

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE
SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE
TEDARİKÇİ SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burhan ÜLKER

İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı

ŞUBAT 2024

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE
SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE
TEDARİKÇİ SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burhan ÜLKER

İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Tijen Över ÖZÇELİK

Şubat 2024

Burhan ÜLKER tarafından hazırlanan “BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİ” adlı tez çalışması 13.02.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı : **Prof. Dr. Salim ASLANLAR**
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Doç. Tijen ÖVER ÖZÇELİK** (Danışman)
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Doç. Dr. Ayten YILMAZ YALÇINER**
Sakarya Üniversitesi



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİ” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, etik kurul onay belgesi aldığımı (etik onayı gerekmiyorsa bu cümle metinden çıkartılır), çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(...../...../20.....).

(imza)

BURHAN ÜLKER





Aileme ve eşime..



TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinden başlayarak tüm çalışma sürecim boyunca bana gösterdikleri tüm destek ve yönlendirmeler için değerli danışmanım Doç. Dr. Tijen Över Özçelik'e; Gerek sosyal gerek akademik hayatımda, bu yaşıma kadar destekleri ve anlayışları ile yüksek lisans sürecimde de yanımda olmuş çok değerli anne ve babama; beni hep destekleyen, yanımda olan ve bugünlere gelmemde büyük emeği olan değerli yüksek mühendis meslektaşım ablama; aldığım her kararda, attığım her adımda yanımda olduğu için değerli eşime çok teşekkürlerimle.

Burhan ÜLKER



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vii
TEŞEKKÜR	xi
İÇİNDEKİLER	xiii
KISALTMALAR	xv
SİMGELER	xvii
TABLO LİSTESİ	xix
ŞEKİL LİSTESİ	xxi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Tedarik Zinciri Kavramı	3
2.2. Sürdürülebilirlik	8
2.2.1. Pandemi (covid-19) etkisi altında sürdürülebilirlik	10
2.2.2. Sürdürülebilirliğin bileşenleri	10
2.2.2.1. Çevresel sürdürülebilirlik	12
2.2.2.2. Ekonomik sürdürülebilirlik	13
2.2.2.3. Sosyal sürdürülebilirlik	13
2.3. Tedarik Zinciri Yönetiminde Sürdürülebilirlik	14
2.3.1. Tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilirliğin tarihçesi ve literatür araştırması	15
2.3.2. Tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilirliğin faydaları	17
2.4. Tedarik Zincirinde Sürdürülebilir Tedarikçi Yönetimi	17
2.4.1. Sürdürülebilir tedarikçi yönetiminde literatür araştırması	18
2.4.2. Sürdürülebilir tedarikçi seçimi	19
2.4.3. Sürdürülebilir tedarikçi değerlendirme	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Bulanık Küme Teorisi	22
3.1.1. Üçgen bulanık sayılar	23
3.1.2. Yamuk bulanık sayılar	23
3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi	25
3.3. Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri	29
3.3.1. Bulanık analitik hiyerarşi prosesi (AHP)	29
3.3.1.1. Buckley yöntemi	32
3.3.1.2. Genişletilmiş analiz (Chang) yöntemi	32
3.4. Bulanık TOPSIS	34
3.5. Bulanık DEMATEL	37
3.6. Bulanık VIKOR	40
3.7. Bulanık EDAS	43
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	47
4.1. Problemin Belirlenmesi	47
4.2. Problemin Uygulama Adımları	47

4.2.1. Tedarikçi seçiminde kullanılacak değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi	47
4.2.2. Karar verici alanında uzman kişilerin belirlenmesi.....	48
4.2.3. Değerlendirilecek tedarikçilerin belirlenmesi	48
4.2.4. Anketlerin hazırlanışı	48
4.2.5. Anketlerin tutarlılık oranlarının hesaplanması	48
4.2.6. Anketleri grup kararına dönüştürme	50
4.2.7. BAHP ile problemin çözümü	51
4.2.7.1. Çevre yönetimi kriterinin ağırlıklarının hesaplanması	51
4.2.7.2. Bulanık vikor yönteminin uygulanması	53
4.2.7.3. Bulanık edas yönteminin uygulanması	60
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	67
KAYNAKLAR.....	69
EKLER.....	75
ÖZGEÇMİŞ.....	83



KISALTMALAR

AE	: Düşük
AHP	: Analitik Hiyerarşik Proses
ANP	: Analitik Ağ Prosesi
Ar-Ge	: Araştırma ve Geliştirme
B	: Kötü
BAHS	: Bulanık Analitik Hiyerarşik Süreç
BM	: Birleşmiş Milletler
BMGK	: Birleşmiş Milletler Genel Kurulu
Bulanık AHP	: Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses
Bulanık EDAS	: Bulanık Ortalamadan Uzaklık Çözümüne Dayalı Değerlendirme
Bulanık TOPSIS	: Bulanık İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıra Tercihi İçin Teknik
Bulanık VIKOR	: Bulanık Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm
Covid-19	: Yeni Koronavirüs Hastalığı
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
EB	: Mükemmel Kötü
EG	: Mükemmel İyi
G	: İyi
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Örgütü
JIT	: Just in Time (tam zamanında üretim)
MB	: Orta Kötü
MG	: Orta İyi
MIP	: Eski Malzeme İhtiyaç Planlaması
MRP	: Yeni Malzeme İhtiyaç Planlaması
SDG	: Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
STZY	: Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi
Tier 2	: Tedarikçinin tedarikçileri
TZY	: Tedarik Zinciri Yönetimi



SİMGELER

$\widetilde{R}_i$	: Matristeki Satır Elemanlarının Toplamı
$\widetilde{R}^*$	: Farklı Görüşlerin En Düşük Bireysel Pişmanlığı
$\widetilde{S}^*$	: Maksimum Çoğunluk Kuralını
$\widetilde{f}_j^-$	: En Düşük Kriter Fonksiyon
$\widetilde{f}_j^*$	: En Yüksek Kriter Fonksiyon
$\bar{A}_k$	: Bulanık Sayı
$\widetilde{X}_{ij}, A_i$	: Alternatifler
$\widetilde{M}$	: Bulanık Alt Küme
$\widetilde{N}$	: Yamuksal Bulanık Sayı
$\widetilde{Z}$	: Toplam İlişki Matrisi
n_1	: Üçgensel Bulanık Sayının Düşük Değeri
n_2	: Üçgensel Bulanık Sayının Ara Değeri
n_3	: Üçgensel Bulanık Sayının Tepe Skoru
A^-	: Negatif İdeal Çözüm
C_i	: Yakınlık Katsayısı
$\bar{E}$	: Kriterleri Karşılaştırma Matrisi
$M_{g_i}^1$	: Üçgensel Bulanık Sayılar
X_{ij}^K	: K'ıncı Karar Vericinin Önem Ağırlığı
d_i^-	: Negatif İdeal Çözüme Uzaklık
d_i^+	: Pozitif İdeal Çözüme Uzaklık
f_i	: Final Ağırlığı
s_i	: Bulanık Mertebe
$w_{..}, C_n$	: Kriterleri İfade Eder
w_j^K	: K'ıncı Karar Vericinin Değerlendirme Ağırlığı
$\oplus$	: Toplama İşlemi
$\ominus$	: Çıkarma İşlemi
$\otimes$	: Çarpma İşlemi
$\oslash$	: Bölme İşlemi
A^*	: Pozitif İdeal Çözüm

b	: Bulanık Olmayan Bir Sayı
CI	: Tutarlılık Göstergesi
CR	: Matris Tutarlılığı
K	: Doğrudan İlişki Matrisi
SN_j	: Normalize Ağırlıklandırılmış Negatif Uzaklık
SP_j	: Normalize Ağırlıklandırılmış Pozitif Uzaklık
X	: Evrensel Küme Seti
$\mu_{\tilde{M}}$	: Üyelik Fonksiyonu
B	: Ana Boyutlar
$\sup \mu_{\tilde{m}} x$	: Gerçek Çizgi
<i>l</i>	: Gerçek Sayı
<i>m</i>	: Gerçek Sayı
<i>u</i>	: Gerçek Sayı

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Bulanık AHP kullanılan çalışmalar.....	18
Tablo 3.1. Seçilen kriterlere göre tedarikçi değerlendirme kriterleri	22
Tablo 3.2. Kriterler arasında ikili karşılaştırma matrisi	26
Tablo 3.3. AHP’de kullanılan ölçek	27
Tablo 3.4. AHP akış şeması	28
Tablo 3.5. Bulanık AHP' nin gelişimi	30
Tablo 3.6. Bulanık AHP yöntemlerinin karşılaştırması (Büyüközkan, Kahraman, & Ruan, 2003).....	31
Tablo 3.7. Dilsel değişkenler.....	35
Tablo 3.8. Bulanık Dilsel Ölçek (Saaty 1987)	38
Tablo 3.9. Bulanık VIKOR kullanılan çalışmalar.	40
Tablo 3.10. Yıllara göre Bulanık EDAS kullanılan çalışmalar	45
Tablo 4.1. Tedarikçi seçiminde kullanılacak kriterler	47
Tablo 4.3. Karar vericilerin uyguladığı anket	49
Tablo 4.4. İkili karşılaştırma matrisi	49
Tablo 4.5. Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi	50
Tablo 4.6. Matris satır ağırlıkları.....	50
Tablo 4.7. A*W matrisi	50
Tablo 4.8. Karar verici anketleri sonuçlarının birleştirilmiş tablosu.....	51
Tablo 4.9. İkili karşılaştırma matrisi	52
Tablo 4.10. Normalize matris	52
Tablo 4.11. W'nin bulunması	52
Tablo 4.12. Kriterlerin nihai ağırlıkları tablosu.....	53
Tablo 4.13. Tüm alt kriterler	54
Tablo 4.14. Dilsel değişkenler.....	54
Tablo 4.15. Karar vericiler tarafından yapılan anket.....	55
Tablo 4.16. Birleştirilmiş değerlendirme durumu	57
Tablo 4.17. Pozitif ve negatif ideal çözümler	58
Tablo 4.18. Bulanık AHP ile bulunan nihai kriter ağırlıkları.....	58
Tablo 4.19. ϕ ve ψ ve π bulunması.....	59
Tablo 4.20. İndeks değerleri sonucu	60
Tablo 4.21. Sıralama tablosu	60
Tablo 4.22. Alternatif değerlendirmeleri için dilsel değişkenler.....	60
Tablo 4.23. Karar vericilerin alternatifleri değerlendirdiği anket	61
Tablo 4.24. Kriterlerin ortalama bulanık değerleri.....	62
Tablo 4.25. Ortalama pozitif uzaklık matrisi.....	63
Tablo 4.26. Ortalama negatif uzaklık matrisi.....	64
Tablo 4.27. Ağırlıklı bulanık pozitif değerler	65
Tablo 4.28. Ağırlıklı bulanık negatif değerler.....	65
Tablo 4.29. SPj değeri	65
Tablo 4.30. SNj değeri	65

Tablo 4.31. Skor hesaplaması.....	66
Tablo 4.32. Sıralama tablosu	66



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Bir işletmenin tedarik zinciri gösterimi	3
Şekil 2.2. Geleneksel tedarik zinciri yönetimi	4
Şekil 2.3. Modern tedarik zinciri yönetimi	4
Şekil 2.4. Sürdürülebilir kalkınma	10
Şekil 2.5. Sürdürülebilirlik üçlü kâr hanesi	10
Şekil 2.6. Sürdürülebilirliğin çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları	11
Şekil 3.1. Uygulama Sürecinin Akış Diyagramı.....	21
Şekil 3.2. Bulanık küme teorisinin gelişimi.....	25
Şekil 3.3. Amaç kriter alternatif ilişkisi	26



BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

ÖZET

Son yıllarda sürdürülebilirlik yaklaşımı oldukça önem kazanmıştır. Gün geçtikçe çok daha fazla sayıda şirket, tedarikçi ilişkilerini ve tedarikçinin yaşam süresini iyileştirme ve önceden riskleri belirleyebilmek amacıyla prosedür ve sözleşmelerini tedarik zincirinin tamamını kapsayacak biçimde genişletmektedir. Global ve yerli en büyük şirketler peşpeşe sürdürülebilirlik ilkelerini yayınlıyor, yeni departmanlar açarak bu konuya ne kadar önem verdiklerini gösteriyorlar. Bugünün nesillerinin gereksinimlerini giderirken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını şimdiden planlamak çok kritiktir. Bu çalışmada, tedarikçi değerlendirme ve seçme sürecine sürdürülebilirlik başlığının eklenmesiyle günümüz şartlarına daha uygun hale getirilerek ve objektif değerlere bağlı kalınması amaçlanmaktadır. Çevresel, ekonomik, sosyal, kalite güvence ve üretim boyutlarını içeren sürdürülebilirlik konuları ele alınmıştır. Ayrıca salgın döneminde bu ana kriterlerin tedarik zincirine etkisini incelemek amacıyla detaylı araştırma yapılmıştır. Tedarik zincirinin karmaşık yapısında bir savunma sanayi şirketinin tedarikçi seçiminin çoklu kriterleri sürdürülebilirlik dahilinde ve şirket isteklerine uygun şekilde yapılması hedeflenmiştir. Önce literatür araştırması yapıldı. Sürdürülebilir tedarikçi seçimi kriterleri tespit edilmiştir. Sonrasında savunma sanayisinde üretim yapan bir ana sanayi firmasından seçilen karar vericilerden, bu araştırmanın uygulanması için belirlenmiş olan bütün kriterleri önceden belirlenmiş önemlerine görece değerlendirmeleri talep edilmiştir. Bu çalışma çerçevesinde tedarikçi seçimini etkileyen tüm kriterler sürdürülebilirlik başlığı ve ana sanayi istekleri yapısına uygun olacak şekilde belirlenmiştir. Önem dereceleri belirlenen kriterlerin Bulanık AHP yöntemi ile ağırlıkları belirlenmiştir. Sürdürülebilir tedarikçi kavramının tedarikçi seçimi süreçlerine dahil olmasıyla çevre, sosyal, kalite güvence, ekonomi ve üretim kriterleri kullanılarak tedarikçi seçimi yapılmıştır. Bu kapsamda çalışmanın belirlenen kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Alternatif seçiminde Bulanık EDAS ve Bulanık VIKOR yöntemleri kullanılarak bütünleşik birçok kriterli karar verme modeli oluşturulmuştur. Bu yöntemler açısından çalışmaya özgünlük katmıştır. Ayrıca 5 ana kategori olması ve 19 alt kriterden oluşması çok fazl kriter olması sebebiyle bir diğer özgünlük olmuştur.

Sonuçlar incelendiğinde firmanın çalıştığı aktif tedarikçilerin sıralamalarda ilk çıktığı gözlemlenmiştir. Karar vericilerin tutarlı olduğunun bir göstergesidir. Kullanılan iki yöntemde aynı alternatifin ilk çıkması yöntemlerin doğru uygulandığını göstermektedir. Farklı ÇKKV yönteminin kombinasyonu ve ele alınan çok sayıda alt ölçütlerin sürdürülebilirlik temalı olması, mevcut çalışmalara göre bu tez çalışmasını özgün ve kaliteli kılmaktadır. Kovid-19 döneminde tedarik zinciri yönetimi konularının araştırılması ve özgün analizler bu çalışmanın bir diğer literature katkısıdır.



FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING USED IN SUPPLIER SELECTION AND SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

SUMMARY

The effective management of the supply chain has become a critical imperative for businesses, given its intricate structure and susceptibility to a myriad of factors and threats. The inherent complexities of supply chain management amplify the risks associated with any disruption within the chain. The advent of the COVID-19 pandemic, a global crisis that spread rapidly worldwide, underscored the vulnerabilities of the interconnected globalized world, resulting in widespread disruptions and significant delays in supply chains. The risk planning strategies, previously assigning a minimal probability, specifically less than 1%, to the occurrence of a pandemic before 2020, have undergone a profound reevaluation in light of the post-COVID-19 era now recognized as a high-risk period. This paradigm shift in risk perception has prompted businesses to reevaluate their strategies and adopt more resilient and adaptive approaches to supply chain management. Following the pandemic, a global chip crisis emerged as a consequence of an unprecedented surge in demand for microchips. This surge, coupled with sanctions, restrictions, and governmental challenges, particularly impacted the automotive industry. Projections indicate that by 2030, electronic components will constitute a staggering 45% of each automotive vehicle. The profound repercussions of the crisis in automotive factories manifested in widespread layoffs, triggering a social crisis with far-reaching implications.

The automotive industry, grappling with the chip crisis, found itself unable to meet the surging demand, resulting in a virtual sellout. High-tech vehicles, equipped with advanced technology, remained immobilized on factory floors as chipless or incomplete vehicles accumulated in storage areas, presenting a poignant symbol of the challenges faced by the industry. In response, supply chain managers are compelled to adopt proactive risk planning measures, conducting thorough examinations that seamlessly integrate the sustainability dimension into supplier selection and management, aiming to ensure resilience and continuity at every step of the chain. The emergence of disruptions in the supply chain is acknowledged as one of the foremost risks for businesses. In recent years, the sustainability approach within the supply chain has garnered significant importance as businesses recognize the need for a more holistic and forward-thinking strategy. An increasing number of companies are expanding their procedural frameworks and contractual obligations to encompass the entirety of the supply chain. This expansion aims to enhance supplier relationships, prolong the lifespan of suppliers, and identify potential risks well in advance, fostering a more sustainable and resilient supply chain.

Globally and domestically, leading companies are taking proactive steps by sequentially publishing sustainability principles, indicating their commitment to this cause by establishing dedicated departments. Stakeholders, including procurement teams, supply chain managers, academics, and individuals in pivotal roles, universally recognize the critical nature of supply chain management within the context of

sustainability in today's intensifying competitive landscape. This recognition has led to collaborative team formations and research endeavors, signifying a collective effort to address the evolving challenges in supply chain sustainability.

Businesses are actively exerting pressure on their sub-suppliers, encouraging all stakeholders within the supply chain to align with sustainability goals. The proactive planning for the needs of current generations while anticipating those of future generations is deemed crucial. Substantial efforts have been invested globally to address this issue, with a pressing imperative to utilize the limited physical resources of the economy and mitigate the resulting waste. The escalating global waste problem has transformed into a more significant issue, prompting governments to implement measures against the rapid consumption of the world's resources due to the burgeoning population of consumer societies. Expectations for a global ecological crisis have intensified, propelling a swifter pace in sustainability efforts across industries. The pressures exerted by major industries on their suppliers have contributed to heightened awareness among suppliers, fostering a collective commitment to sustainability practices. Concurrently, with the increasing consciousness of sustainability issues, supplier selection within supply chain management is no longer exclusively based on economic criteria. Instead, it is conducted holistically, considering environmental, social, economic, and quality aspects. An examination of contemporary sustainability practices reveals that supply chain management and its performance, coupled with sustainability, have become pivotal performance measurement criteria for companies.

The selection of suppliers based on sustainability criteria and the determination of their performance play a crucial role in shaping the landscape of modern supply chain management. This imperative has compelled suppliers to proactively undertake initiatives, not merely as a response to market demands but to avoid the apprehension of losing business in an era where sustainability is increasingly becoming synonymous with resilience and longevity.

This comprehensive study aims to refine the supplier selection process to align more closely with current conditions. It emphasizes the integration of the sustainability paradigm and adherence to objective values. Sustainability issues, spanning environmental, economic, social, quality assurance, and production dimensions, have been meticulously addressed to provide a robust framework for supplier selection. The study further delves into exhaustive research to investigate the impact of these primary criteria on the supply chain during the pandemic period, contributing valuable insights to the evolving field of supply chain management. In the intricate structure of the supply chain, the objective is to select suppliers for a defense industry company based on multiple criteria within the sustainability framework and in alignment with company requirements. The study employs a methodical approach, commencing with a comprehensive literature review to identify sustainable supplier selection criteria. Subsequently, decision-makers selected from a defense industry company are actively engaged to evaluate all predetermined criteria in terms of their relative importance for the implementation of this research.

Within the framework of this study, all criteria influencing supplier selection are meticulously ascertained to be conducive to sustainability and aligned with the core requirements of the main industry. The weights of the criteria, with assigned importance degrees, are determined with precision using the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) method. The integration of the sustainable supplier concept into the

supplier selection process is a pivotal step, utilizing environmental, social, quality assurance, economic, and production criteria for supplier selection.

In this context, the Fuzzy AHP method is employed to calculate the weights of the identified criteria, ensuring a nuanced consideration of their relative importance. For alternative selection, both Fuzzy EDAS and Fuzzy VIKOR methods are judiciously applied. Upon scrutinizing the results, a notable observation is the high ranking of the active suppliers of the company, indicating a robust level of consistency among decision-makers. The fact that the same alternative consistently secures the top position in both methods serves as a testament to the accurate application of the methodologies employed. The amalgamation of diverse Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods and the comprehensive emphasis on numerous sub-criteria related to sustainability distinguish this thesis, elevating its quality compared to existing studies. The original research and analyses of supply chain management issues during the COVID-19 period contribute significantly to the existing literature, providing a comprehensive and nuanced understanding of the challenges and opportunities in contemporary supply chain sustainability.



1. GİRİŞ

İşletmeler ürünlerinin nihai kullanıcıya ulaşmasını ve satış sonrası hizmetler dahil tüm süreçlerin yönetildiği Tedarik zinciri yönetimi kavramı son yıllarda giderek önem kazanmaya başlamıştır. Tedarik zinciri yönetimi, "ham madde tedariki, bu hammaddelerin ara mal ve nihai ürüne dönüştürülmesi ve nihai ürünlerin müşterilere dağıtılmasını içeren, üretici ve dağıtıcıların oluşturduğu bir ağ" biçiminde tanımlanmaktadır (Lee & Billington, 1992). Satınalmacılar, tedarik zinciri yöneticileri, akademisyenler ve politikacılar dahil artan rekabetçi küresel ortamda tedarik zinciri yönetiminin kritik rolü olduğunu ve bunu başarıyla yönetenlerin çeşitli avantajlar elde ettiğini kabul etmektedir (Silvestre, 2015). Günümüzde uluslararası rekabet ve küreselleşmenin etkisiyle entelektüel sermaye ve yönetim yöntemlerinde inovasyona bakış açımız değişti ve önemi son yıllarda arttı. Bilim, teknoloji ve üretim konularında çeşitli yeni kavramların ortaya çıkmasına neden oldu (ÜLKER, 2019). Ekonomimiz, maddesel dünyamızın sınırlı fiziksel kaynaklarını kullanma ve işlenmemiş atıkları ele alma konularında ciddi bir baskı altındadır. Çevreye verilen zararlar, rekabet koşulları, çalışanların çalışma ortamı ve çalışma koşulları göz önüne alındığında, şirketlerin doğru tedarikçilerle çalışması giderek önem kazanıyor. Özellikle insanlığın gezegenimize yaydığı atıkları düşündüğümüzde, gerçekten gerekli olmayan şeylerin üretimini ve tüketimini durdurmak yerine, doğanın kendi yenilenebilir kapasitesini göz önüne alarak, insan ve çevre için zararlı olan üretim süreçlerini düzeltmeye odaklanan yeni üretim yöntemleri ve süreçleri geliştirmek önemlidir (Pauli, 2010).

Dünya kaynaklarının bu kadar hızlı tüketiminin değişmesine yönelik alınacak önlemlerin ve çeşitli birçok yaklaşımın; tedarik, üretim ve ürünlerin küresel pazarda tedarik süreçleri yoğun kaynak tüketimlerine sebep olduğu için anahtar rol oynamaktadır (ÖZKAN, 2021). Küresel ekolojik kriz beklentileri sürdürülebilirlik çalışmalarını hızlandırmaktadır. Sürdürülebilir bir perspektifle küreselleşme ve dış kaynak kullanımı, işletmelerin kurumsal gelecek stratejilerini belirleme ve rekabetçi bir ortamda varlıklarını sürdürme çabalarında sürdürülebilir tedarikçilerle çalışmasının önemini artırmaktadır (Ecer, 2021). Sürdürülebilirlik kapsamında tedarik zinciri yönetimi çalışmalarının çevresel, ekonomik ve sosyal konularda faydalar

sağlanmasında önemli rol üstlenmektedir. Çoğu şirket sürdürülebilirlik konularında hedefler belirlemişler ve bu hedeflere giderken tedarikçilerinde aynı yolu katetmesini istemektedir. Çevre konularında ana sanayi bilinci arttıkça tedarikçilerin bilinçlerinin arttığı gözlemlenmektedir.

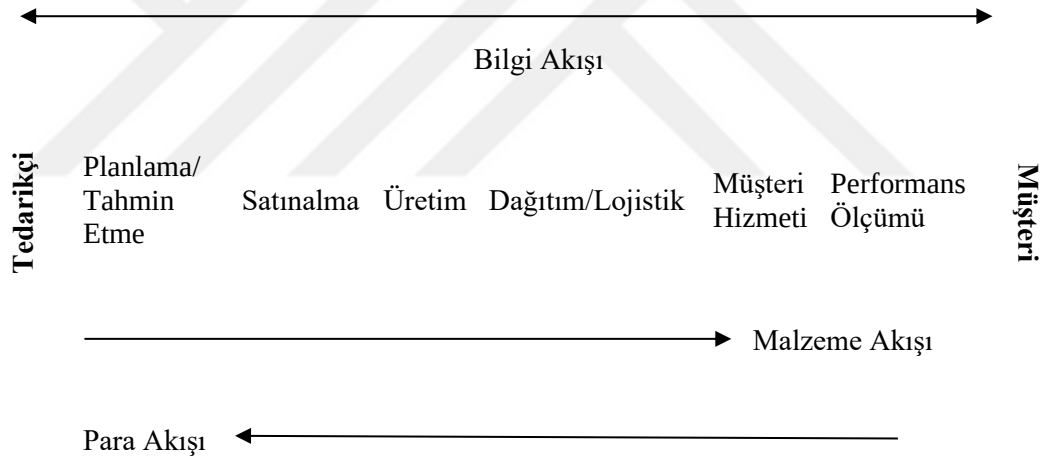
Geçmişte sadece ekonomik ölçütlerin üzerine kurulu olan tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi seçilmesi, zaman geçtikçe çevresel unsurların göz önüne alınmasıyla yeşil tedarik zincirinde sürdürülebilir tedarikçi seçimine dönüşmüştür (Martins & Pato, 2019). Günümüzde yapılan sürdürülebilirlik uygulamalarına bakıldığında sürdürülebilirlik eşliğinde tedarik zinciri yönetimi ve bunun performansının artırılması şirketlerin ana performans ölçüm kriterlerinden birisi haline gelmiştir (Luthra S. , 2017)



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Tedarik Zinciri Kavramı

Tedarik zinciri kavramıyla ilgili olarak yapılan Tedarik zinciri kavramına ilişkin müşteri ihtiyaçlarının karşılanmasında doğrudan veya dolaylı rol oynayan süreç ve operasyonlardan oluşur ve yeni ürün geliştirme, pazarlama, operasyon, satış, finans, müşteri hizmetleri gibi departmanları içerir(Chopra, 2013). Görüldüğü üzere bu süreç ve akışlar karmaşık ve çok fazla aşamayı içerisinde barındırır. Tedarik zinciri kavramı bir ürünün son müşteri için orta çıkartılması ve lojistik işlemlerinin tüm tedarikçiler ve ana Sanayi arasındaki ağ olarak tanımlanabilir. Bu ağ ise kendi içerisinde insanları, ürünleri, büyük veriyi ve nihai müşteriyi içerir. (AHMADOV, 2021) Aynı zamanda bu başlıklar kendi alt başlıklarında çok ayrı süreçler ve zorluklardan oluşmaktadır.



Şekil 2.1. Bir işletmenin tedarik zinciri gösterimi

2.1.1. Tedarik zinciri yönetimi kavramı

Literatürde çok farklı tedarik zinciri yönetimi tanımları mevcuttur. Tedarik zinciri yönetimi kavramı, bir işletmenin ve onun tedarikçilerinin (tier2 olarak bilinen) planlama, tedarik ve satınalma süreçlerinin tamamını yönetmesini ayrıca tüm bunların optimal verimle çalışmasını sağlamak amacıyla işletmenin kendi iç durumlarını finansal uygunluk ve bütün olan bir sistem dahilinde yönetildiği işletme sistematığıdır (GÜLTEKİN, 2021).

Tan ve arkadaşları ise tedarik zincirinin yönetimi, malzeme nihai ürünlerin hammaddeden nihai ürün arzına kadar olan sürecin yönetimini kapsayan aynı zamanda tedarikçilerin tedarikçilerinin (tier2) üretim aşamalarında diğer tedarikçilere avantaj sağlamasına yarayacak teknolojik ve yazılım dahil yeteneklerinden daha verimli faydalanma üzerine odaklanan ve sıradanlaşmış üretim, yönetim ve gelişim faaliyetlerinin ötesinde daha yenilikçi bir felsefeyle yönetilen sistemdir şeklinde tanımlamışlardır (TAN, 1998). Tedarik zinciri yönetimi tanımlarına bakıldığı zaman en çok kullanılan başlıkların birleştirilmesiyle ortaya şöyle tanım çıkmaktadır. Müşteriye, istediği nihai ürünün, istediği zamanda, istediği yerde ve istenilen en iyi fiyatta tüm tedarik zinciri operasyonlarının uygun fiyatlı ve aksaklık olmadan yürütülmesini sağlayan sistemdir. Hammaddenin ürün oluşumuna giden yolu ve bu yolda bilgi ve para akışının yönetildiği sisteme denir.

Tedarik zinciri yönetimi; hammaddenin, nihai ürün olana kadar mevcut süreçleri, ürünün araştırma ve geliştirme aşamalarındaki tüm süreçleri ve ayrıca bu kapsamda başlatılan araştırma geliştirme projelerinin ve üretim yerinin tüm yazılımlarını içerisinde barındırır (AHMADOV, 2021). Tedarik zinciri yönetiminin başarıya ulaşmasında stok, kalite ve zaman başlıklarının önemi bir gerçektir (ÖZKAN, 2021). Geleneksel tedarik zinciri yönetimi, işletmenin hammaddeden nihai ürün olana kadar olan tüm süreçlerin işletme içerisinde gerçekleşmesini ifade eder. Daha yavaş karar alma süreçlerini kapsar. Ayrıca az operasyonu sahiptir. Modern tedarik zinciri yönetimi ise işletmenin bağımsız firmalardan kendi iç süreçlerine destek aldığı durumları kapsar. Modern tedarik zinciri yönetimi geleneksel yönetime göre daha verimli ve hızlı operasyonel süreçtir.



Şekil 2.2. Geleneksel tedarik zinciri yönetimi



Şekil 2.3. Modern tedarik zinciri yönetimi

2.1.1. Tedarik zinciri yönetiminin tarihçesi

1950'ler ve 1960'lar geldiğinde üreticiler, ürün çeşidini az tutarak en az birim maliyete ulaşmayı hedefleyerek seri üretim yapmışlardı. Ürün çeşitliliği açısından bakıldığında ise müşterinin istediği ürünün önemi yoktu. Seri üretimi amaçlayan üreticilerin amacı çok fazla ürün ortaya çıkartarak bu ürün maliyetini düşürmektir.

