tedarikçi seçimi ÇKKV yöntemlerinden faydalanarak seçilecektir. Tedarikçi seçimi probleminde yapılan literatür araştırması ve uzman görüşleri sonucunda kullanılacak olan ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Kriterlerin belirlenmesi sonucunda oluşturulan karar modeli aşağıdaki gibidir;



Şekil 3. Tedarikçi seçimi probleminin hiyerarşik yapısı

Uygulamada ele alınacak olan alt kriterlerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

Personel Eğitimi (C1): Sürdürülebilirlik ihtiyaçları doğrultusunda çalışanların ve yöneticilerin bilgi ve becerilerini arttırmaya yönelik yatırımların yapılmasını ifade eder. Ayrıca bu kriter akıllı ve sürdürülebilir tedarikçi seçimindeki operasyonları, teknolojiyi, tedarik zinciri yönetimi süreçlerini içermektedir (Song vd.,2017; Ecer ve Pamucar, 2020; Puska vd.,2023; Büyüközkan ve Göçer, 2019).

İş Olanakları (C2): Enerji tedarik süreci boyunca iş olanaklarının ve istihdamın artırılmasında katkıda bulunulmasını gerektiğini ifade eder (Şengül vd., 2015; Wang, 2009).

Sağlık ve Güvenlik (C3): İşyerinde çalışanların ve yöneticilerin iş güvenliğini ve sağlığını korumak için tedbirlerin alınmasıdır. Bu doğrultuda işyerinde çalışanları korumak için uygulanacak kurallar ve alınacak tedbirlerin en yüksek seviyede tutulması gerekmektedir (Luthra vd., 2017; Song vd.,2017; Ecer ve Pamucar, 2020; Puska vd., 2023).

Bilgi Paylaşımı (C4): Süreçle ilgili önemli olan malzeme, karbon emisyonları, üretim sırasında açığa çıkan toksinler vb. gibi tüm bilgilerin müşterilerle ve ortaklarla paylaşımının sağlanmasıdır (Luthra vd., 2017; Ecer ve Pamucar, 2020; Puska vd., 2023; Matić vd., 2019).

Maliyet (C5): Tedarikçinin ürün için teklif ettiği fiyatı, satın alma maliyeti, sipariş maliyeti ve ulaştırma maliyeti gibi oluşabilecek tüm maliyetleri ifade etmektedir (Song vd.,2017; Sen vd., 2018; Yu vd., 2019). Maliyet unsuru karar vericiler tarafından oldukça dikkate alınmakta ve minimum düzeyde tutulması hedeflenmektedir.

Teslimat (C6): Tedarikçinin ürünü kaynak konumundan önceden belirlenen varış noktasına taşıma ve zamanında teslim etme becerisini ifade etmektedir. Ayrıca tedarikçinin ürünü teslim etmek için harcadığı süreye ilişkin bilgileri de içermektedir (Zhou ve Xu, 2018; Sen vd., 2018; Yu vd., 2019; Luthra vd., 2017; Song vd.,2017; Ecer ve Pamucar, 2020).

Servis (C7): Satış sonrası tedarikçiler tarafından verilen hizmetleri ifade etmektedir (Sen vd., 2018; Yu vd., 2019; Luthra vd., 2017; Ecer ve Pamucar, 2020).

Esneklik (C8): Tedarikçinin pazarda oluşabilecek her türlü değişikliği yönetebilecek esnekliğe sahip olması gerekmektedir. Ayrıca tedarikçi avantajlı bir şekilde ilerletilebilecek isteklere ve halihazırdaki üretim faaliyetlerine yeni ürünler eklemek için gereken zaman veya maliyet esnekliğine sahip olmalıdır (Luthra vd., 2017; Matić vd., 2019).

CO2 Emisyonu (C9): Yenilenebilir enerji kullanımının ve enerji verimliliğinin artırılması, karbondioksit emisyonlarını azaltabilmektedir. Bu doğrultuda sera gazı emisyonuna neden olan fosil enerji tüketimi minimum düzeyde tutulmalıdır. Sistem sürdürülebilirliğini CO2 emisyonlarına bakarak değerlendirebilmeyi sağlamaktadır (Wang, 2021; Liu, 2014).

Kirlilik Kontrolü (C10): Tedarikçinin ürün üretirken havaya, suya veya toprağa salınan kirliliği ve israf seviyesini ifade etmektedir. Bu kriterin minimum düzeyde tutulması gerekmektedir (Ecer ve Pamucar, 2020; Sen vd., 2018; Matić vd., 2019; Awasthi vd., 2010).

Yeşil İmaj (C11): Tüketicilerin çevrenin korunmasına ve sürdürülebilir iş uygulamalarına karşılık sergiledikleri tutumu göstermektedir (Matic vd., 2019; Zhou ve Xu, 2018).

Kaynak Tüketimi (C12): Su, enerji ve gücünde dahil olduğu kaynakların verimli kullanılmasını, korunmasını ve geri dönüştürülerek yeniden kullanılması gibi uygulamaları içermektedir (Song vd., 2017; Yu vd., 2019; Matic vd., 2019; Kilic ve Yalcin, 2020).

Çevresel Yönetim Sistemleri (C13): Ürüne ait süreçlerdeki çevresel etkileri belirleyerek bu etkilerin çevreye verdiği zararı en aza indirmeyi sağlayan ISO 14001 standardını ifade etmektedir (Song vd., 2017; Yu vd., 2019; Kilic ve Yalcin, 2020).

Nesnelerin İnterneti (C14): İnternet ağına sahip olan nesnelerin, sahip olduğu sanal bir kimlik sayesinde çevreleriyle fiziksel ve sosyal anlamda iletişim halinde olmalarıdır. Nesnelerin internetiyle beraber akıllı fabrikaların, akıllı ürünlerin ve akıllı servislerin zemini oluşmuştur. Bir iş yerinde bulunan farklı nesnelerden ve kaynaklardan veri toplamak, çoğaltabilmek ve organize edebilmek mümkün hale gelmiştir (Soylu, 2018).

Blok Zinciri (C15): Verilerin bir kayıt defteri veya kayıt listesine şifrelenerek kaydedilmesini içermektedir. Bu noktada Blockchain teknolojisi; finans sektöründen enerji piyasalarına, tedarik süreçlerinden fikri mülkiyet yönetimine, kamu sektöründen diğer birçok platforma kadar verimliliği artırma potansiyeline sahiptir. Tamamen otomatik, şeffaf, güvenli ve minimum ara altyapıya sahip olması nedeniyle blockchain birçok sektörün ve hükümetin dikkatini çekmektedir (Kazan, 2022).

Büyük Veri (C16): Genel veri tabanı yazılım araçlarının yakalama, saklama, yönetme ve analiz etme yeteneğini aşan veri kümelerini içermektedir. Büyük miktarda olan verilerin güvenli bir şekilde işlenmesi ve saklanması gerekmektedir. Teknolojik ilerleme devam ettikçe büyük veri olarak kabul edilen veri setlerinin boyutlarının da artması beklenmektedir (Soylu,2018).

Siber Güvenlik (C17): Yönetim ve üretim sistemlerinin birbirinden farklı olduğu birden fazla şirket bulunmasına rağmen bu sistemlerin birbirine bağlı olduğu birçok şirkette bulunmaktadır. Bu bağlanmanın artmasıyla birlikte önemli endüstriyel sistemleri, sistem üzerinde işlenen ve saklanan verileri ayrıca üretim safhalarını güvenlik bakımından oluşabilecek tüm tehditlerden ve saldırılardan korumak için, makinelerin kimliklerini ve makinelere olan erişimin yönetilmesi gerekmektedir (Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0, 2016).

Bulut Bilişim (C18): Çevrimiçi olarak bilgilerin paylaşılmasına imkân vererek var olan bilişim hizmetinin, bilgisayarlardan ve diğer aygıtlardan kullanılmasına internet ağı üzerinden izin verilmesidir. Ana kaynaktaki yazılımın ve bilgilerin paylaşılmasına imkân vererek, var olan bilişim hizmetinin, bilgisayarlardan ve diğer aygıtlardan kullanılmasına internet ağı üzerinden izin verir. Bulut bilişimle birlikte önümüzdeki yıllarda bilgisayarlarda bulunan depolama alanları yerine çevrimiçi depolama alanlarının kullanılacağı öngörülmektedir (Ege Bölgesi Sanayi Odası, 2015).

Arttırılmış Gerçeklik (C19): Bilgisayar aracılığıyla oluşturulan ses, görüntü, grafik ve küresel konumlama sistemi (GPS) verilerini zenginleştirerek yeni bir gerçeklik kavramı oluşturmayı ifade etmektedir. Ayrıca arttırılmış gerçeklik gerçek dünyadan almış olduğu verileri sanal bir ortamda yaratılmış olan verilerle birleştirmektedir. Arttırılmış gerçeklikle beraber işletmelerin verimliliği ve karlılık seviyeleri de artmaktadır (Taşkın, 2018).