TZY' nin başlangıcı 1960'lara kadar gitmektedir. TZY birinci araştırması ve ilk çalışması olarak kabul edilecek fiziksel dağıtım adımı ile ilgili olarak ilk söz Bowersox tarafından yapılmıştır. Fiziksel dağıtım 1990'larda anasanayiler, tedarikçiler ve onların tedarikçiler ile üretim süreçlerini devam ettirirken yapılan iş birlikleri, satınalma ve tedarik birimlerinin şirket binasında birarada çalışan yeni bir akım haline geleceği TZY' nin bir adımı olarak tanınmaya başlanmıştır (Bowersox, 1969). 1970'lere gelindiği zaman Malzeme İhtiyaç Planlaması (MIP) sisteminin keşfedilmesiyle üst düzey şirketlerin liderleri maliyet, kalite, ar-ge ve sevkiyat performansı gibi konuları daha fazla incelemeye başlamışlardır (ÖZDEMİR, 2004). MRP 1970 yılına gelindiğinde, popülerleşmeye başladı ve üretim sektörünün yöneticileri birim üretim maliyeti, kalite performansı, ür-ge ve sevkiyat performansını artırıcı etkisini farkına varmaya başladılar. MRP sayesinde sevkiyatlar daha doğru, planlamalar daha güvenilir olmaya başladı. 1980'lere geldiğimizde üretim rekabeti güngeçtikçe daha fazla artmıştı.

Üreticiler artık geçmiş yöntemlere göre üretim yaparlarsa faaliyetlerini yürütemeyeceklerini farkına vardılar. Üretim verimliliğini arttıracak farklı yeni metotlar keşfedilmeye başlandı. Taiichi Ohno, 1970lerin başında JIT yöntemini geliştirmiştir (T.C. Cheng, 1996). JIT, üretim sürecindeki israfı tamamen ortadan kaldırma ve üretim süreçlerini optimal iyileştirerek bunu uygulamayan üreticilere üstünlük sağlama fikrine dayanan sürekli üretim iyileştirme yaklaşımıdır. 1980lerin başında batı tarafından duyulan bu yöntem, 1980lerin sonunda artık bu sürekli iyileştirme yöntemini yaygın şekilde uygulamaya başlamışlardı. Tüm bu çalışmalar ve geliştirmeler sonucu satınalma, planlama ve lojistik departmanlarının yöneticileri, tedarik edilen malzemelerin yönetimi konusunu geliştirerek aslında bugün popüler bir kavram olan tedarik zinciri yönetimi kavramını ortaya çıkarttılar. 1990lardan sonra tedarik zinciri kavramı tedarikçi sevkiyat performansı, kalite ve fiyat başlıkları altında sürekli gelişmeye devam etti. 2000lere yaklaşırken küreselleşen dünya düzeninde Pazar rekabeti sertleşerek arttı.

Müşterilerin davranışları değişti ve artık müşteri kendine özel ürünler istemeye başladı (Nebol, 2016). Şirketler artık farklı departmanlar kurmaya ve geçmiş hiyerarşilerini değiştirmeye başlamışlardır.

2.1.2. Tedarik zinciri yönetiminin amaçları ve faydaları

TZY amacı, zincirin her halkasının sorunsuz ve en optimal şekilde çalışmasını sağlamaktır. Bu halkalar zincirdeki her faaliyeti temsil eder ve aynı zamanda bu faaliyetlerin günümüz şirketler arası rekabette sorunsuz çalışması ve müşteriye istediği ürünün ulaşmasını sağlar (Heizer, 2014).

Tedarik zinciri eğer etkin bir şekilde kullanılırsa ulaşılması beklenen hedefler şu şekildedir (KARASU, 2006)

- Satınalma kalıfıyesini arttırmak
- Ürün ve bilgi akışının sürekli olmasını sağlamak
- Yönetim maliyetlerini optimal seviyeye indirmek
- Yedek parka ve servis hizmetlerini iyileştirerek en iyi seviyeye ulaştırmak
- Stok maliyetlerini optimal seviyeye indirmek
- Tedarikçi geliştirme ve seçme faaliyetlerini çok iyi yapmak

2.1.3. Tedarik zinciri yönetimine covid-19'un etkileri

Yeni koronavirüs, şu anda üretim açısından son derece önemli olan Çin'in Wuhan bölgesinde ortaya çıkmıştır. Küresel çapta çok hızlı şekilde yayılmıştır. Ülkelerin salgınla başa çıkma amacıyla aldıkları sokağa çıkma ve kapanma kararları sanayileri durma noktasına kadar getirmiş ve çoğu sanayi durmuştur. Çin dünyanın en büyük hammadde tedarikçisi ve üreticisi olma yolundaki son yıllardaki atağı tüm dünya çağında bilinmektedir. Wuhan bölgesi ise bu konuda adeta merkez gibidir. Bu sebeple Wuhan'da başlayan salgın tüm dünyayı etkilemiş ve koronavirüs dünya savaşından bu güne kadar gerçekleşen en büyük küresel olay olarak gösterilmiştir (Nabıkoğlu, 2020).

Pandeminin etkisi altında ise tedarik zinciri yönetiminin aslında ne kadar önemli olduğunu herkes anlamıştır. Pek çok ana sanayi ve tedarikçi aksayan tedarik zincirleri neticesinde üretimleri durma noktasına gelmiş, durmuş veya kapanma ile karşı karşıya kalmıştır.

Küresel olarak adeta yaşamın durma noktasına geldiği bir Covid-19 süreci yaşadık ve yaşanmaya devam edilmektedir. Bu sürecin ne zaman biteceğiyle ilgili iyimser tablolar görünse bile henüz tam anlamıyla geçmemiştir. Dünyadaki tüm canlıları etkileyen pandemi(covid) birçok sektörü olumsuz etkilemektedir. Yeni koronavirüs enfeksiyonu insanlığa ciddi fiziksel ve psikolojik sorunlara neden oluyor. Küresel şirketler home-office'e alışmaya çalışıyor. Salgından sağlık personelleri çok etkilendi. Daha zorlu, tehlikeli ve bulaşıcı hastalıklarla yakın temas halinde çalışıyor (Öğütü, ve diğerleri, 2022). Salgın nedeniyle durma noktasına gelen ekonomik aksiyonların ve küçülen piyasanın iyileşmesi için hükümetler ve sektör liderleri tarafından önlemler alınsa da süreç henüz belirsizliğini koruduğu için risk devam etmektedir. Üretimdeki düşüş, istihdam sorunu ve beklentilerin değişmesi sorunların başında gelmektedir (Eda Fendoğlu,Mehmet Ali Polat, 2020).

Bu süre zarfında otomotiv sektörünün tedarik zincirinde sorun yaratabilecek üç faktör var:

1. Hammadde tedariği yurt dışına bağlıdır (KPMG, 2020).
2. Tedarik zincirinde planlama, talep tahminlerine ve yeni durumlarda talep azalmasının öngörülebilirliğine dayanır.
3. Tedarik zinciri düşüncesinde tüm aktörlerin dikkate alınmasından kaynaklanan karmaşık yapılar.

Tüm bu zorlukları yaşarken ayakta kalmayı başaranlar, yeni yaklaşımlar geliştiren, eskici yönetim anlayışlarının dışına çıkarak yeni iş ortaklarıyla geliştirdikleri günümüz sorunlarıyla başa çıkma ve sorunsuz yürütme sistemi geliştiren ve bu sayede sıçrama yapabilen sanayilerdir (Hammer, 2001).

Globalleşen dünya salgının çok hızlı şekilde yayılmasına yol açmıştır. Aynı zamanda salgın, hızla değişen dünya ticaret düzeninde pazar belirsizliğine yol açmıştır. Pazar belirsizliği oyuncuların tedarik zinciri yönetimini zorlaştırmış, daha esnek yapıya geçmelerini ve bu şekilde taleplere daha hızlı cevap verebilmelerini sağlamıştır (ÖZKAN, 2021).

2.1.4. Çip tedariği krizinin otomotiv sektörüne etkileri

Bir araç üretiminde ortalama 1000 ile 1400 çip kullanılmaktadır. Teknolojisi yüksek otomotivlerde bu sayı 2500 ile 3000 çip arasına kadar çıkmaktadır (Ward, 2021).

Covid-19' un küresel ölçekte etkili olmasının ardından otomobil üreticileri yaşanan kısıtlamalar, kapanmalar gibi sıkıntılı dönemin otomobillere olan talebi düşüreceğini tahmin ederek bulunarak var olan çip siparişlerini iptal etti ve bu durum yaşanan talep patlamasında müşterilere cevap verememesine neden oldu. 2030 yılında otomotiv üretim maliyetinin %45'ini elektronik aksamların oluşturacağı düşünülmektedir (Bicer, 2021). Opel, Almanya'da bulunan fabrikasını 2022 yılına geldiğimizde faaliyetlerini sonlandırma kararı almış ve bu sebeple 1300 operatörünü geçici olarak işten çıkartmıştır (Guillaume, 2021). Araç elektronik alt sistemlerinde kullanılmakta olan mikroçiplerin artacak talebin etkisiyle ve arzın yetişememesi durumu göz önüne alındığında maliyetlerinin bu nedenden dolayı gelecek on yılda 600 dolara kadar çıkabileceği düşünülmektedir (Bicer, 2021).

2.2. Sürdürülebilirlik

Son yıllarda kitlelere hitap edebilen insanlar tarafından çokça dile gelmekte olan yeni yaşanabilir gezegen arayışının aslında bir çıkış noktası vardır. Dünya ekolojik düzeninin bozulması, nesli tükenen hayvanların artması, buzulların erime ve mevsimlerin zamanlarının değişmesi gibi birçok sinyal insanlığı dünya sürdürülebilirliği açısından sorgulattırmaktadır.

Tüm yaşanan bu değişimler hem yenilenebilen hem de kıt kaynakların bitmesi, milletlerin ekonomik güçlerini sırtlayan endüstriyel üretim organizasyonların, siyasi kurumların ve vakıflar benzeri kar amacı olmayan kurum ve öncü paydaşların sürdürülebilirliğe odaklanmasını zorlaştırmıştır (Ageron, Gunasekaran, & Spalanzani, 2012). Kamu araştırmacıları, siyasetçiler, profesörler ve çeşitli önde gelenler biyolojik çeşitlilik, su, hava ve enerji benzeri doğal kaynakların, ekonomi sebepli değerler yok olma riskiyle karşılaşmıştır (ÖZKAN, 2021). Tam bu noktada sürdürülebilirliğin çok hızlı ve dönüşü olmayan bir yola girilmeden sağlanması önem kazanmaktadır.

1983 yılında BM, sürdürülebilirlik kavramı ilk kez yayınlarak “Ortak Geleceğimiz” başlıklı rapor sonrasında şekillemeye başlamıştır. O tarihten günümüze çalışmalar hızlanmış yapılan araştırmalar artmış ve yeni açıklamalar yapılmıştır. Sürdürülebilirlik çok fazla tartışılan ve üzerinde fikir yürütülen bir kavramdır (ÖZKAN, 2021).

Sürdürülebilirlik tanımlamak gerekirse, daimi olma yeteneğidir (Vikipedi, 2022).

Sosyal bilimler, doğa ve pekçok disiplin içerisinde defalarca konuşulan, tartışılan sürdürülebilirlik kavramının, çok farklı içeriği ve çok boyutsal olması sebebiyle herkes tarafından kabul görmüş bir tanım henüz yoktur. Üretim ve değişik türlerin devamlılığı bozulmadan bizlerin varlığının daimi olmasını sağlamaktır.

Başka bir şekilde anlatmak gerekirse, yaşamak için duyduğumuz gereksinimleri gelecek kuşakların gereksinimlerinden harcamadan karşılayabilmektir (Mori ve Christodoulou, 2012). Gelecek nesillerin yaşam için duyduğu ihtiyaçları şimdiden harcamak dünyanın sonunu getirmek olabilir. Doğal kaynakları ve bunların yönetimini; sosyal ve ekonomik kaynakların tüketimin böyle olması halinde yok olacağı tehlikesi ile karşı karşıya kalacağını ve dünyada insan yaşamının sonunun geleceği noktaya çok yakınız. Sürdürülebilirlik önemsenmez ise canlıların yok olması kaçınılmaz olacaktır. Ülkeler ve toplumların kıtlıklar ve varlıklara erişim eşitsizliği nedeniyle çoğu toplumun yok olacağı yönünde tedirginlikleri vardır (Gonzalez E.D.R.S., 2015). Sürdürülebilirlik insanlığın ihtiyaçlarının kişisel tatmin seviyesinde kalıcı memnuniyetini sağlamasını sağlarken kısıtlı arza sahip dünya ekosisteminin şimdiki ve gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılayarak yaşam kalitesini arttırdığı faaliyetlerin bütünüdür (Allen, 1980). Brundtland raporunda ise sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilmesi kapasitesinden kullanmadan günümüz ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlayacak gelişme olarak anlatılmıştır (Brundtland Commission, 1987).

Sabancı Üniversitesi öğretim görevlisi Prof.Dr.Selim Çetiner Aralık 2011 tarihinde yayınladığı makalesinde Sürdürülebilir Kalkınma kavramını üç temele dayandırıyor;

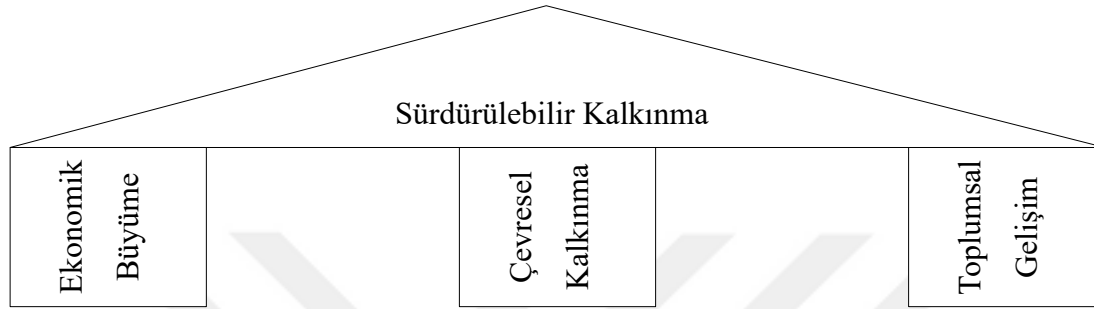
-Ekonomik Büyüme

-Çevresel Kalkınma

-Toplumsal Gelişim

Yandaki şekilde yer alan üç kavram birbiri ile çelişmese dahi rekabet içinde oldukları açık olarak görünüyor. Bunların hepsini belli bir denge içerisinde yürütüp üstüne bir de kalkınmayı sağlayabilmek oldukça çetin bir görev, ancak imkânsız değil. Son yıllarda çevresel-yeşil bilinç artmış olduğu açıkça görülmekte. Bankalar, Holdingler dahi reklamlarında ne kadar yeşil oldukları üzerinde duruyorlar. Bu gelişmeler oldukça sevindiricidir.

Dünya bu zorlu görev için Binyıl Kalkınma Hedefleri belirlemiş, konferanslar düzenlemeye devam etmektedir. Sonuncusu 27 Eylül 2015'te New York'ta gerçekleşti ve 17 amaç ve 169 hedeften oluşan 2030 Gündemi: Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG'ler) kabul edildi. 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ni de içeren yeni küresel kalkınma çerçevesi, sürdürülebilir şehirler, iklim değişikliği, kuraklığın azaltılması ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi çevresel konuları küresel gündeme entegre edecek.



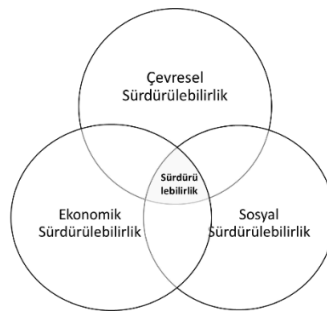
Şekil 2.4. Sürdürülebilir kalkınma

2.2.1. Pandemi (covid-19) etkisi altında sürdürülebilirlik

2019 yılı sonu itibari ile başlayan ve hızla yayılan Covid-19, küresel bir sağlık krizinin ötesine geçerek ekonomik ve sosyal kalkınmayı derinden etkilemektedir. Bu süreç daha eşit ve kapsayıcı sürdürülebilir ekonomiler ve toplumlar inşa etme yolunda sürdürülebilirlik çalışmalarının önemini bizlere bir kez daha göstermiştir.

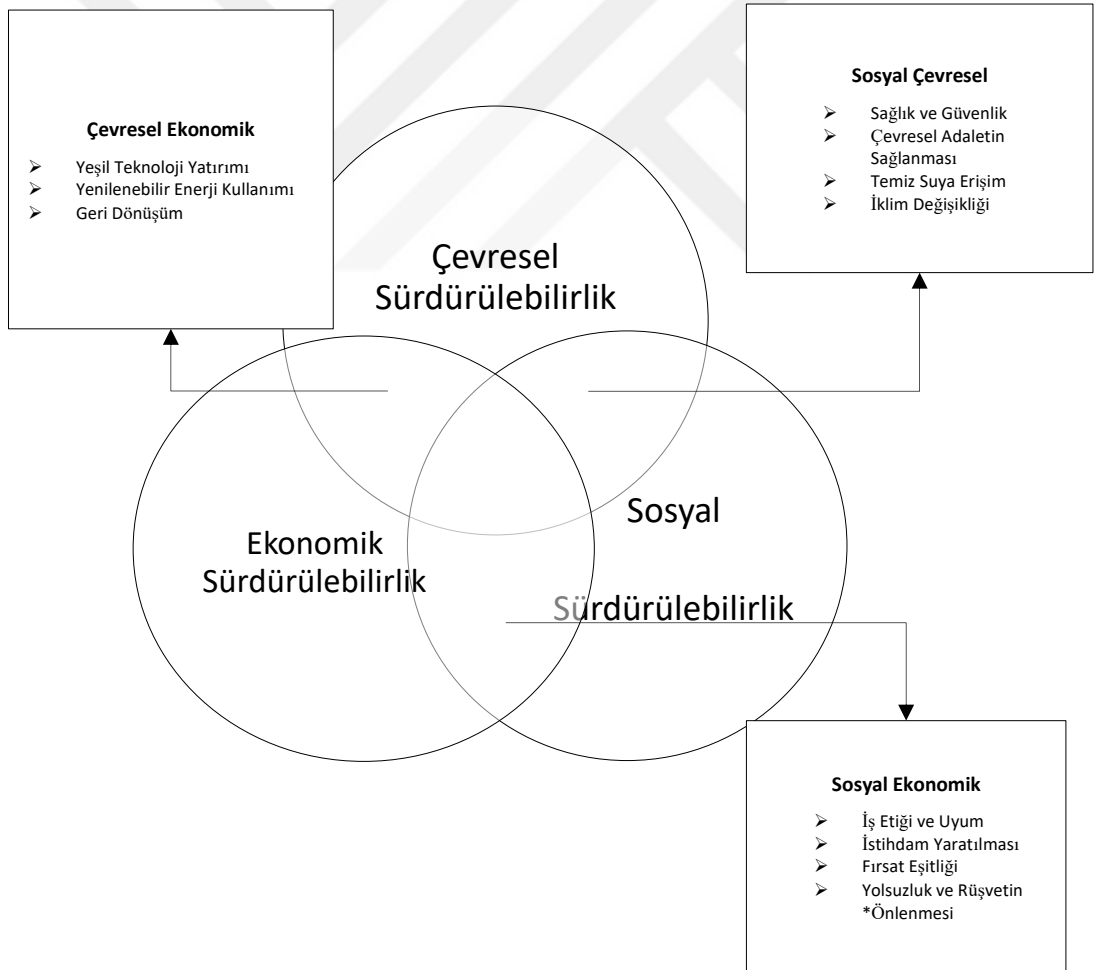
2.2.2. Sürdürülebilirliğin bileşenleri

Sürdürülebilirlik konusu genellikle sadece çevre ile alakalı olarak bilinmektedir. Ancak sürdürülebilirlik sadece çevre ile ilgili konuları içermez. Ekonomik, Sosyal (Toplumsal) ve Çevre konularının tümüyle ilgilenen bütünsel bir yaklaşımdır (Eşkin, 2019).



Şekil 2.5. Sürdürülebilirlik üçlü kâr hanesi

Sürdürülebilirlik kavramı içerisinde çevre bilincini barındırır ve bununla kalmaz. Geniş açıdan bakıldığında üç boyutlu bir model ortaya çıkar. Bu model çevrenin doğallığına özen gösterme, sosyal sorumlulukları ve ekonomik sağlamlığın önemi olarak ön plana çıkar (Claro, 2013). Sürdürülebilirlik ile ilgili olarak literatürde genel çoğunluk üçlü bir yaklaşım üzerinden gitmektedir. Bunlar sürdürülebilirliğin temel üç bileşeni olarak isimlendirilmiştir. Bu yaklaşıma göre çevresel faaliyetlerin (karbon salınımı yüksek doğal kaynakların kullanımı, enerji kullanımının durumu, insan kullanımı sonucunda oluşan doğal olmayan atıkların durumu), ekonomik faaliyetlerin (çevreye duyarlı yatırımların yapılmasının yönetim tarafından kabul görmesi, tedarikçi gelirlerinin sürdürülebilirliğin üç temeline değer vererek devam etmesi) ve sosyal faaliyetlerin (tedarikçi personelinin çeşitliliğini, çalışanlar arası fırsat eşitliğini arttırma, tedarikçinin bulunduğu konuma değer katan işler yapma) birlikte önem verilmesi tedarikçi performansının sürdürülebilir artması için çok önemlidir.



Şekil 2.6. Sürdürülebilirliğin çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları

Sürdürülebilirliğin sosyal, ekonomi ve çevre boyutları Şekil 2.6’da görülebilir.

2.2.2.1. Çevresel sürdürülebilirlik

Tedarikçiler veya işletmeler bulundukları faaliyet alanında çalışma sırasında içinde bulunduğu tedarik zincirinin tümünün ortaya çıkardığı çere tahribatının minimuma indirilmesi yöntemlerinin ne olabileceğinin araştırılması, gerekli durumlarda konu uzmanları tarafından danışmanlık alınması ve bunların neticesinde şirket içi gereken önlemlerin alınmasının sağlanması gerekmektedir. Bu çevresel sürdürülebilirlik olarak adlandırılır. Çevresel sürdürülebilirlik gelecek nesillerin kaynaklarını ve duyabilecekleri ihtiyaçları sağlayan ekosistemlerin sağlığını tehlikeye atmadan gelece aktarabilmektir (MORELLİ, 2011). Çevresel sürdürülebilirlik aynı zamanda dünyada mevcut durumda bulunan doğal kaynakların gelecek nesillerin kullanımına yetecek şekilde aktarılması olarak ifade edilebilir. Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için kaynakları kullanım hızının kaynakların yenilenme hızını geçmemesi gerekmektedir (KAYPAK, 2011). En önemlisi olarak nitelendirebileceğimiz fosil yakıtların tüketimi, karbon emisyon değerleri ve bunun ile ilgili araştırmalar gibi konular çevresel sürdürülebilirliğin temel konularıdır.

Tarım, Enerji, ve deniz yaşamı gibi sektörlerde çevresel sürdürülebilirlik ile ilgili uzmanlar tarafından yapılan çalışmaların ve konunun önemsenmesinin etkileri diğer sektörlerle göre daha somut olmaktadır (Erdem & Mustafa, 2020). Tedarikçi yönetiminde ekolojik bakış açısı ve sürdürülebilirlik yaklaşımları açısından hızlı ve önemli değişiklikler bekleniyor. Araştırmacılar ve sektör uzmanları bu değişikliğin zorunlu ya da isteğe bağlı olacağına inanıyor. Bu zorunlu ve büyüklüğü tüm dünyayı etkileyen kararların alınmasını dünya üzerinde gerçekleşen mevsimsel ve ekolojik krizlerin tedarikçileri çevresel sürdürülebilirliğe itmesi sonucu kazanılan ivme olarak açıklanabilir (GÜLTEKİN, 2021). İsteğe bağlı değişimi tedarikçilerin yanlış çevre yönetimi sonucunda benimsemesi ise çevre ve mevsimsel değişimlerin verdiği zararın baskılarına dayanamamaları ve çevreyi artık koruma isteğinin doğması olarak açıklanabilir (TURAN, 2017). Dünya nüfusunun hızla artması ve insan ihtiyaçlarının günden güne iyice artması, doğal kaynakların ihtiyaçları karşılayamaması sonucunu ortaya çıkarmış ve tüketim-üretim dengesi bozulmuştur (KIRIMHAN, 2005). Sürdürülebilirlik bağlamında küresel gündemde; İklim değişikliği, kütlebiyo tüketimi, ozon erozyonu, atmosferik koruma çabaları, orman azaltma çabaları, toprak erozyonu, çölleşme, biyolojik çeşitliliğin devamı ve son olarak enerji gibi konuların hepsi vardır.

BM Genel Kurulunda çevre ile ilgili sorunlara yönelik alınacak, uluslararası politika ve protokollere yasal dayanak teşkil edecek kararda çevre ile ilgili konuları şu şekilde sıralanmıştır (AKKAN & BOZKURT, 2020).

- Son yıllarda popülerliği azalan ancak durumu devam eden ozon tabakasının zarar görmeye devam etmesi, hava kirliliğinin artması ve iklimlerde farkedilen değişikliklerin ortaya çıkması ile mücadele ederek atmosferi korumak
- Temiz olan su kaynaklarının kalitesinin korunması için çalışmalar yapmak
- Deniz ve okyanusların beraber korunmasının sağlanması ve yaşam kaynaklarının gelişimini sağlamak
- Ormanların kontrolsüz tahribat edilmesi ve buna bağlı olarak çöl ikliminin yaygınlaşması ile mücadele ederek toprakları korumak
- Biyolojik çeşitliliği korumak
- Çevreyle uyumlu atık yönetiminin ülke ve uluslararası sağlanması
- Yoksullukla mücadele edilerek şehirde yaşayan insanların çalışma ve yaşam koşullarının düzeltilmesi

2.2.2.2. Ekonomik sürdürülebilirlik

Şirketlerin günümüz rekabet koşullarında uzun süreler ayakta kalabilmesini sağlaması için sürdürülebilir gelir sağlamaları çok önemlidir. Her alanda sürdürülebilirlik çok önemlidir ama eğer ekonomik sürdürülebilirlik sağlanmaz ise şirket iflas edecektir. Bu sebeple şirket gelirlerinin sürdürülebilir olarak artması gerekir. Uzun süreli ve sürdürülebilir projelerin bir diğer önemli unsurları ise vergi ve yerel teşvik avantajlarıdır. Ekonomik sürdürülebilirliğin en önemli konu başlıklarındandır.

Sürdürülebilir kazançlar, kar amacı güden bir kuruluşun devamlılığı açısından kritik derecede önemli olmaktadır. İşletmelerin çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik bölümünde anlatılan bileşenleri ileriye taşıırken aynı zamanda gelirlerini de çoğaltması gerekiyor. Bu nedenle sosyal sorumluluk sahibi ana sanayiler ve alt sanayiler bu özelliklere entegre pazarlama iletişimi stratejilerine eklerler. Sürdürülebilir projelerin sağladığı küresel ve ülkesel vergi teşvikleri, avantajları da ekonomik sürdürülebilir boyutunun önemini artırıyor. (Çetiner, 2011).

2.2.2.3. Sosyal sürdürülebilirlik

Girişimcilik faaliyetlerini yürütürken toplumun duyduğu gereksinimleri ilk sıraya koyar.

Bu durum özellikle uluslararası şirketlerin faaliyet alanlarında heterojen pazarlarda yaygındır. Çalışan-işveren ilişkisi, cinsiyet eşitliği, iş sağlığı güvenliği ve sosyal haklar konuları sosyal sürdürülebilirlik bakımından önem taşımaktadır. Ürün güvenliği ve tüketici eğitimlerinin organize edilmesi, tüketici pazarında sosyal sürdürülebilirlik bakımından önem teşkil eden konulardandır. Sosyal sorumluluk tedarikçinin pazarının dışındaki güçlerin yönetimini değerlendirmek ve pazarın dışında bulunan kurumsal faaliyetleri sosyal boyutları ile uğraşarak , hayırsever bağışlar ve topluluk programları ve çevre koruma bilinçlendirmeleriyle ilgili konuların değerlendirilmesini içerir (ÖZKAN, 2021). Sürdürülebilirlik bileşenleri çoğu başlık içerisinde birbirleriyle alakalıdır. Örnek vermek gerekirse sosyal sürdürülebilirlik başlığının içerisinde yer alan sosyal sorumluluğun en önemli konularından biriside çevreye duyarlılıktır. Artık tedarikçiler sosyal sorumluluk projeleri başlığı altında çevreyi korumaya yönelik “yeşil stratejiler” oluşturmakta ve bunları hayata geçirmektedir.

Projelerin içerikleri atıkları azaltmaki, geri dönüşümün çeşitlendirilmesi ve tedarikçi içerisinde tümüyle uygulanması, çevreye karşı duyarlı çalışan kültürünün oluşturulması ve ürünlerinin ambalajlama ve paketlemelerini çevreye zararsız ürünler ile yapmaya yönelmek gibi konulardır (C.R., R., & C.M., 2000).

2.3. Tedarik Zinciri Yönetiminde Sürdürülebilirlik

STZY, sanayi kuruluşlarının iç yönetimini ve tedarik zinciri yönetimini uzun vadeli ve içerisinde ekonomik gelişimleri iyileştirmek, sosyal bir kuruluş olarak örgüt içi fırsat eşitliğini sağlayarak ve çevresel sürdürülebilirliği arka plana atmayarak geliştirdiği stratejileri şeffaf şekilde gerçekleştirmesidir (C & D.A, 2008). Bu tanım doğrudan tedarikçiyle ilgilidir. Ana sanayiler sadece ekonomik sürdürülebilirlikten olmaz, sosyal ve çevresel konularında sürdürülebilirliği yönetim planlarına alarak tüm tedarik zincirini gelecek nesillere aktarılması konusunda sorumluluğa sahiptir. Bu sebeple uzun vadeli planlarını buna göre yapmalı ve yönetimin bunun bilincinde olarak projeleri desteklemesi gerekmektedir. Ana sanayiler ile tedarikçilerin ortak görüşe varacağı bir planlamanın yapılması, tedarik zincirinin tümünde sürdürülebilirliğin sağlanması ve yaygın kullanılması için önemlidir (A, G, & M, 2019). STZY yalnızca tedarik zincirindeki her bağlantının karlılığını maksimuma çıkarmakla yetinmemektedir.