Güvenilirlik (C20): Önceden tasarlanan bir sistemin oluşabilecek herhangi bir sorunda görevini yerine getirebilme kabiliyetini ifade etmektedir. Ayrıca güvenilirlik, bir plan çerçevesinde üretim ve tedarik miktarlarındaki çok az dalgalanmalar ile amaçlanan ve daha önce belirlenmiş şartlar içerisinde çalışabilme yeteneğidir (Özgün, Yılmaz Balaman, 2019).

Kalite (C21): Tedarikçinin sağlamış olduğu ürünün kalitesini ifade etmektedir. Kalite aslında birçok ürün özelliğinin müşteri gereksinimlerini karşılama derecesidir. Tedarik edilen malzemelerin ihtiyaçları veya beklentileri karşılama performansını ölçmektedir (Song vd., 2017; Yu vd., 2019; Matic vd., 2019; Zhou ve Xu, 2018).

Verimlilik (C22): Enerji kaynağının verimli bir şekilde kullanılarak ne kadar enerji elde edildiğini ifade etmektedir (Liu, 2014; Özgün).

5.2. Kriterlerin Ağırlıklarının Bulunması

Ağırlıkların belirlenmesi için AHP ve MEREC yöntemi kullanılmıştır. İki farklı yöntemde kriterler değerlendirip ortak ağırlıkları uygun bir formül ile birleştirilmiştir. Bu formül literatür taraması sonucunda bulunmuştur.

5.2.1. AHP Yöntemi ile Ağırlıkların Bulunması

AHP yönteminde 4.1. numaralı bölümde yer alan eşitlikler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu yöntemde ilk olarak kriterlerin değerlendirilebilmesi için bir anket oluşturulmuş ve bu anket formu uzmanlara iletilmiştir. Uzmanlar çalışmada yer alacak kriterleri değerlendirmiş ve kriterlere bazı eklemeler yapmışlardır. Bunun sonucunda çalışmada beş adet ana kriterin ve 22 adet alt kriterin kullanılmasına karar verilmiştir. Daha sonra anket formu güncellenip uzmanlara tekrar iletilmiştir. Kriterler belirlendikten sonra uzmanlar kriterleri kendi ana grupları içerisinde önem derecelerine göre sıralamışlardır. Kriterler sıralandıktan sonra Tablo 1’de yer alan karar ölçeğine göre uzmanların değerlendirme yapması istenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda ana kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisi Tablo 3’te gösterilmiştir. Karar vericilere ait sözel değerlendirmelere karşılık gelen sayılar ise Tablo 4’te gösterilmektedir.

Tablo 3. AHP yöntemine göre karar vericilerin ikili karşılaştırma matrisine ait sözel değerlendirmeleri

KV 1-2-3	Sosyal	Ekonomik	Çevre	Teknolojik	Teknik
Sosyal	(EDÖ-EDÖ-EDÖ)	(1/ÇKÖ-1/KÖ-1/KÖ)	(1/KÖ-1/ÇKÖ-1/ÇKÖ)	(1/DÖ-1/DÖ-1/KÖ)	(KÖ-DÖ-KÖ)
Ekonomik	(ÇKÖ-KÖ-KÖ)	(EDÖ-EDÖ-EDÖ)	(DÖ-1/DÖ-1/DÖ)	(KÖ-DÖ-ÇKÖ)	(ADÖ-ÇKÖ-ADÖ)
Çevre	(KÖ-ÇKÖ-ÇKÖ)	(1/DÖ-DÖ-DÖ)	(EDÖ-EDÖ-EDÖ)	(DÖ-KÖ-ÇKÖ)	(ÇKÖ-ADÖ-KÖ)
Teknolojik	(DÖ-DÖ-KÖ)	(1/KÖ-1/DÖ-1/ÇKÖ)	(1/DÖ-1/KÖ-1/ÇKÖ)	(EDÖ-EDÖ-EDÖ)	(KÖ-KÖ-ÇKÖ)
Teknik	(1/KÖ-1/DÖ-1/KÖ)	(1/ADÖ-1/ÇKÖ-1/ADÖ)	(1/ÇKÖ-1/ADÖ-1/KÖ)	(1/KÖ-1/KÖ-1/ÇKÖ)	(EDÖ-EDÖ-EDÖ)

Tablo 4. AHP yöntemine göre karar vericilerin ikili karşılaştırma matrisine ait sayısal değerlendirmeleri

KV 1-2-3	Sosyal	Ekonomik	Çevre	Teknolojik	Teknik
Sosyal	(1-1-1)	(1/7-1/5-1/5)	(1/5-1/7-1/7)	(1/3-1/3-1/5)	(5-3-5)
Ekonomik	(7-5-5)	(1-1-1)	(3-1/3-1/3)	(5-3-7)	(9-7-9)
Çevre	(5-7-7)	(1/3-3-3)	(1-1-1)	(3-5-7)	(7-9-5)
Teknolojik	(3-3-5)	(1/5-1/3-1/7)	(1/3-1/5-1/7)	(1-1-1)	(5-5-7)
Teknik	(1/5-1/3-1/5)	(1/9-1/7-1/9)	(1/7-1/9-1/5)	(1/5-1/5-1/7)	(1-1-1)

İkili karşılaştırmalar yapıldıktan sonra karar vericilere ait değerlendirmeler geometrik ortalama kullanılarak grup kararı çerçevesinde birleştirilmiştir. Elde edilen matris Tablo 5’te gösterilmiştir. Ayrıca birleştirme işlemi alt kriterlerin tümünde de uygulanmıştır.

Tablo 5. Ana kriterlere ait grup kararı

KV 1-2-3	Sosyal	Ekonomik	Çevre	Teknolojik	Teknik	Ağırlıklar
Sosyal	1,000	0,179	0,160	0,281	4,217	0,08
Ekonomik	5,593	1,000	0,693	4,718	8,277	0,35
Çevre	6,257	1,442	1,000	4,718	6,804	0,40
Teknolojik	3,557	0,212	0,212	1,000	5,593	0,14
Teknik	0,237	0,121	0,147	0,179	1,000	0,04
Tutarlılık Oranı	0,0952					

İkili karşılaştırmaların yapılmasından sonra normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Normalize karar matrisinin oluşturulmasının ardından karar matrisinde bulunan her satırın aritmetik ortalaması alınarak ağırlıklar hesaplanmıştır. Değerlendirme sonucunda tutarlılık oranı 0,0952 olarak bulunmuştur. Benzer karşılaştırma işlemleri ve hesaplamalar alt kriterler içinde gerçekleştirilmiş, ana kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıkları ayrı olarak hesaplanmıştır. Daha sonra, ana kriter ağırlığının her bir alt kriterin

yerel ağırlığı ile çarpımıyla alt kriterlerin küresel ağırlıkları hesaplanmış ve elde edilen tüm sonuçlar Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Kriter ağırlıkları

Ana Kriterler	Küresel Ağırlıklar	Alt Kriterler	Yerel Ağırlıklar	Küresel Ağırlıklar
Sosyal	0,0763	Personel Eğitimi (C1)	0,180	0,014
		İş Olanakları (C2)	0,216	0,017
		Sağlık ve Güvenlik (C3)	0,098	0,007
		Bilgi Paylaşımı (C4)	0,506	0,039
Ekonomik	0,3481	Maliyet (C5)	0,536	0,187
		Teslimat (C6)	0,304	0,106
		Servis (C7)	0,098	0,034
		Esneklik (C8)	0,062	0,022
Çevre	0,4024	CO2 Emisyonu (C9)	0,256	0,103
		Kirlilik Kontrolü (C10)	0,267	0,107
		Yeşil İmaj (C11)	0,077	0,031
		Kaynak Tüketimi (C12)	0,222	0,089
		Çevresel Yönetim Sistemleri (C13)	0,179	0,072
Teknolojik	0,1378	Nesnelerin İnterneti (C14)	0,377	0,052
		Blok Zinciri(C15)	0,144	0,020
		Büyük Veri (C16)	0,102	0,014
		Siber Güvenlik (C17)	0,277	0,038
		Bulut Bilişim (C18)	0,048	0,007
		Arttırılmış Gerçeklik (C19)	0,052	0,007
Teknik	0,0353	Güvenilirlik (C20)	0,272	0,010
		Kalite (C21)	0,577	0,020
		Verimlilik (C22)	0,151	0,005

Elde edilen kriter ağırlıkları sonucunda AHP yönteminde önem düzeyi en yüksek olan ana kriter çevre kriteri olarak belirlenmiştir. Önem düzeyi en yüksek olan alt kriter ise Kalite kriteri olarak belirlenmiştir.