STZY çevreye verilen etkiyi azaltmaktadır. İşletme sosyal refahı optimale ulaştırmak için tedarik zincirinin tüm operasyonların, bilgilerinin ve kaynaklarının yönetimi olarak tanımlanmaktadır (P, F, & R, 2013). Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde günümüz koşullarında rekabet çok artmıştır. Bu rekabet içerisinde tedarikçilerin tedarik zinciri içerisinde kalabilmeleri için çevresel, sosyal ve ekonomik isterlere uyarak, tüketici taleplerini karşılayarak rekabetçilikte bu şekilde varolması beklenmektedir (Seuring & Muller, 2008).

2.3.1. Tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilirliğin tarihçesi ve literatür araştırması

İşletmelerin birim maliyetleri düşürmenin önemini anlamasıyla beraber başlayan tedarik zinciri yönetiminin başlangıcı 1960'lara dayanmaktadır. Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi ise 1990'lı yıllara geldiğimizde gündemde yer almıştı.

Tedarik zinciri yönetiminin çevresel boyutunu ağır bastığı bu yıllarda, iş hayatı, çevresel durum, endüstri ekolojisi ve bulunduğumuz ekosistemin çalışmaları ilerleme göstermiştir (ÖZKAN, 2021). Bu kapsamda işletmeler sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin temellerini ve modellerini kurarak ilk adımı atmıştır. Bu süreçten sonra çokta hızlı ilerlemeyen STZY çoğu işletmenin farklı konuları içerisine katarak ve kendi şirket politikalarına göre yorumlayarak farklı tanımlamalar yapmasıyla süreç ilerlemiştir. İşletmeler genellikle sürdürülebilirliğin çevre konu başlığına sahip güncellemeler geçmişe göre daha fazla önümüze gelmeye başlamıştır.

Yıllar ilerledikçe sürdürülebilirlik ile ilgili bilinçlenme artmış ve farklı çalışmalar ortaya çıkmıştır. STZY için baskı ve teşvikler, üç boyutlu sürdürülebilirliğe adım(ekonomik, çevresel ve sosyal), tedarikçi seçiminde sürdürülebilir seçim yapmak ve onaylı tedarikçi listesinde bulunan tüm tedarikçilerin sürdürülebilirlik şartlarına uyumunu esas alan çalışma ile ilk kapsamlı çalışma ortaya konmuştur (Seuring & Muller, 2008). STZY çalışmalarının başarılı olması için liderlerin gündemlerini güncellemeleri ve sürdürülebilirlik konulara ağırlıklı çalışması, bu konuda çalışma yapacak paydaşların hemfikir olması ve ek insan kaynağı yatırımı gereklidir (WOLF, 2011).

STZY için işletmeler ekstra masraf çıkardığı gerekçesiyle rutin işlerini yapmaya devam ediyor ve bu konulara önem vermiyordu. Bunu ispatlar nitelikte iki yıl sonra STZY öneminin anlaşılması ve çevreye yayılması amacıyla yapılan araştırmalar var.

STZY önem verilmesinde en büyük etkenler müşteri beklentileri, finansan yaptırımların işletmelere zorluk çıkartması ve çevre baskısıdır (B. Ageron, 2012). Bu çalışmanın sonuçlarına göre işletmelerin STZY önem vermesi müşterilerin baskısını ve devletlerin kanunlar ile zorunlu kılması ile hızlanacağını ortaya koymuştur. Havacılık ve Uzay sanayinde STZY'nin amaca hizmet edebilmesi amacıyla üç ana boyut kapsamı altında üç temel unsurun birbiriyle bağımlı olduğu ve hepsinin başarılı olması durumunda STZY'nin başarılı olacağı ortaya konmuştur. Sürdürülebilirlik boyutları şirketlere entegre edildiğinde ekonomik olarak işletmeler faydalar elde edebileceklerdir (Gopalakrishnan, Yusuf, Musa, Abubakar, & M., 2012).

Gıda endüstrisi STZY bakış açısıyla incelenmiştir.

Bu çalışma neticesinde STZY oluşturulması için çalışmalar yapıldığında rekabet avantajı korunacaksa aşağıdaki maddelere dikkat edilmesi gerekir (BESKE, 2014).

- Bilgi Değerlendirmesi
- Bilgi Edinme
- Yetenek Geliştirme
- Ortak Arama, Seçimi ve Entegrasyonu
- Tedarik Zinciri Bağlantı Vakfı
- Ürün ve Süreç Geliştirme
- İlişki Yönetimi
- Etkin Kontrol

Kurumsal sürdürülebilirlik performansı ile ekonomik performansın arasındaki ilişkiye bakıldığında paydaş baskısı yapıldığında ekonomik fayda gelmektedir. Eğer kurumsal sürdürülebilirlik performansının artırılması istenirse STZY ve paydaş baskısı doğrudan gereklidir (TCHAIKOVSKY, 2017).

Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin başarılı olması konusunda BM 2015 yılına gelindiğinde ana hedefin 2030 olduğunu belirtmiş ve bu hedefler kurul tarafından Kabul edilmiştir. COVID-19 bu hedefleri aksatmış ancak hedefler ve tarih değişmemiştir. Bu hedefin başarılması dünya ve gelecek nesillerin devamlılığı adına günümüz nesilinin zorlu bir sınavıdır (BAŞPINAR & ÖZVARIŞ, 2021). STZY ile ilgili yapılan araştırmalar sıklıkla işletmelerin performansını ölçmek ve literatür araştırmalarının üzerine günümüz koşullarına istinaden eklenen yeni sürdürülebilirlik kavramlarından oluşmaktadır. Bu kapsamda en çok çevresel konular ele alınmış, ekonomik ve sosyal konularda her zaman çalışmalarda değinilmiştir.

İşletmelerin en büyük çekincesi STZY kurarken yapacakları ek yatırımların işletme finansallarını sekteye uğratacağı çekincesidir. gelecekte olumlu sonuçlar alınması konusunda çevre baskısı ve yasal zorunlulukların getirilmesinin en önemli başlık olduğun anlatılmıştır. STZY konusunda adım atan şirketlerin geri dönüş planlarını uzun vadeli planlar olarak yapması gerektiğinden bahsedilmiştir.

2.3.2. Tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilirliğin faydaları

BMGK toplantısında tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilirliğin sağlanmasının dünya için önemi büyüktür. Eğer STZY kapsamında bu adımlar atılırsa ortaya üç ana bileşen altında(çevresel,ekonomik ve sosyal) 17 temel başlık kapsamında birçok kazanım elde edilecektir. Bunlar;

- ❖ Yoksulluğa ve Açlığa Son olması
- ❖ Sağlıklı ve Kaliteli Yaşam
- ❖ Temiz Suya Rahat Ulaşım
- ❖ Nitelikli Eğitim Alma
- ❖ Toplumsal Cinsiyet Eşitliği
- ❖ Erişilebilir Çevreye Zararsız Enerji
- ❖ Sürdürülebilir Şehir ve Sanayiler
- ❖ Sudaki Yaşamın Devam Ettirilmesi Politikaları
- ❖ Barış ve Güçlü Adaletin Sağlanması

2.4. Tedarik Zincirinde Sürdürülebilir Tedarikçi Yönetimi

Tedarik zincirinde sürdürülebilir tedarikçi yönetimi, şirketlerin rekabetçilik gücünü karlılığı arttırarak sağlamaktadır. Ekonomik sorumlulukarı gerçekleştirmenin yanı sıra sosyal ve çevresel konularıda yerine getirme konusunda yardımcı olan bir modeldir. Günümüzde tedarikçiler sürdürülebilirlik bileşenleri ile zorunlu olarak karşılaşmaktadırlar. Bunun sebebi artık büyük işletmeler çalıştığı tedarikçilerin bu konulara dikkat etmekle kalmayıp uygulamalı örnekler yapmasını beklemektedir. Bu demek oluyorki sürdürülebilirlik bileşenleri artık stratejik bir durum olmuştur. Tedarikçiler için değer zincirlerinin önemli bir parçasıdır. Yapılan araştırmalarda sürdürülebilirlik bileşenleri farklı şekillerde çalışılmıştır. Bunlar çevresel, sosyal ve ekonomik olmakla beraber bu bileşenlerin birbirleriyle olan ilişkisel durumları ikili ele alınarak çalışılmıştır.

2.4.1. Sürdürülebilir tedarikçi yönetiminde literatür araştırması

Geçmişten bugüne literatürde bulunan sürdürülebilir tedarikçi yönetimi başlıklı araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda farklı ÇKKV yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmaların hepsi karar vericilerin seçim aşamasında doğru ve optimal seçimi yapmak için ÇKKV yöntemleri ile problemi çözmeyi amaçlamaktadır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar genellikle yöntemlerin tek veya ikisi bir arada kullanılarak yapılmıştır. Bulanık AHP ile kriter ağırlıkları bulunurken seçim aşamasında ise Bulanık EDAS ve Bulanık VIKOR kullanılmaktadır.

Tablo 2.1. Bulanık AHP kullanılan çalışmalar

Yöntem	Yazarlar	Yıl	Yayın İçeriği
Bulanık AHP Bulanık VIKOR	Kuo	2011	Tedarikçi Değerlendirme
Bulanık TOPSİS Bulanık AHP	Jajimoggala	2011	Tedarikçi Değerlendirme
Bulanık ANP	Büyüközkan ve Çifçi	2011	Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi
ANP TOPSIS	Akman ve Pışkın	2013	Sürdürülebilir Tedarikçi Değerlendirme
BulanıkAHP	Awasthi, Gold	2015	Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi Sürdürülebilir Tedarikçi Değerlendirme
AHP	Yadav ve diğ.	2015	Tedarikçi Seçimi
AHP VIKOR	Luthra.	2017	Tedarikçi Seçiminin Sürdürülebilirliği
AHP VIKOR	Büyüközkan ve Karabulut	2017	Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi
Dematel ANP VIKOR	Liu.	2018	Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi
AHP	Asadi ve diğ.	2018	Tedarikçi Seçimi

2.4.2. Sürdürülebilir tedarikçi seçimi

Tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilir tedarikçi seçimi işletme yönetimlerinin vereceği en önemli kararlardandır (ECER, 2021). Tedarikçi seçimi geçmişte genellikle ekonomik kriterlere bakılarak yapılan bir eylemdi. Ancak günümüzde sadece ekonomik kriterler değil ekonomik, sosyal ve çevresel kriterler gelmiş ve bunun sonucunda yeşil başlığı altında yan sanayi seçilmesi gündeme gelmiştir (Martins & Pato, 2019).

Sürdürülebilirlik uygulamaları işletmelerin günümüz tedarikçi seçimi uygulamalarında özellikle tedarikçi performansının ölçümü ve artırılması aşamasında kesinlikle kullandıkları uygulamalar arasına girmiştir (Luthra & Govindan, 2017). Günümüzde dünyanın enerji talebi ve karbondioksit emisyonlarının durumlarından sıklıkla bahsedilmektedir. Bunun yanına sıra su, enerji ve atıkların içerisinde olduğu tüm grup çevresel kriterler olarak adlandırılabilir (Gold, Hahn, & Seuring, 2013).

2.4.3. Sürdürülebilir tedarikçi değerlendirme

Tedarik seçimi uzun vadeli düşünüldüğünde işletmeler için çok önemlidir. Bir projeyi devreye almak ve tedarikçide üretimi yaptırarak almak uzun süreli işlerdir. Bu işleri bir noktaya getirip sonra tedarikçi seçiminin yanlış olması halinde uzun bir zaman boşa gidecektir. Bu sebeple seçim kriterlerinin iyi belirlenmesi gereklidir.

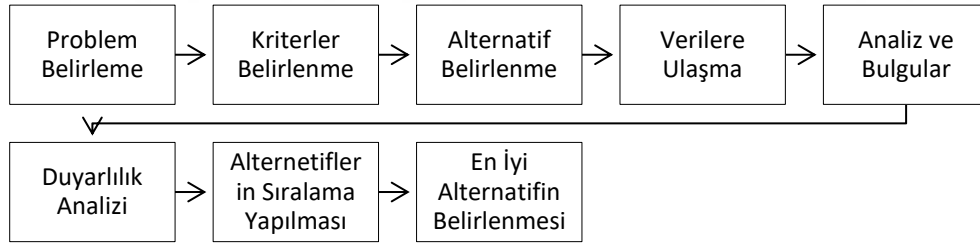
Bu kriterler; sevkiyat performansı, kalite ppm performansı, esneklik, kraljic matrisine göre tedarikçi konumu, kalite güvence belgeleri puanı, çevresel etkiler gibi maddelerden oluşmalıdır (Ageron, Gunasekaran, & Spalanzani, 2012).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Son dönemlerde sürdürülebilirlik ile ilgili oluşan ve yükselen farkındalık ile üretim aşamaları plastik, yiyecek, petrokimya, kauçuk, dokuma, orman ürünleri, deri, ahşap , kağıt, taş ürünler; metal içerikli eşya, makina ve ürün üretim sanayileri sektörlerinde oluşur. İşletmeler tedarikçi seçme ve yönetme süreçlerinde maliyet, kalite ve sevkiyat performanslarının yanısıra çalışan refahı, çalışanın mutlu hissedeceği çalışma ortamı, yeşil lojistik ve üretim ortamı gibi sürdürülebilirlik faaliyetlerini denetleme, var ise eksiklerini ortaya çıkarma ve iyileştirme faaliyetlerini gerçekleştirmeleri beklenmektedir. Bu doğrultuda bu tez çalışmasında; askeri araç ve ticari araç üretimi sektörlerinin ikisinde aynı anda üretim gerçekleştiren bir işletmede, yüksek hacimlerde parça alınan 5 tedarikçinin sürdürülebilirlik başlığı altında 19 alt kriter ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

ÇKKV, karar bilimlerini temsil eden ve çeşitli farklı düşünceleri içeren bir dizi tekniklerin bütünüdür ve aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.1. Uygulama Sürecinin Akış Diyagramı

İnsan yapısı neticesinde yapacağı işler ile ilgili olarak bir plan yaparak bu yolu nasıl tamamlayacağına kararlar vermektedir. Bu karar verme durumları bazen kolay olsa da çoğu zaman çok fazla farklı sonuç ortaya çıkabileceğinden dolayı kolay olmamaktadır. Karar verme sürecinde çok sayıda kriter varolmaktadır. Ayrıca bu süreçte alternatiflerde ortaya çıkmaktadır (Bayındır, 2021). İnsan ve ana sanayiler bir yol belirler ve kararlar vererek kendi yol haritalarını çizmektedir.

Günümüz yüksek rekabet koşullarında seçim yapmanın etkisi düşünüldüğünde şirketler için karar verme olumlu olabileceği gibi olumsuzda olabilmektedir.

Literatürde bu tarz durumları geliştirmek ve optimal şekilde tüm kriter ve ihtimalleri matematiksel olarak değerlendirebileceğimiz farklı yöntemler bulunmuştur.