5.2.2. MEREC Yöntemi ile Ağırlıkların Bulunması

MEREC yönteminde 4.2. numaralı bölümde yer alan eşitlikler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu yöntemde ilk olarak kriterler ve alternatiflerden oluşan bir karar matrisi oluşturulmuştur. Karar matrisinde karar vericiler alternatifleri kriterlere göre 100 puan üzerinden değerlendirmiştir. Bu matris Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. MEREC yönteminde karar vericilere ait değerlendirmeler

KV 1-2-3	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
	MAX	MAX	MAX	MAX	MİN	MAX	MAX	MAX	MAX	MİN	MAX
Alternatif 1	65-70-78	91-95-92	65-72-78	76-75-71	87-80-90	51-76-77	90-80-82	86-86-95	60-75-70	54-80-87	87-82-83
Alternatif 2	84-90-85	89-80-81	93-74-80	77-80-75	95-85-82	67-50-60	81-70-65	51-59-40	91-90-88	50-55-60	52-60-62
Alternatif 3	40-35-45	82-75-70	60-78-72	60-50-65	45-21-30	69-71-75	86-78-75	71-75-82	85-88-82	73-75-77	84-90-87
Alternatif 4	78-75-80	77-87-90	70-65-87	81-85-77	60-56-45	56-53-50	68-75-90	77-80-72	61-55-74	88-96-95	65-63-65
Alternatif 5	60-86-82	93-94-78	74-88-95	82-95-80	70-78-82	87-81-84	63-55-70	81-90-98	59-70-85	53-51-44	83-75-55
KV 1-2-3	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
	MİN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Alternatif 1	64-65-55	83-90-95	93-95-88	87-90-87	90-85-88	84-75-65	67-65-66	69-70-74	71-70-55	69-64-64	88-98-92
Alternatif 2	50-55-55	55-64-70	62-65-87	57-65-73	77-72-71	88-92-87	85-80-82	86-85-61	72-75-77	84-85-65	63-60-68
Alternatif 3	56-55-55	81-88-80	73-74-71	79-82-77	54-65-62	85-83-80	79-75-71	68-65-88	76-82-82	85-64-64	71-77-75
Alternatif 4	79-55-55	71-75-72	75-85-92	92-98-80	93-85-87	66-75-80	60-55-87	79-75-87	72-68-87	70-77-98	60-61-61
Alternatif 5	67-55-70	75-81-76	84-90-99	78-73-67	80-87-93	77-80-80	54-50-62	76-70-90	77-83-65	87-89-80	56-65-63

Karar vericiler alternatifleri kriterlere göre değerlendirdikten sonra ilgili değerlerin aritmetik ortalaması alınarak grup kararı çerçevesinde birleştirilmesi sağlanmıştır. Grup kararı değerleri Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Alternatiflere ve kriterlere ait grup kararı

KARAR MATRİSİ	C1 MAX	C2 MAX	C3 MAX	C4 MAX	C5 MİN	C6 MAX	C7 MAX	C8 MAX	C9 MAX	C10 MİN	C11 MAX
Alternatif 1	71,00	92,67	71,67	74,00	87,33	68,00	84,00	89,00	68,33	73,67	84,00
Alternatif 2	86,33	83,33	82,33	77,33	87,33	64,00	72,00	50,00	89,67	55,00	58,00
Alternatif 3	40,00	75,67	70,00	58,33	32,00	67,33	79,67	76,00	85,00	75,00	87,00
Alternatif 4	77,00	84,67	74,00	81,00	53,67	58,67	77,67	76,33	63,33	93,00	64,33
Alternatif 5	76,00	88,33	85,67	85,67	76,67	85,00	62,67	89,67	71,33	49,33	71,00
KARAR MATRİSİ	C12 MİN	C13 MAX	C14 MAX	C15 MAX	C16 MAX	C17 MAX	C18 MAX	C19 MAX	C20 MAX	C21 MAX	C22 MAX
Alternatif 1	64,00	89,33	92,00	88,00	87,67	74,67	66,00	71,00	65,33	65,67	92,67
Alternatif 2	58,33	63,00	71,33	65,00	73,33	89,00	82,33	77,33	74,67	78,00	63,67
Alternatif 3	65,33	83,00	72,67	79,33	60,33	82,67	75,00	73,67	80,00	71,00	74,33
Alternatif 4	87,33	72,67	84,00	90,00	88,33	73,67	67,33	80,33	75,67	81,67	60,67
Alternatif 5	71,00	77,33	91,00	72,67	86,67	79,00	55,33	78,67	75,00	85,33	61,33

Karar matrisi oluşturulduktan sonra normalize karar matrisi oluşturma adımına geçilmiştir. Normalize karar matrisi fayda ve maliyet yönlü olarak hesaplanmaktadır.

Normalize karar matrisi Tablo 9'daki gibidir.

Tablo 9. Normalize karar matrisi

KARAR MATRİSİ	C1 MAX	C2 MAX	C3 MAX	C4 MAX	C5 MİN	C6 MAX	C7 MAX	C8 MAX	C9 MAX	C10 MİN	C11 MAX
Alternatif 1	0,563	0,817	0,977	0,788	1,000	0,863	0,746	0,562	0,927	0,670	0,690
Alternatif 2	0,463	0,908	0,850	0,754	1,000	0,917	0,870	1,000	0,706	0,897	1,000
Alternatif 3	1,000	1,000	1,000	1,000	0,366	0,871	0,787	0,658	0,745	0,658	0,667
Alternatif 4	0,519	0,894	0,946	0,720	0,615	1,000	0,807	0,655	1,000	0,530	0,902
Alternatif 5	0,526	0,857	0,817	0,681	0,878	0,690	1,000	0,558	0,888	1,000	0,817
KARAR MATRİSİ	C12 MİN	C13 MAX	C14 MAX	C15 MAX	C16 MAX	C17 MAX	C18 MAX	C19 MAX	C20 MAX	C21 MAX	C22 MAX
Alternatif 1	0,733	0,705	0,775	0,739	0,688	0,987	0,838	1,000	1,000	1,000	0,655
Alternatif 2	0,668	1,000	1,000	1,000	0,823	0,828	0,672	0,918	0,875	0,842	0,953
Alternatif 3	0,748	0,759	0,982	0,819	1,000	0,891	0,738	0,964	0,817	0,925	0,816
Alternatif 4	1,000	0,867	0,849	0,722	0,683	1,000	0,822	0,884	0,863	0,804	1,000
Alternatif 5	0,813	0,815	0,784	0,894	0,696	0,932	1,000	0,903	0,871	0,770	0,989

Normalize karar matrisi oluşturulduktan sonra alternatiflerin toplam performans değeri ve alternatiflerin performans değerindeki değişiklikler logaritmik bir ölçü kullanılarak hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 10 ve Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 10. S değerleri

S Değeri	Değer
Alternatif 1	0,1955
Alternatif 2	0,1529
Alternatif 3	0,1871
Alternatif 4	0,1792
Alternatif 5	0,1761

Tablo 11. S' değerleri

S' Değeri	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
Alternatif 1	0,173	0,186	0,192	0,185	0,193	0,188	0,183	0,173	0,190	0,179	0,180
Alternatif 2	0,112	0,137	0,134	0,130	0,140	0,137	0,135	0,140	0,128	0,136	0,140
Alternatif 3	0,177	0,177	0,177	0,177	0,141	0,172	0,168	0,162	0,167	0,162	0,163
Alternatif 4	0,156	0,175	0,177	0,168	0,162	0,179	0,172	0,164	0,179	0,157	0,176
Alternatif 5	0,149	0,166	0,165	0,158	0,167	0,159	0,172	0,151	0,168	0,172	0,165
S' Değeri	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
Alternatif 1	0,182	0,181	0,184	0,182	0,180	0,192	0,187	0,193	0,193	0,193	0,178
Alternatif 2	0,126	0,140	0,140	0,140	0,133	0,134	0,126	0,137	0,136	0,134	0,139
Alternatif 3	0,167	0,167	0,176	0,170	0,177	0,173	0,166	0,176	0,170	0,174	0,170
Alternatif 4	0,179	0,174	0,174	0,168	0,166	0,179	0,172	0,175	0,174	0,172	0,179
Alternatif 5	0,165	0,165	0,163	0,168	0,159	0,169	0,172	0,168	0,167	0,163	0,172

S ve S' değerleri hesaplandıktan sonra mutlak sapmaların toplamının hesaplanması adımına geçilmelidir. Bu değerler Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12: E değerleri

E Değeri	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
	0,124	0,049	0,045	0,073	0,087	0,056	0,061	0,100	0,059	0,084	0,067
	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
	0,072	0,063	0,053	0,062	0,076	0,043	0,068	0,042	0,051	0,055	0,053

E değerleri hesaplandıktan sonra kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Ağırlıklar Tablo 13'te gösterilmiştir.

Tablo 13. Kriterlerin ağırlıkları

w	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
	0,085	0,034	0,031	0,051	0,060	0,039	0,042	0,069	0,041	0,058	0,047
	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
	0,050	0,044	0,037	0,043	0,052	0,030	0,047	0,029	0,036	0,038	0,037

Ağırlıklar bulunduğundan sonra MEREC yönteminde önem düzeyi en yüksek olan kriter Personel Eğitim kriteri olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda personelinin gelişimini iyi şekilde yöneten, olanaklar sağlayan ve personeline değer veren firmaların tedarikçi seçim sürecinde öne geçeceği düşünülmektedir.

5.2.3. Ortak Ağırlıklandırma

AHP ve MEREC yöntemi ile hesaplanan ağırlıklar Eşitlik 20’de verilen denklem ile birleştirilmiştir. Hesaplanan değerler Tablo 14’te gösterilmiştir.

Tablo 14. Ortak kriter ağırlıkları

KRİTERLER	AHP	MEREC	ORTAK	KRİTERLER	AHP	MEREC	ORTAK
C1	0,180	0,085	0,068	C12	0,222	0,050	0,049
C2	0,216	0,034	0,033	C13	0,179	0,044	0,034
C3	0,098	0,031	0,013	C14	0,377	0,037	0,061
C4	0,506	0,051	0,113	C15	0,144	0,043	0,027
C5	0,536	0,060	0,142	C16	0,102	0,052	0,024
C6	0,304	0,039	0,051	C17	0,277	0,030	0,037
C7	0,098	0,042	0,018	C18	0,048	0,047	0,010
C8	0,062	0,069	0,019	C19	0,052	0,029	0,007
C9	0,256	0,041	0,046	C20	0,272	0,036	0,043
C10	0,267	0,058	0,069	C21	0,577	0,038	0,097
C11	0,077	0,047	0,016	C22	0,151	0,037	0,024

5.3. Alternatiflerin Sıralanması

CoCoSo yönteminde 4.3. numaralı bölümde yer alan eşitlikler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Ağırlıklar belirlendikten sonra CoCoSo yöntemi kullanılarak alternatifler sıralanmıştır. CoCoSo yönteminde ilk olarak kriterler ve alternatiflerden oluşan bir karar matrisi oluşturulmuştur. Karar vericiler alternatifleri kriterlere göre 100 puan üzerinden değerlendirmiştir.

Tablo 15. CoCoSo yönteminde karar vericilere ait değerlendirmeler

KV 1-2-3	C1 MAX	C2 MAX	C3 MAX	C4 MAX	C5 MİN	C6 MAX	C7 MAX	C8 MAX	C9 MAX	C10 MİN	C11 MAX
Alternatif 1	65-70-78	91-95-92	65-72-78	76-75-71	87-80-90	51-76-77	90-80-82	86-86-95	60-75-70	54-80-87	87-82-83
Alternatif 2	84-90-85	89-80-81	93-74-80	77-80-75	95-85-82	67-50-60	81-70-65	51-59-40	91-90-88	50-55-60	52-60-62
Alternatif 3	40-35-45	82-75-70	60-78-72	60-50-65	45-21-30	69-71-75	86-78-75	71-75-82	85-88-82	73-75-77	84-90-87
Alternatif 4	78-75-80	77-87-90	70-65-87	81-85-77	60-56-45	56-53-50	68-75-90	77-80-72	61-55-74	88-96-95	65-63-65
Alternatif 5	60-86-82	93-94-78	74-88-95	82-95-80	70-78-82	87-81-84	63-55-70	81-90-98	59-70-85	53-51-44	83-75-55
KV 1-2-3	C12 MİN	C13 MAX	C14 MAX	C15 MAX	C16 MAX	C17 MAX	C18 MAX	C19 MAX	C20 MAX	C21 MAX	C22 MAX
Alternatif 1	64-65-55	83-90-95	93-95-88	87-90-87	90-85-88	84-75-65	67-65-66	69-70-74	71-70-55	69-64-64	88-98-92
Alternatif 2	50-55-55	55-64-70	62-65-87	57-65-73	77-72-71	88-92-87	85-80-82	86-85-61	72-75-77	84-85-65	63-60-68
Alternatif 3	56-55-55	81-88-80	73-74-71	79-82-77	54-65-62	85-83-80	79-75-71	68-65-88	76-82-82	85-64-64	71-77-75
Alternatif 4	79-55-55	71-75-72	75-85-92	92-98-80	93-85-87	66-75-80	60-55-87	79-75-87	72-68-87	70-77-98	60-61-61
Alternatif 5	67-55-70	75-81-76	84-90-99	78-73-67	80-87-93	77-80-80	54-50-62	76-70-90	77-83-65	87-89-80	56-65-63

Karar vericiler alternatifleri kriterlere göre değerlendirdikten sonra ilgili değerlerin aritmetik ortalaması alınarak grup kararı çerçevesinde birleştirilmesi sağlanmıştır. Grup kararı değerleri Tablo 16’da gösterilmiştir.

Tablo 16. Alternatiflere ve kriterlere ait grup kararı

KARAR MATRİSİ	C1 MAX	C2 MAX	C3 MAX	C4 MAX	C5 MİN	C6 MAX	C7 MAX	C8 MAX	C9 MAX	C10 MİN	C11 MAX
Alternatif 1	71,00	92,67	71,67	74,00	87,33	68,00	84,00	89,00	68,33	73,67	84,00
Alternatif 2	86,33	83,33	82,33	77,33	87,33	64,00	72,00	50,00	89,67	55,00	58,00
Alternatif 3	40,00	75,67	70,00	58,33	32,00	67,33	79,67	76,00	85,00	75,00	87,00
Alternatif 4	77,00	84,67	74,00	81,00	53,67	58,67	77,67	76,33	63,33	93,00	64,33
Alternatif 5	76,00	88,33	85,67	85,67	76,67	85,00	62,67	89,67	71,33	49,33	71,00
KARAR MATRİSİ	C12 MİN	C13 MAX	C14 MAX	C15 MAX	C16 MAX	C17 MAX	C18 MAX	C19 MAX	C20 MAX	C21 MAX	C22 MAX
Alternatif 1	64,00	89,33	92,00	88,00	87,67	74,67	66,00	71,00	65,33	65,67	92,67
Alternatif 2	58,33	63,00	71,33	65,00	73,33	89,00	82,33	77,33	74,67	78,00	63,67
Alternatif 3	65,33	83,00	72,67	79,33	60,33	82,67	75,00	73,67	80,00	71,00	74,33
Alternatif 4	87,33	72,67	84,00	90,00	88,33	73,67	67,33	80,33	75,67	81,67	60,67
Alternatif 5	71,00	77,33	91,00	72,67	86,67	79,00	55,33	78,67	75,00	85,33	61,33

Karar matrisi oluşturulduktan sonra normalize işlemine geçilmiştir. Normalize karar matrisi fayda ve maliyet yönlü olarak hesaplanmaktadır. Oluşturulan normalize karar matrisi Tablo 17'deki gibidir.

Tablo 17. Normalize karar matrisi

KARAR MATRİSİ	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
	MAX	MAX	MAX	MAX	MİN	MAX	MAX	MAX	MAX	MİN	MAX
Alternatif 1	0,669	1,000	0,106	0,573	0,000	0,354	1,000	0,983	0,190	0,443	0,897
Alternatif 2	1,000	0,451	0,787	0,695	0,000	0,203	0,438	0,000	1,000	0,870	0,000
Alternatif 3	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,329	0,797	0,655	0,823	0,412	1,000
Alternatif 4	0,799	0,529	0,255	0,829	0,608	0,000	0,703	0,664	0,000	0,000	0,218
Alternatif 5	0,777	0,745	1,000	1,000	0,193	1,000	0,000	1,000	0,304	1,000	0,448
KARAR MATRİSİ	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
	MİN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Alternatif 1	0,805	1,000	1,000	0,920	0,976	0,065	0,395	0,000	0,000	0,000	1,000
Alternatif 2	1,000	0,000	0,000	0,000	0,464	1,000	1,000	0,679	0,636	0,627	0,094
Alternatif 3	0,759	0,759	0,065	0,573	0,000	0,587	0,728	0,286	1,000	0,271	0,427
Alternatif 4	0,000	0,367	0,613	1,000	1,000	0,000	0,444	1,000	0,705	0,814	0,000
Alternatif 5	0,563	0,544	0,952	0,307	0,940	0,348	0,000	0,821	0,659	1,000	0,021

Normalize Karar Matrisi oluşturulduktan sonra ortak ağırlık yöntemi sayesinde bulunan ağırlıklarla ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulur. Bu matris Tablo 18'de gösterilmiştir.