Tablo 3.1. Seçilen kriterlere göre tedarikçi değerlendirme kriterleri

Kriterler	Wan vd. (2017)	Shenshadi vd. (2011)	Rajesh ve Malliga (2013)	Lima Junior vd. (2014)	Kumar vd. (2018)	Golmoham madi vd. (2009)	Dargi vd.(2014)	Chang vd.(2011)
Yetenek Tekniği		*	*			*	*	
Kaliteliliği	*	*	*	*	*	*	*	*
Esnekliği							*	
Hızlılığı							*	
Maliyet/Fiyat Oranı	*	*		*	*	*	*	*
Hizmet İyiliği							*	
Ürün Performansının İyiliği				*				
Sevkiyat Güvenilirliğinin Yüksekliği				*	*	*	*	
Sevkiyat Performansının Kalitesi		*				*		
Satış Sonrası Garanti Hizmetlerin Kalitesi						*		
Coğrafi Konumun Durumu			*			*		
Lojistik Maliyetlerinin Düşük Olması					*			
Üretim Kapasitesi						*	*	
Piyasa Bilinirliği				*	*	*		
Teknolojinin Kullanımı						*	*	*
Çeviklik								*
Genel Yönetim Yeteneği								*
Tedarikçiyle İlişkilerin Yönetimi		*		*				
Deneyime Sahip Personel Bulundurma			*					
Finansal İstikrarlılık			*				*	

Çalışmanın ilk aşaması olan kriterlerin ağırlıklarını belirlerken Bulanık AHP yöntemi kullanılacaktır. Alternatiflerin seçimi ise Bulanık EDAS ve Bulanık VIKOR yöntemleri ile yapılacaktır.

3.1. Bulanık Küme Teorisi

Zadeh'in "From Circuit Theory to System Theory" çalışması 1962 yılında bilimin yönünü değiştirdiği çalışma olarakda adlandırılmaktadır. Bulanık kümeler kuramının başlangıcı yine Zadeh'in "Fuzzy Sets" başlıklı yazısı ile olmuştur (A. Karadoğan, 2001). Bulanık kümeler matematiksel olarak, evrende konulan herhangi bir varlığa belirlediğimiz kümedeki derecesini gösterecek bir değer ataması olarak söylenebilir (Zadeh, 1975). Bahsedilen kümedeki derece, bu varlığın bulanık kümelerde tanımlanan yeteneklere uyum derecesini ifade etmektedir. Yani, bunların kümenin üyeleri ve bu üyelerin dışarısında kalanlar arasında net bir ayırmadan bahsedilemez. Böylelikle aralarında net bir ayırmadan bahsedilemeyen öğeler grubu olarakta adlandırabiliriz. Bulanık kümeler kuramı, bu belirsizlikler ile ilgilenmektedir.

Bulanık kümelerin sonsuz sayıda alt kümesi vardır ancak bulanık kümelerle yapılan hesaplamalar çok fazla karmaşık işlem içermesi sebebiyle özel bulanık sayılar kullanılmaktadır (Mehmet Kabak, 2021). İnsan doğasına bakıldığında düşüncelerinde bulunan sözel ifadelerin sayısal dönüşümü sonrası kullanmamıza imkan sağlayan bulanık küme teorisidir (Bayındır, 2021). Şu ana dek bu kapsamda önemli ilerlemeler gerçekleştirildi. Bulanık mantık şu anda endüstri boyutunda, askeriye, ekonomik, mühendislik çalışmaları, sağlık sektörü, ve sınıflandırma gibi alanlarda kullanılmıştır. Mevcut durumda hala belirsizlikleri ortadan kaldırmak amacıyla kullanılan bu yöntem karar verme süreçlerinde önemi yüksek yöntemlerden biridir.

3.1.1. Üçgen bulanık sayılar

Tanım 1. Bir X evrensel küme seti içinde $\tilde{M}$ bulanık alt kümesi $\mu_{\tilde{M}}(x)$ üyelik fonksiyonu ile aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$\tilde{M} = \{(x, \mu_{\tilde{M}}(x)) \mid x \in X\} \quad (3.1)$$

Tanım 2. $\tilde{M}$ üçgen bir bulanık sayı kümesi olmak üzere, üç gerçek $l \leq m \leq u$ sayılarından oluşur.

$$\mu_{\tilde{M}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{Yok} \end{cases} \quad (3.2)$$

Burada, m bulanık sayısının en olası değerini ifade ederken, l ve u değerleri ise alt ve üst sınırları ifade etmektedir.

Tanım 3. $\tilde{A} = (l_a, m_a, u_a)$ ve $\tilde{B} = (l_b, m_b, u_b)$ gibi iki pozitif üçgen bulanık sayısının aritmetik işlemleri aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$\begin{aligned} \text{Toplama: } \tilde{M} \oplus N &= (l_a + l_b, m_a + m_b, u_a + u_b) \\ \text{Çıkarma: } \tilde{M} \ominus N &= (l_a - l_b, m_a - m_b, u_a - u_b) \end{aligned} \quad (3.3)$$

$$\text{Bölme: } \tilde{M} \oslash N = (l_a / l_b, m_a / m_b, u_a / u_b)$$

$$\text{Çarpma: } \tilde{M} \otimes N = (l_a * l_b, m_a * m_b, u_a * u_b)$$

3.1.2. Yamuk bulanık sayılar

Diğer bulanık sayı sınıfı ise yamuk bulanık sayılardır. Yamuk bulanık sayıların bazı tanımları aşağıdadır (Ghorabae, Olfat, & Turskis, 2017).

Tanım 4. Bir bulanık sayı, normalize bulanık alt kümesinin $((\sup \mu_{\tilde{m}} x) = 1)$ gerçek çizgisinin $R\mu_{\tilde{m}}(x): R \rightarrow [0,1]$ dışbükey özel durumudur.

Tanım 5. Eğer bulanık bir $\tilde{M}$ sayısının üyelik fonksiyonu aşağıdaki denklem formu izlerse, bu sayıya trapezoidal (trapez) bulanık sayı denmektedir.

$$\mu_{\tilde{m}}(x) = \begin{cases} \frac{x-m_1}{m_2-m_1}, & m_1 \leq x \leq m_2 \\ 1, & m_2 \leq x \leq m_3 \\ \frac{m_4-x}{m_4-m_3}, & m_3 \leq x \leq m_4 \\ 0, & \text{Yok} \end{cases} \quad (3.4)$$

Tanım 6. b bulanık olmayan bir sayı olsun. $\tilde{M} = (m_1, m_2, m_3, m_4)$ ve $\tilde{N} = (n_1, n_2, n_3, n_4)$ 2 negatif olmayan yamuksal (trapezoidal) bulanık sayısının aritmetik işlemleri aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

(3.5)

$$\tilde{M} \oplus \tilde{N} = (m_1 + n_1, m_2 + n_2, m_3 + n_3, m_4 + n_4) \text{ ise;}$$

$$\tilde{M} \oplus b = (m_1 + b, m_2 + b, m_3 + b, m_4 + b) \text{ olur.}$$

(3.6)

$$\tilde{M} \ominus \tilde{N} = (m_1 - n_4, m_2 - n_3, m_3 - n_2, m_4 - n_1) \text{ ise;}$$

$$\tilde{M} \ominus b = (m_1 - b, m_2 - b, m_3 - b, m_4 - b) \text{ olur.}$$

(3.7)

$$\tilde{M} \oslash \tilde{N} = (m_1 / n_4, m_2 / n_3, m_3 / n_2, m_4 / n_1) \text{ ise;}$$

$$b > 0 \text{ ise : } \tilde{M} \oslash b = (m_1 / b, m_2 / b, m_3 / b, m_4 / b) \text{ olur.}$$

$$b < 0 \text{ ise : } \tilde{M} \oslash b = (m_4 / b, m_3 / b, m_2 / b, m_1 / b) \text{ olur.}$$

(3.8)

$$\tilde{M} \otimes \tilde{N} = (m_1 * n_1, m_2 * n_2, m_3 * n_3, m_4 * n_4) \text{ ise;}$$

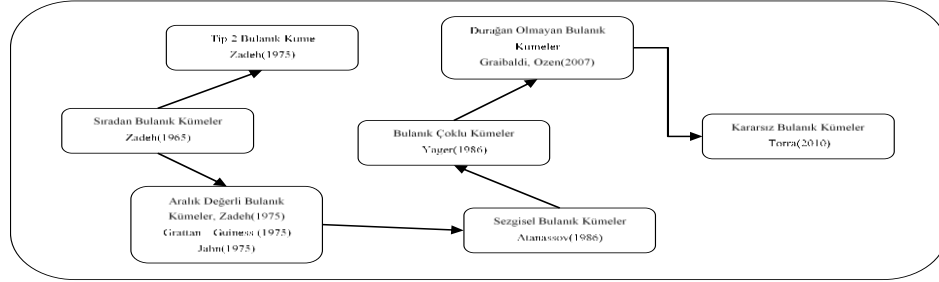
$$b \geq 0 \text{ ise : } \tilde{M} \otimes b = (m_1 * b, m_2 * b, m_3 * b, m_4 * b) \text{ olur.}$$

$$b < 0 \text{ ise : } \tilde{M} \otimes b = (m_4 * b, m_3 * b, m_2 * b, m_1 * b) \text{ olur.}$$

Tanım 7. $\tilde{M} = (m_1, m_2, m_3, m_4)$ bulanık sayısının durulaştırma işlemi aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$\mathcal{D}(\tilde{A}) = \frac{1}{3} (m_1 + m_2 + m_3 + m_4 - \frac{m_3 m_4 - m_1 m_2}{(m_3 + m_4) - (m_1 + m_2)}) \quad (3.9)$$

Başlangıçta kapsamı geniş ve özellikli olmayan bulanık kümelerin, tarihten bugüne geldiğimizde çeşitli uzantılarına araştırmacılar çeşitli eklemeler yapmıştır. Bunlar aşağıdaki gibidir (Kahraman C. v., 2017).



Şekil 3.2. Bulanık küme teorisinin gelişimi

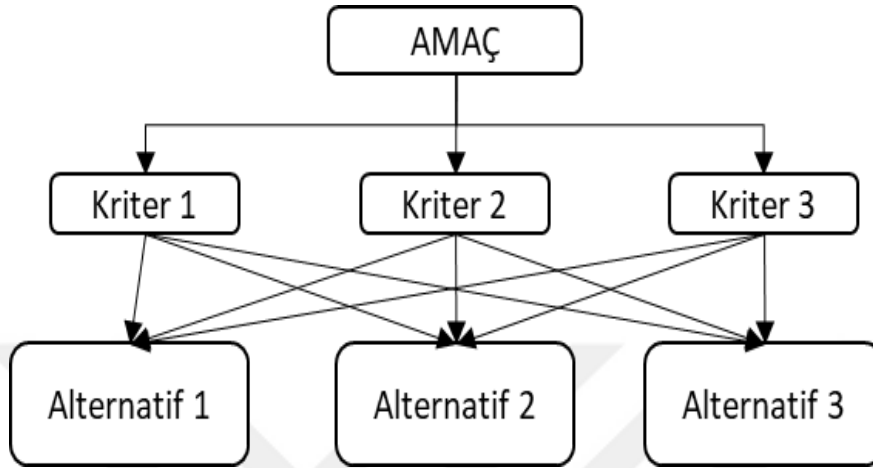
3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi

AHP alternatifi en doğru kıyaslamayı yapmaya yardımcı olan bir çok kriterli karar verme tekniğidir. 1977’de Saaty gündeme getirmiş ve ayrıca literatürde çok sık kullanılan Analitik Hiyerarşik Proses, seçim yapmak gibi kişiye veya gruba spesifik nitel ve nicel kararları vermemize olanak sağlamaktadır (ÜLKER, 2019). AHP’ nin amacı, kriter ve alternatiflerin bulunduğu problemli ve karmaşık problemleri çözerek karar vericiye yardımcı olmaktadır. AHP alt kriterlerin bulunduğu problemlerin çözümlenmesinde oldukça uygundur (KOÇ, 2020).

AHP, şirket risk yönetimleri, megakentlerin şehir planlamaları, karmaşık tedarik zinciri yöntemlerinin çözülmesi, ve ürün portföyü yönetimi gibi alternatifli konularda optimal seçeneğe yönelmemizi sağlar. AHP, Saaty'nin anlatımında ölçekte belirtilen değerleri çeşitlendiren, açıklayıcı , ölçülen ve ölçülemeyen metotları kullanan fazla kritere dayalı teoridir. Burada ölçek olarak anlatılan değerler Saaty tarafından ortaya çıkartılan [1 - 9] ölçütlü skaladır (Thomas L. Saaty, Mujgan Sagir Ozdemir, 2003).

Kriterler ve alternatifler değerlendirilirken önceden çeşitli tecrübe, yetkinlik gibi durumlar göz önüne alınarak seçilen karar vericiler tarafından bu ölçek dikkate alınarak değerlendirme yapılır. Bu ölçek sadece sayısal veriler içerdiği için bazen çözüme ulaşmada tutarsızlık oluşmasına sebep olabilir. AHP yöntemi çözümü ilk aşamasında karar verilemeyen ve çok sayıda alternatifi olan problem en doğru şekilde tanımlanmalıdır. Problem ait alternatifler ayrı ayrı çıkartılmalıdır. Problemin Doğru tanımı yapıldı ve alternatifler belirlendikten sonra karar vericiler belirlenmelidir. Karar vericiler farklı yetkinliklere ve tecrübeye sahip olabilir.

Karar vericiler literatürde genellikle 5 kişiden fazladır ve farklı tecrübe ve yetkinliklere sahip kişilerdir. Ardından bizler için ölçüt olan kriterler belirlenmelidir. Konuyla ilgili birden fazla kriter belirlenmesi genellikle kullanılır. Ayrıca optimal seçeneğe ulaşırken kullanılacak ana kriterler olabileceği gibi ana kriterlere bağlı alt kriterlerde kullanılabilir.



Şekil 3.3. Amaç kriter alternatif ilişkisi

Bu kriterler ikili karşılaştırma matrisleri ile birbirleri üzerindeki etkilerini ortaya çıkartmak amacıyla karşılaştırılırlar. Farklı kriterlerin ikili karşılaştırmaları aşağıdaki gibi gösterilir.

Tablo 3.2. Kriterler arasında ikili karşılaştırma matrisi

	Kriter 1		Kriter 2		Kriter 3	
Kriter 1	w_1/w_1		w_1/w_2		w_1/w_3	
Kriter 2	w_2/w_1		w_2/w_2		w_2/w_3	
Kriter 3	w_i/w_1		w_i/w_2		w_i/w_j	

Matriste görülen w_i/w_j ifadesi, w_i sol sütunda yazan kriterleri ifade etmeke, w_j ise üst başlıklardaki kriterleri ifade etmektedir. Burada i 'nci kriterin j 'inci kriterden ölçekte belirtilen derecelere göre önemi gösterilir.

Bu karşılaştırma işlemleri yapılarak yukarıda örneği verilen matris doldurulur. Örneğin Kriter 1 ile Kriter 2 kıyaslaması yapılırken w_1/w_2 şeklinde ifade edilir. Burada karar verici w_1 için 9 önem derecesine sahip der ise bu w_1 'in w_2 'ye göre Aşırı düzeyde öneme sahip olduğu anlamına gelir. Ayrıca aynı kriterlerin birbirleriyle kıyaslaması 1 olarak yazılacaktır.

Tablo 3.3. AHP’de kullanılan ölçek

Önem Derecesi	Tanım	Açıklaması
1	Eşit Önemli	İki kriterde eşit düzeyde önemlidir
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargıya göre, bir kriter diğer kritere göre biraz daha fazla öneme sahiptir.
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargıya göre, bir kriter diğer kritere göre fazla öneme sahiptir.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargıya göre, bir kriter diğer kritere göre daha fazla öneme sahiptir.
9	Kesin önemli	Tecrübe ve yargıya göre, bir kriter diğer kritere göre keskin şekilde daha çok öneme sahiptir.
2,4,6,8	Ortalama değerler	Yukarıda belirtilen tanımların seçiminde uzlaşma sağlanamazsa bu ara değerler kullanılır.