Tablo 18. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

KARAR MATRİSİ	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
	MAX	MAX	MAX	MAX	MİN	MAX	MAX	MAX	MAX	MİN	MAX
Alternatif 1	0,045	0,033	0,001	0,065	0,000	0,018	0,018	0,019	0,009	0,030	0,014
Alternatif 2	0,068	0,015	0,011	0,078	0,000	0,010	0,008	0,000	0,046	0,060	0,000
Alternatif 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,142	0,017	0,014	0,012	0,038	0,028	0,016
Alternatif 4	0,054	0,017	0,003	0,093	0,086	0,000	0,013	0,013	0,000	0,000	0,003
Alternatif 5	0,053	0,024	0,013	0,113	0,027	0,051	0,000	0,019	0,014	0,069	0,007
KARAR MATRİSİ	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
	MİN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Alternatif 1	0,039	0,034	0,061	0,025	0,023	0,002	0,004	0,000	0,000	0,000	0,024
Alternatif 2	0,049	0,000	0,000	0,000	0,011	0,037	0,010	0,004	0,027	0,061	0,002
Alternatif 3	0,037	0,026	0,004	0,016	0,000	0,021	0,007	0,002	0,043	0,026	0,010
Alternatif 4	0,000	0,013	0,037	0,027	0,024	0,000	0,004	0,007	0,030	0,079	0,000
Alternatif 5	0,028	0,019	0,058	0,008	0,022	0,013	0,000	0,005	0,028	0,097	0,001

Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulduktan sonra toplam ağırlıklı karşılaştırılabilirlik S_i değeri Eşitlik 24'teki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 19. S_i değerleri

S_i Değeri	Değer
Alternatif 1	0,4660
Alternatif 2	0,4966
Alternatif 3	0,4605
Alternatif 4	0,5043
Alternatif 5	0,6694

Toplam üssel ağırlıklı karşılaştırılabilirlik P_i değerlerini bulabilmek için normalize karar matrisinde bulunan değerlerin ortak ağırlık bulma yönteminde bulunan ağırlıklarla üssü alınmıştır. Yapılan işlem sonucunda bulunan değerler Tablo 20'de gösterilmiştir.

Tablo 20. Üssel ağırlıklandırılmış karar matrisi

KARAR MATRİSİ	C1 MAX	C2 MAX	C3 MAX	C4 MAX	C5 MİN	C6 MAX	C7 MAX	C8 MAX	C9 MAX	C10 MİN	C11 MAX
Alternatif 1	0,973	1,000	0,970	0,939	0,000	0,948	1,000	1,000	0,926	0,946	0,998
Alternatif 2	1,000	0,974	0,997	0,960	0,000	0,921	0,985	0,000	1,000	0,991	0,000
Alternatif 3	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,944	0,996	0,992	0,991	0,941	1,000
Alternatif 4	0,985	0,980	0,982	0,979	0,932	0,000	0,994	0,992	0,000	0,000	0,976
Alternatif 5	0,983	0,990	1,000	1,000	0,792	1,000	0,000	1,000	0,946	1,000	0,987
KARAR MATRİSİ	C12 MİN	C13 MAX	C14 MAX	C15 MAX	C16 MAX	C17 MAX	C18 MAX	C19 MAX	C20 MAX	C21 MAX	C22 MAX
Alternatif 1	0,989	1,000	1,000	0,998	0,999	0,905	0,991	0,000	0,000	0,000	1,000
Alternatif 2	1,000	0,000	0,000	0,000	0,982	1,000	1,000	0,997	0,981	0,956	0,944
Alternatif 3	0,987	0,991	0,846	0,985	0,000	0,981	0,997	0,992	1,000	0,881	0,979
Alternatif 4	0,000	0,966	0,971	1,000	1,000	0,000	0,992	1,000	0,985	0,980	0,000
Alternatif 5	0,972	0,979	0,997	0,968	0,999	0,962	0,000	0,999	0,982	1,000	0,910

Üssel ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulduktan sonra toplam üssel ağırlıklı karşılaştırılabilirlik P_i değeri Eşitlik 25'teki denklem kullanılarak hesaplanmıştır. Bu matris Tablo 21'de gösterilmiştir.

Tablo 21. P_i değerleri

P_i Değeri	Değer
Alternatif 1	17,583
Alternatif 2	15,688
Alternatif 3	16,502
Alternatif 4	15,713
Alternatif 5	19,467

P_i değerleri de hesaplandıktan sonra karar alternatiflerinin göreceli ağırlık (k_{ia} , k_{ib} ve k_{ic}) değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 22. K_{ia} değerleri

K_{ia} Değeri	K_{ia}	Sıralama
Alternatif 1	0,206	2
Alternatif 2	0,185	5
Alternatif 3	0,194	3
Alternatif 4	0,185	4
Alternatif 5	0,230	1

Tablo 23. K_{ib} değerleri

K_{ib} Değeri	K_{ib}	Sıralama
Alternatif 1	2,133	2
Alternatif 2	2,078	4
Alternatif 3	2,052	5
Alternatif 4	2,097	3
Alternatif 5	2,694	1

Tablo 24. K_{ic} değerleri

K_{ic} Değeri	K_{ic}	Sıralama
Alternatif 1	0,896	2
Alternatif 2	0,804	5
Alternatif 3	0,842	3
Alternatif 4	0,805	4
Alternatif 5	1,000	1

Karar alternatiflerinin göreceli ağırlık (k_{ia} , k_{ib} ve k_{ic}) değerleri hesaplandıktan sonra alternatiflerin sıralanması adımına geçilmiştir. k_i değerleri Eşitlik 29'daki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 25. K_i değerleri

K_i Değeri	K_{ia}	K_{ib}	K_{ic}	K_i	Sıralama
Alternatif 1	0,206	2,133	0,896	1,812	2
Alternatif 2	0,185	2,078	0,804	1,698	5
Alternatif 3	0,194	2,052	0,842	1,724	3
Alternatif 4	0,185	2,097	0,805	1,708	4
Alternatif 5	0,230	2,694	1,000	2,161	1

Yapılan CoCoSo yöntemi sonucunda k_i değerleri öncelik değerlerine göre sıralanmış ve en uygun seçenek Alternatif 5 olarak çıkmıştır. Alternatif 5'ten sonra seçilebilecek en uygun alternatif ise Alternatif 1 olarak belirlenmiştir.

5.4. Duyarlılık Analizi

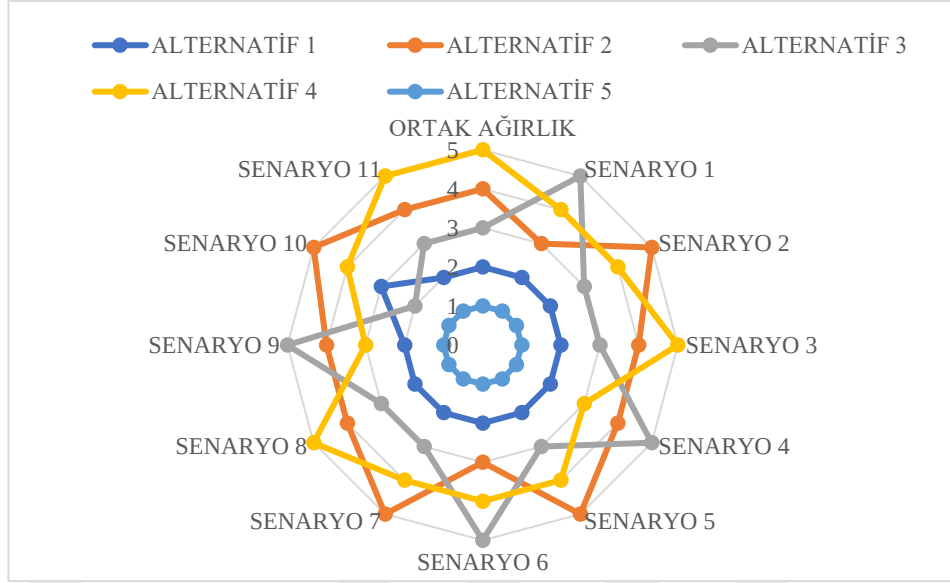
Kriterlerin belirlenen ağırlıkları alternatiflerin sıralamasını önemli ölçüde etkilemekte, bu sebeple farklı ağırlık değerleri ile kriterler değerlendirilmelidir. Bu noktada, kriterlerin ağırlıkları değiştirilerek alternatiflerin sıralamasının farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için bir duyarlılık analizi yapılmıştır (Çizmecioğlu, 2019; Lee ve Chang, 2018). Çalışmada ana kriterlerin ağırlıkları değiştirilmiş olup bunun sonucunda CoCoSo yönteminde alternatiflerin sıralamasının nasıl etkilendiği gözlemlenmiştir.

Tablo 26. Duyarlılık analizi senaryo tablosu

	Ortak Ağırlık	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5	Senaryo 6	Senaryo 7	Senaryo 8	Senaryo 9	Senaryo 10	Senaryo 11
Sosyal	0,068	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,66	0,085	0,085	0,085	0,085	0,2
Ekonomik	0,340	0,1	0,6	0,1	0,1	0,1	0,085	0,66	0,085	0,085	0,085	0,2
Çevre	0,429	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1	0,085	0,085	0,66	0,085	0,085	0,2
Teknolojik	0,146	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1	0,085	0,085	0,085	0,66	0,085	0,2
Teknik	0,017	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,085	0,085	0,085	0,085	0,66	0,2

Duyarlılık analizinde 11 farklı senaryodan yararlanılmıştır. İlk beş senaryoda tek bir ana kritere 0,6 değeri verilmiş olup kalan diğer dört ana kriterin ağırlıkları 0,1 olarak alınmıştır. İkinci kısımda Senaryo 6'dan başlayarak Senaryo 10'da dahil tek bir ana kriterin ağırlığı %10 arttırılmış olup diğer dört ana kriterin ağırlığı ise %15 oranında azaltılarak farklı senaryolar elde edilmiştir. Son senaryoda ise tüm kriterlerin ağırlıkları eşit oranda alınarak hesaplama yapılmıştır.

CoCoSo yönteminde yukarıda bahsedilen ağırlıklardan ve senaryolardan faydalanarak yapılan duyarlılık analizi sonucunda elde edilen grafik aşağıdaki gibidir;



Şekil 4. CoCoSo yöntemi duyarlılık radar grafiği

CoCoSo yöntemine ait duyarlılık analizi incelendiğinde on bir senaryonun on birinde de Alternatif 5 şirketi tedarik yapılacak en iyi şirket olarak gözlemlenmektedir. Tüm senaryolara bakıldığında Alternatif 5'ten sonra gelen en iyi tedarikçi ise Alternatif 1 olarak gözlemlenmiştir. Fakat Alternatif 1 Senaryo 10'da Alternatif 3 ile yer değiştirerek sıralamada 3.lüğe gerilemiştir. Alternatif 3 uygulanan bazı senaryolarda sıralamada en son sırada yer alırken diğer senaryolarda üçüncü sırada yer almıştır. Alternatif 2 ve Alternatif 4 ise uygulanan tüm senaryolarda birbirleri ile yer değiştirmişlerdir. Bazı senaryolarda seçilebilecek en kötü tedarikçi Alternatif 2 olurken bazı senaryolarda ise Alternatif 4 olmuştur. AHP ve MEREC yöntemi ile elde edilen ağırlıklar kullanıldığında ortaya çıkan sıralamada da Alternatif 5'in seçilebilecek en iyi tedarikçi olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda kriter ağırlıkları değişse bile alternatiflerin sıralamasında fazla bir değişiklik meydana gelmemektedir.

6. TARTIŞMA

Enerji sektöründe akıllı ve sürdürülebilir tedarikçi seçimi probleminin incelendiği bu çalışmada elde edilen literatür taramasına ve bulgulara bakılarak önemli bilgiler elde edilmiştir.

İlgili çalışma hakkında önceki yıllara bakıldığında AHP, MEREC ve CoCoSo yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca literatür incelendiğinde genel olarak tedarikçi seçimi, sürdürülebilir tedarikçi seçimi ve yeşil tedarikçi seçimi gibi problemlerin incelendiği görülmüştür. Bu doğrultuda farklı alanlarda tedarikçi seçimi problemlerinin incelenmesi literatüre katkı sağlayacaktır.

Paksoy ve Demiralay (2022) akıllı ve sürdürülebilirlik kriterleri kapsamında tedarikçi seçimi problemini incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen bulgular sonucunda önem düzeyi en yüksek olan kriter Kalite kriteri olurken en iyi alternatif ise 5. Alternatif olarak belirlenmiştir. İlgili çalışmada kullanılan kriterler bizim çalışmamızda kullanılan kriterler ile benzerlik gösterse de kullanılan ÇKKV yöntemleri birbirinden farklıdır. Bizim çalışmamızda AHP, MEREC ve CoCoSo yöntemleri kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca değerlendirme sonucunda iki farklı ağırlık bulma yönteminden yararlanıldığı için farklı önem düzeylerine sahip kriterler elde edilmiştir. Bu noktada AHP yönteminde en önemli kriter Kalite kriteri olarak belirlenirken bir diğer ağırlık bulma yöntemi olan MEREC yönteminde ise Personel Eğitimi kriteri önem düzeyi en yüksek kriter olarak belirlenmiştir.

Özensel (2023) akıllı tedarikçi seçimi problemini ele aldığı yüksek lisans çalışmasında ÇKKV yöntemlerinden ADqSBS temelli MAIRCA yöntemini kullanmıştır. Bizim çalışmamızda ise AHP, MEREC ve CoCoSo yöntemleri kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Çalışmalarda kullanılan ÇKKV yöntemleri birbirinden farklıdır. Çalışma sonucunda en iyi alternatifin 2. Alternatif olduğu belirlenmiştir. Özensel, çalışmasında ekonomik, çevresel ve sosyal kriterlerin yanı sıra akıllı kriterlere de yer vermiştir. Bizim çalışmamızda da akıllı kriterler kullanılmakta ancak her iki çalışmada kullanılan akıllı kriterler birbirinden farklılık göstermektedir.

Song (2017) tedarikçi seçimi problemini sürdürülebilirlik kapsamında incelemiş çalışmasında sosyal, ekonomik ve çevresel kriterlere yer vermiştir. Çalışmada ÇKKV yöntemlerinden DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda

en önemli kriter Kalite olarak belirlenmiştir. Chen (2020) akıllı tedarik zinciri için tedarikçi seçimi problemini aynı Song gibi sosyal, ekonomik ve çevresel kriterler çerçevesinde incelemiştir. Kullanılan kriterler birbirinden farklılık gösterse de tedarikçi seçiminde kullanılan geleneksel başlıklar altında inceleme yapılmıştır. Chen çalışmasında bulanık TOPSIS ve DEMATEL yöntemlerini kullanmış akıllı kriterlere ise ekonomik kriterler altında yer vermiştir. Çalışma sonucunda yeşil ve akıllı üretim kriteri en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Bizim çalışmada ise akıllı ve teknik kriterlere de yer verilerek hep aynı şekilde incelenen tedarikçi seçimi problemlerine yenilik katılmıştır. Ayrıca çalışmalarda kullanılan yöntemlerde birbirinden farklıdır. Fakat Song'un yapmış olduğu çalışma ile bizim çalışmamız kriter önem derecelerine bakıldığında benzerlik göstermektedir.

Çalışmalara bakıldığında tedarikçi seçim probleminde en önemli kriter genel olarak kalite kriteri olarak belirlenmektedir. Aslında kalite kriterinin önem düzeyi en yüksek kriter olarak çıkmasına şaşırılmamalıdır. Bu da tedarik edilen ürün ya da hizmetten memnun kalınması için kalitesinin iyi olması gerektiğini göstermektedir.

Enerji sektöründe kalite hem verimliliği hem de enerjiye olan güvenilirliği etkilemektedir. Enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması ve daha az israf edilmesi sürdürülebilir bir enerji üretim ve tüketim sistemi oluşturmaktadır. Öte yandan güvenilir bir enerji tedariki ile üretim alanları, işletmeler ve konutlar için enerjiye sürekli erişim sağlanmasına imkân sağlanmaktadır. Enerji kaynaklarının kaliteli olması çevreye olan etkileri de azaltmaktadır. Ayrıca teknolojinin gelişmesine yardımcı olarak yenilikçi enerji üretim ve dağıtım teknolojileri ile daha verimli ve çevre dostu enerji sistemlerinin geliştirilmesine olanak sağlanmaktadır.

Sonuç olarak enerji sektöründe kalite, güvenilirlik, verimlilik, çevresel sürdürülebilirlik ve teknolojik gelişme gibi birçok faktörü etkilemesi nedeniyle oldukça önemlidir. Bu nedenle enerji sektöründeki tüm ortakların devamlı olarak kaliteli hizmet sunma çabası içinde olmaları gerekmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda ülkelerin enerjiye olan talepleri gün geçtikçe artmakta kısıtlı olan enerji kaynakları ile bu taleplerin karşılanması mümkün olmamaktadır. Enerji ihtiyaçlarını karşılamak isteyen ülkeler alternatif enerji kaynaklarına yönelmektedir. Ayrıca bu ülkeler akıllı teknolojilere ve gelişimlere de ayak uydurmaya çalışmaktadır. Endüstri 4.0 devrimi ile hayatımıza giren bu teknolojiler sayesinde akıllı ve sürdürülebilir tedarikçi seçimi yapmak daha kolay olacaktır.

Diğer bir noktada Türkiye enerji ihtiyacını karşılayamayan enerji konusunda dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Bu yüzden enerji konusunda tedarikçi seçimi yaparken birçok açıdan değerlendirme yapmak zorundadır. Bu değerlendirmeyi de bir karar verme modeli ile yapması gereklidir.