Karşılaştırma matrisi oluşturulmasının ardından ölçek desteğiyle sayıları verme aşamasının ardından kriter aralarındaki önemlilik dereceleri hesaplanmalıdır. İkili karşılaştırma matrisinde karar vericiye göre önemlilikleri hesaplamamanın iyi bir yoluda Saaty’ nin öz vektör metodolijisi olarak kabul edilir (J.W., 2001).

Özvektör bulunur.

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (3.10)$$

Özvektör hesaplandıktan sonra kriterlere ait önem dereceleri belirlendi ve ardından yapılacak işlem karşılaştırma matrisinin tutarlılığının (CR) hesaplanmasıdır.

Karar vericimizin amacı, kriter arası karşılaştırma yapmaktır. Ayrıca amaç tutarlı olup olmadığının ortaya çıkartılmasıdır. CRdeğerinin 0 a yakınlığı olumlu bir işarettir. Eğer hesaplamaların ardından ortaya çıkacak CR değeri 0.10’u aşarsa karar vericinin tutarsızlığı mevcut olabilir. Matrise girilen değerlerin gözden geçirilmesinde fayda vardır (Jian-Zhong, 2008).

Cr = Tutarlılık Göstergesi / Rassallık Göstergesi

Tutarlılık göstergesi (CI) aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

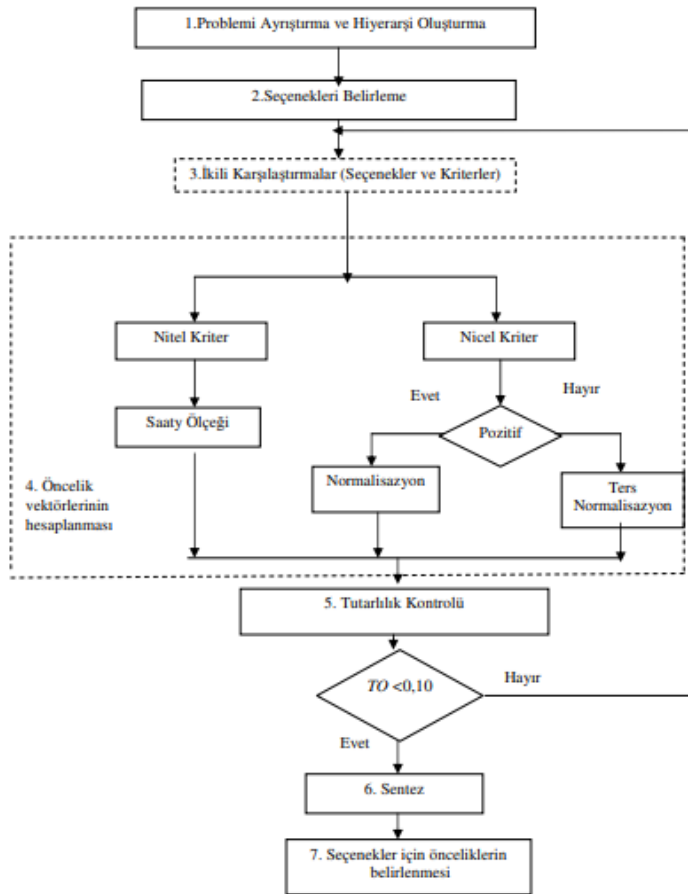
$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.11)$$

λ_{max} ise şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Aw)_i}{W_i} \quad (3.12)$$

Analitik Hiyerarşi Prosesi yönteminin son adımında problemin çözümlenmesi gerekir. Bu aşamada problem amacının gerçekleştirilebilmesi alternatiflerin sıralanmasına ulaşılacak karma öncelik vektörü hesaplanır. Her değişkeni bulmak amacıyla, önceden belirlediğimiz ağırlıklı ortalaması alınmış öncelikli vektörler alınır. Çıkan sonuçlar alternatiflerin puanlarıdır. Bu aşamada ise elinde kriterlerin ve alternatiflerin sayısal değerlendirmelerinin çeşitli formülasyonlarla zincir işlemlerin yapıldığı ve ortaya çıkan sonuç verileri olan karar verici bu aşamada artık bir seçim yapar ve problemin çözümü gerçekleşmiş olur. Alternatifler içerisinde seçtiğimiz puanlar içerisinde en yüksek skorlu seçenek seçilir (Abdullah M.S. Alkahtani , M.E. Woodward , K. AlBegain, 2006).

Tablo 3.4. AHP akış şeması



3.3. Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

Farklı mekanlarda değişik seçenekler içerisinde seçim yapabilmek ve bu seçimi yaparken bir yöntem belirlemek zor görevlerinden biridir. Günümüzün çok değişken rekabeti yüksek ortamında başarılı bir işletmeyi yürütmek, detaylandırılmış karar alma süreçlerini gerektirmektedir. Kararlar yalnızca bilgiye dayalı olmamalı, evrimsel karar verme metodolojilerini de kullanmalıdır. Bu sebeple rekabet ortamında öne geçmek doğru kararları almayı gerektirmektedir. Bu süreçler çok fazla hedef ve çok sayıda kriteri içermektedir. Bu nedenle şirketlerin önemli kararlar alırken tüm kriterleri göz önünde bulunduran ÇKKV tekniklerini kullanması faydalıdır (Soner, 2006).

Ancak problemin çözümünde kullanılan karar matrislerinin oranlarının dilsel veya bulanık olması durumunda mevcut ÇKKV yöntemleri yetersiz kaldığından bulanık ÇKKV yöntemleri geliştirilmiştir (Menteş, 2000).

3.3.1. Bulanık analitik hiyerarşi prosesi (AHP)

Standart AHP metodolojisi kullanarak çözülen problemlere bakıldığında aslında hiyerarşik ÇKKV metodu olduğu görülmektedir (Bayındır, 2021). ÇKKV problemleri çözülme aşamasında bu işlemler kullanılırsa Satty ‘nin açıkladığı [1-9] ölçekli skala kullanılmaktadır. Standart AHP kullanılırken öznel değerlendirmeler öne çıkmakta olup bunun sonucunda objektif olmayan sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (KOÇ, 2020). Ayrıca AHP yöntemi, uzman kişinin yetkinlik bilgilerine sahip olsa da, subjektif düşünceleri problem çözerken yansıtamamaktadır (Kahraman, 2017). AHP yöntemi ikili karşılaştırma süreci aşamasında, belirsizlik ve karar verememe durumlarında yeterli olamaması tarafından bilim adamları tarafından yoğun eleştirilere maruz kalmaktadır (Deng, 1999). Ortaya çıkan bu tutarsızlıklar, belirsizlikler ve karar verme sürecini etkileyerek çözüme gitmeyi zorlaştıran durumları ortadan kaldırmak için BAHF bulunmuştur. Bulanık AHP yöntemi ilk olarak Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından literature kazandırılmıştır. Üçgen Bulanık sayılar kullanılarak bu araştırma yayınlanmıştır. BAHF yöntemi bulanık problemlerin rahat çözülebilmesi amacıyla geliştirilmiştir (Mahmoodzadeh, 2007).

BAHF yöntemi, ÇKKV ile çözülen sorunun çözülmesi ve karar vericilerin karar vermesini belirsizliklerle baş edebilme yeteneği sağlayarak kolaylaştıran bir yöntemdir (Akman, G., Alkan, A. , 2006).

Bu teknikte karar vericiler genellikle içeriğinde net ve kesinleşmiş yargılar olan yorumlarında sayısal ifadeler kullanmak yerine farklı olarak problemi gerçek ortama daha uygun şekilde aktarmayı sağlayacak ara değerleride oluşturarak çözümü daha güvenli bulduklarını söylemişlerdir (Zhu, 1999). BAHP 'de bulunan ana ve alt kriterlerden oluşan kıyaslamalar karar vericinin değerlendirmesine göre farklı dönüşümler geçiren bulanık sayılardır (Kahraman, 2003).

BAHP karar vericilerden kaynaklanan belirsizliklerin önüne geçebilmek adına ve oluşan tutarsızlıkların ortadan kaldırılması amacıyla belirli aralıklara sahip dilsel değerleri kullanan bir yöntemdir (Kahraman, 2008)

BAHP'nin klasik AHP'ye göre avantajları şu şekildedir (Güner, 2005).

1. BAHP, asıl değerlere göre insanların görüş ve değerlendirmelerini daha iyi yansıtabilmektedir.
2. BAHP, karar vericilerin ana amaca ulaşmasında değerlendirme yaparken karar vericiye rahatlık sağlamaktadır.

Tablo 3.5. Bulanık AHP' nin gelişimi



BAHP' nin en büyük avantajı çok sayıda kriterli problemleri çözerken ortaya çıkmaktadır. Deterministik alternatifleri oluşturmak yerine, algı tabanlı yargısal aralıklar kullanılabilir. Ayrıca AHP'de bulunan alternatifler zorunlu olarak karar vericinin düşsel gücüne dayanarak ortaya çıkan sayısal ifadelerdir (Kuo, 1997). Bu ve bunun gibi araştırmalardan çıkartılan sonuçlar şu şekilde ifade edilebilir. ÇKKV problemlerinde en Doğru sonuca giderken daha rahat ve kolay ilerlemek adına BAHP yöntemi doğru seçim olacaktır. Literatür araştırması yapıldığında en çok araştırma yapılan ve çalışma sayısına ulaşılan yöntem BAHP'dir.

Tablo 3.6. Bulanık AHP yöntemlerinin karşılaştırması

Kaynak	Yıl	Yöntemin Ana Özelliği	Avantajlar	Dezavantajlar
Van Laarhoven ve Pedryez	1983	Saaty'nin AHP metodolojisinin genişletilmiş versiyonu üçgen bulanık sayılarla ifade edilir. Lootsma'nın logaritmik en küçük kareler yöntemi, bulanık ağırlıkların ve performans skorlarının belirlenmesinde kullanılır	Karar vericilerin görüşleri, karşılaştırma matrisi kullanılarak modellenilebilir.	Doğrusal denklemlerde her zaman bir kesin çözüm bulunmaz. Bir küçük problem için bile çok karmaşık hesaplamalar gerekebilir. Sadece üçgensel bulanık sayıların kullanılmasına izin verilmektedir.
Buckley	1985	Saaty'nin AHP metodu, ikizkenar yamuk bulanık sayılarla genişletilmiş bir formu sunar. Geometrik ortalama yöntemi, bulanık ağırlıkları ve performans skorlarını elde etmek için kullanılır.	Bulanık durumu genişletmek oldukça basittir. Karşılıklı karşılaştırma matrisi, tek bir çözümü garanti etmektedir.	Bir hayli karmaşık hesaplamalar gerektirmektedir.
Boender vd.	1989	Van Laarhoven ve Pedrycz'in modelinin geliştirilmiş bir sürümüdür. Daha güçlü bir yaklaşım sunarak yerel önceliklerin normalizasyonunu gerçekleştirir.	Modelleme sürecine çok sayıda karar vericinin görüşleri eklenebilir.	Çok sayıda karmaşık hesaplamalar gerektirmektedir.
Chang	1996	Basit seviye sıralaması yapar. Birleşik toplam sıralama uygular. Sentetik derece değerlerini hesaplar.	Daha az hesaplama zorluğuna sahip olması, klasik AHP gibi basitleştirilmiş işlemlerle ilerlemesine olanak tanır.	Sadece üçgen bulanık sayıların kullanılmasına izin verilmektedir.
Cheng	1996	Bulanık standartlar geliştirir. Performans skorlarını üyelik fonksiyonlarıyla ifade eder. Toplam ağırlığın hesaplanmasında entropi kavramlarına başvurur.	Karmaşık olmayan bir yapıya sahip olması, hesaplamalarda daha az zorluk yaşanmasını sağlar.	Entropi, olasılık dağılımı bilindiğinde kullanılır. Bu yöntem, hem olasılık hem de olabilirlik ölçülerine dayanmaktadır.

3.3.1.1. Buckley yöntemi

Buckley (1985) Van Laarhoven ve Pedrycz'in çalışmasının her zaman ortaya bir sonuç çıkartmadığını belirtmiş ve yamuk bulanık sayılarla çalışmayı tercih etmiştir. Buckley'nin (1985) araştırmasında kullandığı aşamalar aşağıdaki gibidir:

Adım 1: $C_k, k = 1, 2, 3 \dots K$ kriterlerinin herbiri için bulanık karşılaştırma matrisi aşağıdaki bulanık sayı tipi ile,

$$\bar{A}_k = [a_{ij}^k] | a_{ij}^k = (\alpha_{ij}^k / \beta_{ij}^k, \gamma_{ij}^k / \delta_{ij}^k) \quad (3.13)$$

Adım 2: Kriterlerin karşılaştırma matrisi aşağıdaki şekilde gösterilir.

$$\bar{E} = [e_{ij}], \quad \bar{e}_{ij} = \left(\frac{\pi_{ij}}{p_{ij}}, \frac{\sigma_{ij}}{t_{ij}} \right) \quad (3.14)$$

Adım 3: $M_k = [a_{ij}^k]$ ve $M = [b_{ij}]$ olmak üzere her iki matrisin ağırlığını bulmak amacıyla geometric ortalama hesabı yapılır ve alternatifleri final ağırlığı olan f_i hesabıyla bulunan bu ortalamalar kullanılır.

Adım 4: Eğer $\bar{A}_k$ ve $\bar{E}$ 'den elde edilen bulanık ağırlık $\bar{f}_i = (\phi_j / x_i, \psi_i / \omega_i)$ şeklinde ise her i için $f_i \in [x_i, \psi_i]$ olduğunu ileri sürmüştür. Bu durumda (bulanık olmayan) ağırlıkları olan f_i , $\bar{f}_i$ için üyelik işlevinin bire eşit olduğu aralığa aittir.

3.3.1.2. Genişletilmiş analiz (Chang) yöntemi

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m \quad i=1, 2, \dots, n \quad (3.15)$$

Yukarıda ifadesi bulunan $M_{g_i}^j$ ($j=1, 2, \dots, m$)'ler üçgensel bulanık sayıları temsil etmektedir.

Ardından çözülecek problem ile ilgili hiyerarşik yapı oluşturulur. Tüm hiyerarşi içerisinde bulunan elemanların ikili karşılaştırma matrisleri yapılır. Bu işlemin ardından elde edilen matrisler Chang'ın mertebe analizi adımlarına geçilir ve bunlar aşağıdaki gibi ifade edilir. Bu çalışmada Chang tarafından bulunan genişletilmiş Bulanık AHP yöntemi kullanılmaktadır.

Adım 1: Klasik AHP 'de bulunan normalizasyon işlemine de benzeyen bir adım olan, her bir kritere bulanık mertebenin sayısı aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$s_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (3.16)$$

Bu formülasyonda yer alan ifadelerin nasıl hesaplanacağı aşağıda belirtilen denklemlerde ifade edilmektedir. Aşağıda belirtilen matriste m genişletilmiş analiz

değerlerini bulmak amacıyla bulanık toplama işlemi yapılmıştır. Örnek vermek gerekirse, ilk satır için S değerini hesaplamak amacıyla, 1. satırla kesişen sütunların tamamında bulunan 1 değerlerini toplayarak yazarız, burada bulunan tüm m değerlerini toplayarak yazarız ve tüm u değerlerini toplayarak yazarız.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{j=1}^m l_i, \sum_{j=1}^m m_i, \sum_{j=1}^m u_i) \quad (3.17)$$

Yukarıda elde edilen karşılaştırma matrisinde bulunan bütün l değerlerini, bütün m değerleriyle ve tüm u değerleri toplayarak yazılır. Ardından üçgenselleşmiş bulanıklaşmış sayılarla ters alma amacıyla işlemler yapılacaktır.