Bu çalışmada enerji sektöründe sürdürülebilir ve akıllı tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Çalışmada, ÇKKV yöntemlerinden olan AHP, MEREC ve CoCoSo yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan uygulamada ilk olarak ilgili literatür incelenerek uzman görüşleri doğrultusunda kriterlere karar verilmiştir. Kriterler belirlendikten sonra AHP yöntemi ile hiyerarşik bir yapı oluşturulmuştur. Bu hiyerarşik yapıda beş ana kriter, yirmi iki alt kriter ve beş alternatif yer almaktadır. Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra AHP ve MEREC yöntemi ile kriterler değerlendirilmiş ve ağırlıklar bulunmuştur. Bulunan ağırlıklar ortak ağırlık yöntemi ile birleştirilmiş ve bu ağırlıklar kullanılarak CoCoSo yöntemi ile alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Yapılan sıralama sonucunda en iyi alternatife karar verilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre en iyi alternatif 5. Alternatif olarak belirlenmiştir. Kriterlerin önem düzeylerine bakılacak olursa; AHP yönteminde en önemli kriter Kalite kriteri olarak belirlenirken Bulut Bilişim kriteri ise önem düzeyi en düşük kriter olarak gözlemlenmiştir. Bir diğer ağırlık bulma yöntemi olan MEREC yönteminde ise Personel Eğitimi kriteri önem düzeyi en yüksek olan kriter iken Arttırılmış Gerçeklik kriteri önem düzeyi en düşük kriter olarak gözlemlenmiştir. Ortak ağırlıklandırma yöntemi sonucunda da Fiyat kriteri en önemli kriter olarak belirlenmiştir.

Literatür incelendiğinde akıllı ve sürdürülebilirlik kriterlerinin bir arada kullanıldığı pek fazla çalışmaya rastlanmıştır. İlgili çalışma hakkında önceki yıllara bakıldığında AHP, MEREC ve CoCoSo yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bir çalışmaya da

rastlanılmamıştır. Ayrıca literatür incelendiğinde genel olarak tedarikçi seçimi problemleri tedarikçi seçimi, sürdürülebilir tedarikçi seçimi ve yeşil tedarikçi seçimi gibi başlıklar altında incelenmiş ve aynı yöntemler kullanılarak ekonomik, sosyal ve çevresel açılardan değerlendirilmiştir. Bu durum çalışmalarının tekrarlayan bir döngüye girmesine neden olmuştur. İlgili çalışma tedarikçi seçimi problemine akıllı teknolojileri ve sürdürülebilirlik unsurlarını dahil ederek yeni ÇKKV yöntemleri ile bu tekrara son vermeyi amaçlamaktadır.

Sonuç olarak tedarikçi seçimi yapılırken farklı kriterlerden ve yöntemlerden yararlanmak hem karar verici hem de akademik çevreye yararlı olmaktadır. Tedarikçi seçimi yapılırken maddi unsurların ve kalitenin büyük önem arz ettiği gözlemlenmekte, bu doğrultuda tedarikçi seçimi yapmak isteyen karar vericilerin aslında dijital çağa uyum göstererek daha sürdürülebilir kararlar alması gerektiği düşünülmektedir. Çünkü sürdürülebilir bir tedarikçi seçmek başarıyı da beraberinde getirmektedir.

KAYNAKLAR

- Afşar, Y., & Büyükkeklik, Y. D. D. A. (2016). Elektrik enerjisinde tedarik zinciri yönetimi: Türkiye’de kullanıcılara yönelik bilgisayar uygulama önerisi. *Verimlilik Dergisi* (3), 75-99.
- Alan, G. (2023). *Supplier Selection With An Agile-Sustainable Approach In The Automotive Industry*, Yüksek Lisans Tezi, Endüstri Mühendisliği, Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Awasthi, A., Chauhan, S. S., & Goyal, S. K. (2010). A fuzzy multicriteria approach for evaluating environmental performance of suppliers. *International Journal of Production Economics*, 126(2), 370–378.
- Avşar Özcan N., Bulut M., Özcan E. ve Eren T. (2021). Enerji üretim yatırım alternatiflerinin değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin istatistiksel ve analitik olarak karşılaştırması: Türkiye örneği. *Politeknik Dergisi*, 1(1).
- Aydın, Y., & Eren, T. (2018). Savunma sanayiinde stratejik ürün için çok kriterli karar verme yöntemleri ile tedarikçi seçimi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 129-148.
- Büyüközkan, G., & F. Göçer, F. (2019). A novel approach integrating AHP and COPRAS under pythagorean fuzzy sets for digital supply chain partner selection. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1-18.
- Chang, B., Chang, C. W. & Wu, C. H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1850-1858.
- Chen, Z., Ming, X., Zhou, T. & Chang, Y. (2020). Sustainable supplier selection for smart supply chain considering internal and external uncertainty. *An integrated rough fuzzy approach*, 87.
- Çalık, A. (2022). Bulanık AHP-Bulanık ARAS yöntemlerine dayalı dayanıklı tedarikçi seçimi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 275-296. <https://doi.org/10.17336/igusbd.798775>
- Çalık, A. (2020). A novel Pythagorean fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodology for green supplier selection in the Industry 4.0 era. *Soft Computing*, 9.
- Çalık, A. ve Paksoy, T. (2017). Aralık Tip-2 Bulanık AHP yöntemi ile üçüncü parti tersine lojistik (3PTL) firma seçimi. *Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 20(1), 52-67.
- Çerçi, M. (2020). *Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi: Bulanık SWARA ve Bulanık MOORA Uygulamaları*, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.

- Çizmecioğlu, S. (2019). *Tedarik Zincirinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Uluslararası Ticaret, KTO Karatay Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Demirtaş, Ö., & Akdoğan, A. (2015). Bulanık ortamda tedarikçi seçimi: savunma sanayisine yönelik bir uygulama. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* (43), 203-222. <https://doi.org/10.18070/euiibfd.25990>
- Dickson, Gary W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing*, 2(1), 28-41.
- Dışişleri Bakanlığı, “Türkiye’nin Uluslararası Enerji Stratejisi”. Erişim adresi: https://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa. Erişim tarihi: 27 Aralık 2023.
- Ecer, F., & Pamucar, D. (2020). Sustainable supplier selection: A novel integrated fuzzy best worst method (F-BWM) and fuzzy CoCoSo with Bonferroni (CoCoSo’B) multi-criteria model. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121981.
- Ege Bölgesi Sanayi Odası. (2015). *Sanayi 4.0*. İstanbul: Ege Bölgesi Sanayi Odası Kurumsal Raporu.
- Elagözlü, P. (2022). *Socially Sustainable Supplier Selection Using AHP: An Industrial Application*. Yüksek Lisans Tezi, Endüstri Mühendisliği, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Fallahpour, A., Wong, K.Y., Rajoo, S. et al. (2021). An integrated approach for a sustainable supplier selection based on Industry 4.0 concept. *Environ Sci Pollut Res*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17445-y>
- ForouzeshNejad, A.A. (2023). Leagile and sustainable supplier selection problem in the Industry 4.0 era: a case study of the medical devices using hybrid multi-criteria decision making tool. *Environ Sci Pollut Res* 30, 13418–13437. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22916-x>
- Ghadimi, P., Wang, C., Lim, M.K., & Heavey, C. (2019). Intelligent sustainable supplier selection using multi-agent technology: theory and application for Industry 4.0 supply chains. *Comput. Ind. Eng.* 127, 588–600.
- Gül Savaşkan, A., Deste, M., & Ekinci, Ş. (2021). Kuru kayısı sektöründeki işletmelerde bulanık TOPSİS ile tedarikçi seçimi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 10(4), 449-466.
- Güner, H. (2005). *Bulanık AHP ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Endüstri Mühendisliği, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Hendiani, S., Mahmoudi, A., & Liao, H. (2020). A multi-stage multi-criteria hierarchical decision-making approach for sustainable supplier selection. *Appl. Soft Comput.*, 94, 106456.

- Hosseini Dolatabad, A., Heidary Dahooie, J., Antucheviciene, J. et al (2023). Supplier selection in the Industry 4.0 era by using a fuzzy cognitive map and hesitant fuzzy linguistic VIKOR methodology. *Environ Sci Pollut Res* 30, 52923–52942. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26004-6>
- Hosseini, S., & Khaled, A. (2022). A hybrid ensemble and AHP approach for resilient supplier selection, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(4), 207–228.
- Kabak, M. & Çınar, Y. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri MS Excel Çözümlü Uygulamalar*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Kabataş, Ö. & Özçelik Över, T. (2021). Green supplier selection with EDAS and VIKOR methods in the electricity sector. *İşletme ve İktisat Dergisi*, 30, 99-114.
- Kannan, D. (2020). Role of multiple stakeholders and the critical success factor theory for the sustainable supplier selection process. *Int. J. Prod. Econ.*, 195, 391–418.
- Karakaş, A. (2022). *Sürdürülebilir ve Yılmaz Tedarikçi Seçimi Probleminin MEREC Tabanlı MAIRCA Yöntemi ile Çözümü*, Yüksek Lisans Tezi, Pazarlama, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Kazan, R. (2022). Diploma verification using blockchain technology. *AURUM Journal of Engineering Systems and Architecture*, 6(2), 157-173.
- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E.K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2021). Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MEREC). *Symmetry*, 13(525). <https://doi.org/10.3390/sym1304052>
- Kilic, H. S., & Yalcin, A. S. (2020). Modified two-phase fuzzy goal programming integrated with IF-TOPSIS for green supplier selection. *Applied Soft Computing*, 106-371.
- Kusi-Sarpong, S., Gupta, H., Khan, S. A., Jabbour, C.J.C., Rehman, S.T. & Kusi-Sarpong, H. (2023). Sustainable supplier selection based on Industry 4.0 initiatives within the context of circular economy implementation in supply chain operations. *Production Planning & Control*, 34(10), 999-1019.
- Kuşat, N. (2012). Sürdürülebilir işletmeler için kurumsal sürdürülebilirlik ve içsel unsurları. *İİBF Dergisi*, XIV(II), 227-242.
- Lee, H. C., ve Chang, C. Ter. (2018). Comparative analysis of MCDM methods for ranking renewable energy sources in Taiwan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 883–896.
- Liu, G. (2014). Development of a general sustainability indicator for renewable energy systems: a review. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 31, 611-621.

- Luthra, S., Govindan, K., Kannan, D., Mangla, S. K., & Garg, C. P. (2017). An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1686-1698.
- Masoomi, B., Sahebi, İ., Fathi, M., Yıldırım, F., & Ghorbani, S. (2022). strategic supplier selection for renewable energy supply chain under green capabilities (fuzzy BWM-WASPAS-COPRAS approach). *Energy Strategy Reviews*.
- Matić, B., Jovanović, S., Das, D.K., Zavadskas, E.K., Stević, Ž., Sremac, S., & Marinković, M. (2019). A new hybrid MCDM model: sustainable supplier selection in a construction company. *Symmetry*, 11, 353.
- Memari, A., Dargi, A., Jokar, M. R. A., Ahmad, R., & Rahim, A. R. A. (2019). Sustainable supplier selection: A multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS method. *Journal of Manufacturing Systems*, 50, 9-24.
- Molamohamadi, Z., Ismail, N., Leman, Z., & Zulkifli, N. (2013). Supplier selection in a sustainable supply chain, *Journal of Advanced Management Science*, 1(3), 278-281.
- Morsünbül Parmaksız, T. (2020). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sürdürülebilirliklerinin Önceliklendirmesi: Çoklu Kriterli Karar Verme Yaklaşımı*. Doktora Tezi, Çevre Mühendisliği, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Nag, K., & Helal, M. (2016). A Fuzzy TOPSIS approach in multi-criteria decision making for supplier selection in a pharmaceutical distributor. 2016 *IEEE International Conference on Industrial içinde* (ss. 1126-1130). Bali, Indonesia: IEEE.
- Paksoy, T., & Demiralay, E. (2022). Strategy development for supplier selection process with smart and sustainable criteria in fuzzy environment. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 5, 1-22.
- Pamuk, N. S., & Soysal, M. (2018). Yeni sanayi devrimi Endüstri 4.0 üzerine bir inceleme. *Verimlilik Dergisi*, (1), 41-66.
- Puşka, A., Nedeljković, M., Stojanović, I., & Božanić, D. (2023). Application of Fuzzy TRUST CRADIS method for selection of sustainable suppliers in agribusiness. *Sustainability*, 15, 25-78. <https://doi.org/10.3390/su15032578>
- Resende, C.H.L., Geraldés, C.A.S., & Lima, F.R. (2021). Decision models for supplier selection in Industry 4.0 era: a systematic literature review. *Procedia Manuf.*, 55, 492–499.
- Sağır, H., & Doğanalp, B. (2016). Bulanık çok-kriterli karar verme perspektifinden Türkiye için enerji kaynakları değerlendirmesi. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11, 233-256.

- Sen, D.K., Datta, S., & Mahapatra, S.S. (2018). Sustainable supplier selection in intuitionistic fuzzy environment: a decision-making perspective. *Benchmark Int. J.* 25(2), 545-574.
- Song, W., Xu, Z., & Liu, H. C. (2017). Developing sustainable supplier selection criteria for solar air-conditioner manufacturer: An integrated approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 1461–1471.
- Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 43-57.
- Supçiller, A. A. ve Çapraz, O. (2011). AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 13, 1-22.
- Şengül, Ü., Eren, M., Shiraz, S. E., Gezder, V., & Şengül, A. B. (2015). Fuzzy TOPSIS method for ranking renewable energy supply systems in Turkey. *Renewable Energy*, 75, 617-625.
- Özbek, A., Yıldız, A. (2020). Digital supplier selection for a garment business using interval Type-2 Fuzzy TOPSIS. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 30(1), 61-72.
- Özel, G. (2023). *Tıbbi Cihaz Üretimi Yapan Bir Firmada Bütünleşik MERECE – CoCoSo Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, Kalite Mühendisliği, Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özensel, H. K. (2023). *Akıllı tedarikçi seçimi için bulanık mantık temelli bir model önerisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Endüstri Mühendisliği, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özgün, Z. (2021). *Pisagor Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Türkiye’de Sürdürülebilir Enerji Planlaması*, Doktora Tezi, İstatistik, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Özkaya, S. Y. (2016). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. Erişim adresi: <http://www.mfa.gov.tr/yenilenebilir-enerji-kaynaklari.tr.mfa>, T.C. Erişim tarihi: 05 Mayıs 2022.
- Öztemel, E., Özel, S. ve Gürsev, S. (2019). Endüstriyel dönüşüm sürecinde AHP yöntemi ile performans kriterlerinin belirlenmesi. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(16), 105-117.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. “Elektrik”. Erişim adresi: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>. Erişim tarihi: 22.01.2024
- Terzi, S., Gür, Ş. & Eren, T. (2020). Sürdürülebilir tedarik zincirine Endüstri 4.0 etkisinin çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25 (1), 511-528. DOI: 10.17482/uumfd.537979
- Torğul B., & Paksoy T., (2023). Smart and sustainable supplier selection using interval type2 Fuzzy AHP. *Politeknik Dergisi*, Erken Görünüm Makale.

- Türkmen, M., & Demirel, A. (2022). SWARA ağırlıklı bulanık COPRAS yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Alanya Akademik Bakış*, 6(1), 1739-1756.
- TÜSİAD. (2016). *Türkiye'nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olarak Sanayi 4.0* (Rapor No. TÜSİAD-T/2016-03/576). İstanbul: TÜSİAD Kurumsal Raporu.
- Wang, J. J., Jing, Y. Y., Zhang, C. F., & Zhao, J. H. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2263–2278.
- Wang, C. N., Nguyen, V. T., Thai, H. T. N., Tran, N. N., & Tran, T. L. A. (2018). Sustainable supplier selection process in edible oil production by a hybrid fuzzy analytical hierarchy process and green data envelopment analysis for the smes food processing industry. *Mathematics*, 6(12), 302.
- Wang, J., Zhao, W., Qiu, L., & Yuan, P. (2021). Evaluation and selection of integrated energy system construction scheme equipped with smart energy management and control platform using single-valued neutrosophic numbers. *Sustainability*, 13(5), 2615.
- World Commission on Environment and Development (1987). *Our Common Future*. Erişim adresi: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> . Erişim Tarihi: 16.12.2023.
- Wu, C. M., Hsieh, C. L., & Chang, K. L. (2013). A hybrid multiple criteria decision making model for supplier selection. *Mathematical Problems in Engineering*, 1-8. doi:10.1155/2013/324283
- Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2018). A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 1-19.
- Yerli, M., & Öztürk, D. (2023). AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi: ahşap sektöründe bir uygulama. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 13(Sosyal Bilimler Lisansüstü Öğrenci Sempozyumu Özel Sayısı), 147-168. <https://doi.org/10.48146/odusobiad.1184556>
- Yılmaz Balaman, Ş. & Çalı, S. (2019). A decision procedure for sustainable energy management and planning based on multi criteria decision making under fuzzy environment. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 17(2), 21-41.
- Yu, C., Shao, Y., Wang, K., & Zhang, L. (2019). A group decision making sustainable supplier selection approach using extended TOPSIS under interval-valued Pythagorean fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 121: 1-17.
- Zhou, X., & Xu, Z. (2018). An integrated sustainable supplier selection approach based on hybrid information aggregation. *Sustainability*, 10(7), 25-43. doi:10.3390/su10072543

Zhu, Q., Dou, Y., & Sarkis, J. (2010). A portfolio-based analysis for green supplier management using the analytical network process. *Supply Chain Manag.*, 15, 306-319.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Büşra Diken

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2020, KTO Karatay Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Lojistik Yönetimi Bölümü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri : Diken, B. & Çalık, A. (2022). AHP ve TOPSIS yöntemleri ile 3PL firma seçimi. Konşimento Dergisi, 1.

İŞ DENEYİMİ

Stajlar : 2018, Lojistik Stajyeri, Netlog Lojistik

2019, Lojistik Stajyeri, Netlog Lojistik

Çalıştığı Kurumlar : 2021, Müşteri Hizmetleri Sorumlusu, Netlog Lojistik

Tarih: 25 Ocak 2024