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^m u_i}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m m_i}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m l_i} \right) \quad (3.18)$$

Adım 2: $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olabilme derecesi aşağıdaki gibi tanımlanacaktır.

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \\ 0, & l_2 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer durumlar} \end{cases} \quad (3.19)$$

Buradaki her iki durumda kesişim noktası bulunmaktadır. M_1 ve M_2 'yi karşılaştırabilmek amacıyla $V(M_2 \geq M_1)$ ve $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerinin ikisinde bulmak gereklidir.

Adım 3: Bu aşamada bulunan tüm kriterlere tüm V değerleri bulunarak karşılaştırılacaktır. Her kriter için elde edilen “w” minimize değerler alınacaktır. bütün kriterleri alınacak minimum değerlerle birleştirip ağırlık vektörünü buluruz.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (3.20)$$

Adım 4: Bu adımda W henüz bulanık olmamış sayı ile ağırlık vektörü normalize edilecektir.

$$W = \left[\frac{d'(A_1)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)}, \frac{d'(A_2)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)}, \dots, \frac{d'(A_n)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)} \right]^T \quad (3.21)$$

Adım 5: Son adım amaca doğru gidilerek normalize edilmiş ve öncül ağırlık vektörü ile ilgili önem ağırlığı vektörleriyle çarpılıp ve genelleşmiş ağırlığa ulaşılabilir. İşlemlerin açıklığı ve hesaplama kolaylıkları gibi sebeplerden ötürü genişletilmiş chang yöntemi literatürden pek çok araştırmacı tarafından uygulamalarında tercih edilmiştir. Ancak teknikle ilgili bulanık karşılaştırma matrisinde bulunan ağırlıkların

türetilirken yeterli olmadığı konusunda bazı eleştiriler yapılmaktadır (ÖZTÜRK, 2011).

Luo ve Hua 2008 yılında genişletilmiş analiz metodolojisinin olabilecek yanlışlarını aşağıdaki gibi anlatmaktadır:

İleri analizde, gerekli bazı karar verme kriterleri ve alt kriterlerine sıfır ağırlık verilir ve karar verme sürecinde değerlendirilmez. Bu durum AHP'nin temel aksiyomlarından beklenenlerle çelişmektedir. Göreceli önem seviyelerine 0 ağırlığı atanabilir, böylece bulanık karşılaştırma matrisindeki bazı bilgiler göz ardı edilebilir. Genişletilmiş analizde bulunan ağırlıklar, karar kriterlerinin veya alternatiflerinin göreceli önemini ifade etmek için yeterli değildir. Karar verme sürecini değerlendirirken bulanık AHP problemleri, en kötü seçeneğin en iyi seçenek olarak seçilmesi nedeniyle yanlış karar verilmesine neden olabilmektedir.

3.4. Bulanık TOPSIS

Bulanık TOPSIS yöntemi, bulanık ortamlarda grup kararı vermek amacı ile kullanılmış bir metodolojidir. Dilsel değişkenler ile yapılmakta olan değerlendirmelere üyelik fonksiyonu vererek sayısallaşmış ve algoritma desteği ile seçenekleri seçebilme amacıyla değerlendirme imkânı kazandıran bir karar metodudur (AKIN, 2016). Bulanık mekanlarda çoklu zor kararları alabilmek için kullanılan bir yöntemdir. Dilsel değişkenler kullanılarak yapılan değerlendirmeyi onlara üyelik fonksiyonları vererek sayısallaştıran ve algoritmaları yardımıyla alternatifleri değerlendirme olanağı sunan bir karar verme aracıdır (AKIN, 2016). Bu yöntemi diğer bir deyişle “İdeal Çözüme Benzerliklerine göre Sıralama Tekniği” ‘dir (Bayındır, 2021). Bulanık TOPSIS kullanılarak çok kriterli karar verme teknikleriyle problem çözülmek istenildiğinde nitel ve nicek dataları yönteme entegre ederek rahatlıkla anlaşılabilir, kolay ve etkili bir şekilde çözüme gidilebilir (AYDİN, 2013).

Bulanık TOPSIS yöntemi, problemin içeriğinde çoklu kriter var ve az karar verici grupların bulunduğu seçim problemleri için ideal ve çok uygundur. TOPSIS Alternatiflerin değerlendirilmesinde ortaya çıkan objektif olmayan görüşün grup kararını verme aşamasında ortaya çıkan sorunları ortadan kaldırarak daha objektif bir karar verme imkanı sağlar. Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen TOPSIS yönteminin çözümde temel mantığı seçilen alternatifleri negative ideal çözüme en

uzaklayacak mesafeye ve pozitif ideal çözüm en kısa mesafeye sahip olması gerekliliğidir (Opricovic, 2004).

Bir önceki cümlede ifade edilen uzak ve yakın mesafenin anlamı çözüm yönteminde belirlenen fayda ve maliyet kriterlerine yakınlık veya uzaklık hususudur. Bu dikkate alındığı takdirde alternatifler arasında sıralama yapılır ve pozitif ideal çözümüne en yakın olan alternatif seçilir.

Bulanık TOPSIS metodunu yaparken aşağıdaki aşamalar gerçekleştirilmektedir (Chen, 2000).

Adım 1: Karar modelinin belirlenmesi amacıyla uzmanlar, karar verme kriterleri ve alternatifleri seçilmesi.

Adım 2: Uzmanların seçenekleri ve karar verme kriterlerini aşağıda verilen dilsel değişkenlere göre değerlendirmesi.

Tablo 3.7. Dilsel değişkenler

Önem Derecesi	Tanım	Açıklaması
1	Eşit Önemli	İki kriterde eşit düzeyde önemlidir
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargıya göre, bir kriter diğer kritere göre biraz daha fazla öneme sahiptir.
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargıya göre, bir kriter diğer kritere göre fazla öneme sahiptir.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargıya göre, bir kriter diğer kritere göre daha fazla öneme sahiptir.
9	Kesin önemli	Tecrübe ve yargıya göre, bir kriter diğer kritere göre keskin şekilde daha çok öneme sahiptir.
2,4,6,8	Ortalama değerler	Yukarıda belirtilen tanımların seçiminde uzlaşma sağlanamazsa bu ara değerler kullanılır.

Adım 3: Kriterler ($\tilde{w}_j$) ve alternatifler ($\tilde{X}_{ij}$) için karar vericilerden alınan görüşlerin aşağıdaki formüller ile birleştirilmesi.

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{k} [w_j^1(+)w_j^2(+) \dots (+)w_j^K] \quad (3.22)$$

$$\tilde{X}_{ij} = \frac{1}{k} [X_{ij}^1(+)X_{ij}^2(+) \dots (+)X_{ij}^K] \quad (3.23)$$

Yukarıda w_j^K ve X_{ij}^K şeklinde olan ifadeler, K'ıncı karar vericinin derecelendirme ve önem ağırlığı olarak tanımlanabilir.

Adım 4: Bulanık karar matrisinin oluşturulmasıdır.

$$\tilde{w} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n] \quad \tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \tilde{x}_{23} \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.24)$$

Burada ifadesi bulunan, $\tilde{x}_{ij}$ ve $\tilde{w}$, $\forall i, j, i=1,2,\dots,m$ ve $j=1,2,\dots,n$ dilsel değişkenlerdir. Bu dilsel değişkenleri $\tilde{x}_{ij} = (\tilde{x}_{ij1}, \tilde{x}_{ij2}, \tilde{x}_{ij3})$ ve $\tilde{w} = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ gibi üçgensel bulanır sayılar şeklinde tanımlanabilir.

Adım 5: Normalize edilmiş bulanıklaşmış karar matrislerinin aşağıdaki gibi oluşturulması.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (3.25)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{a_{ij}}, \frac{n_{ij}}{u_j^*}, \frac{u_{ij}}{u_j^*} \right), j \in F \quad (3.26)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_j^-}{u_{ij}}, \frac{l_j^-}{m_{ij}}, \frac{l_j^-}{l_{ij}} \right), j \in M \quad (3.27)$$

$$u_j^* = \max_i u_{ij}, j \in F \quad (3.28)$$

$$l_j^- = \min_i l_{ij}, j \in M \quad (3.29)$$

Adım 6: Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisini aşağıdaki gibi oluşturulması.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n \quad (3.30)$$

Yukarıda olan $\tilde{v}_{ij}$ ifadesi şu şekilde hesaplanır.

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot) \tilde{w}_j \quad (3.31)$$

Adım 7: Pozitif ve bulanıklaşmış ideal çözümün (A^*) ve negative ideal çözümün (A^-) sırasıyla aşağıdaki ifadelerle bulunur.

$$A^* = (v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*) \quad (3.32)$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) \quad (3.33)$$

Yukarıda $j=1,2,\dots,n$ için $v_j^* = (1,1,1)$ ve $v_j^- = (0,0,0)$ olur (Chen C.-T. , 2000).

Adım 8: Pozitif bulanıklaşmış ideal çözüme ve negative ideal çözümden uzaklıkların hesaplanması aşağıdaki ifadeler ile yapılır.

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, v_j^*), i=1,2,\dots,m \quad (3.34)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, v_j^-), i=1,2,\dots,m \quad (3.35)$$

Adım 9: yakınlık katsayılarının hesaplanması aşağıdaki ifadeler ile yapılır.

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, I = 1,2,\dots,m \quad (3.36)$$

Adım 10: Hesaplanmış yakınlık ve katsayıları kıyaslayarak seçenekler değerlendirilir ve en iyi seçenek başarılı olarak belirlenir.

3.5. Bulanık DEMATEL

Dematel yöntemi, Cenevre Batelle Memorial Enstitüsü Bilim ve İnsan İlişkileri programı tarafından 1972 ve 1976 yılları arasında geliştirilmiş ve bu yöntem ile karmaşık grup arasındaki etkileşimi araştırmak ve analiz etmek amacıyla kullanılmıştır (Tzeng, Chiang, & Li, 2007). Dematel yöntemi karışık ve birbiriyle iç içe olan yapıya sahip probleme sebep olan kriterlerle ilgili çözme ve analiz yapma imkanı sağlar. Dematel'in amacı karmaşık yapıları görselleştirerek sonuçlardan anlam çıkarmayı sağlar. Uzmanlar karar verici aşamasında karmaşıklık durumlarını çoğu zaman nicel olarak ifade edemezler (Albayrak & ErKayman, 2018). Bu duruma çözüm olması amacıyla bulanık ortam geliştirilmiştir (Lin & Wu, 2008).

Bulanık dematel ise bulanık mantık uygulamaların yaygınlaşması ile ilk defa küresel yöneticilerin yetkinlik düzeylerinin değerlendirilmesi problemlerinde kullanılmıştır. Her iki dematel yöntemide birçok ÇKKV probleminde kullanılmıştır. Halen kullanılmaktadır.

Bulanık DEMATEL'in çözüm aşamaları aşağıdaki gibidir.

Adım 1: birinci adım uygulamada kullanılacak kriterlerin anlamlı ilişkilerini uzman grup tarafından belirlenmesi gerekir. Li tarafından bulanık skala önerilmiştir. Bulanık dilsek ölçek aşağıdaki gibidir.

Tablo 3.8. Bulanık Dilsel Ölçek (Saaty 1987)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önem	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması
3	Birinin diğerine göre orta derecede daha önemli olması	1. faktörün 2. faktörden daha önemli olması
5	Kuvvetli düzeyde önem	1. faktörün 2. faktörden çok önemli olması
7	Çok kuvvetli düzeyde önem	1. faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması
9	Aşırı düzeyde önem	1. faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması
2,4,6,8	Ortalama değerler	Ara değerler

Adım 2: Direkt ilişki matrisinin oluşturulması

Karar vericilerin $C=\{C_1, C_2 \dots C_n\}$ kriterleri arasındaki ilişkilerin düzeylerini belirleyebilmeleri için oluşturulan uzman gruptaki her bir uzman tarafından ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur.

$$\tilde{z}^{(k)} = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{z}_{12}^{(k)} & \dots & \tilde{z}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{z}_{21}^{(k)} & 0 & \dots & \tilde{z}_{2n}^{(k)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{z}_{n1}^{(k)} & \tilde{z}_{n2}^{(k)} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad k = 1, 2, \dots, p \quad (3.37)$$

$\tilde{z}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ i. kriterin j. kriteri etkileme derecesini göstermektedir.

Adım 3: Normalleştirilmiş direkt ilişki matrisinin oluşturulması

$$\tilde{X}_{ij}^{(k)} = \frac{\tilde{z}_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}} - \left(\frac{l_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}}, \frac{m_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}}, \frac{u_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}} \right) \quad (3.38)$$

$$r^{(k)} = \max_{1 \leq i < n} \left(\sum_{j=1}^n u_{ij}^{(k)} \right) \quad (3.39)$$

Normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi, yukarıda verilen formüller kullanılarak türetilir. Önceki formül kullanılarak üçgensel bulanık sayıların her kriterde temsil edilen "u" değerleri sütunlar halinde toplanır ve her sütun için tek bir değer elde edilir. Bu elde edilen değerlerin en yükseği belirlenir ve bu değer "r" olarak adlandırılır. Ardından, tüm matris "r" değerine bölünür ve normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi ("K") aşağıdaki şekilde gösterilir.

$$\tilde{K} = \begin{bmatrix} \tilde{K}_{11} & \tilde{K}_{12} & \dots & \tilde{K}_{1n} \\ \tilde{K}_{21} & \tilde{K}_{22} & \dots & \tilde{K}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{K}_{n1} & \tilde{K}_{n2} & \dots & \tilde{K}_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.40)$$

Adım 4: Toplam ilişkisel matrisinin oluşturulması işlemi

$$\tilde{Z} = \tilde{K} + \tilde{K}^2 + \tilde{K}^3 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} \tilde{K}^i = \tilde{K}(1 - \tilde{K})^{-1} \quad (3.41)$$

Bu matriste eşitliği uygulamak zor olacağı için üçgensel bulanık sayılara ayrı uygulayarak üç matris elde edilecektir. Yapılacak bu işlemle üç matris için tekrar edildikten sonra ortaya çıkan sonucu birleştirilerek “ $\tilde{Z}$ ” matrisi elde edilir.

$$\tilde{Z} = \begin{bmatrix} \tilde{Z}_{11} & \tilde{Z}_{12} & \dots & \tilde{Z}_{1n} \\ \tilde{Z}_{21} & \tilde{Z}_{22} & \dots & \tilde{Z}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{Z}_{n1} & \tilde{Z}_{n2} & \dots & \tilde{Z}_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.42)$$

Adım 5: Alıcı grubun bulunması. Gönderici grubun bulunması

($\tilde{Z}$) elde edildi. Yani toplam ilişki matrisi. Matristeki sütun elemanlarının toplamı $\tilde{D}_i$ değerini verir. Matristeki satır elemanlarının toplamı ise $\tilde{R}_i$ değerini verir. $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerleri ise aşağıdaki gibi bulunur.

$$\tilde{D}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{Z}_{ij} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (3.43)$$

$$\tilde{R}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{Z}_{ij} \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (3.44)$$

Bulunan D ve R değerleri ile her bir kriter için yukarıdaki denklem kullanılır. D+R bulunur. Ardından D-R değerleri hesaplanır. D+R ve D-R değerleri ortaya çıkmış olur. Bunları kullanarak etki ve ilişki seviyesi ortaya çıkar. D-R değeri bazı kriterler üzerinde daha fazla etkiye ve öncülüğe sahip olmaktadır.

D+R değerleri kriterler arasındaki ilişkinin düzeyini gösterir. D+R değeri yüksek olan kriter diğer kriterler ile daha çok ilişkilidir. D+R değeri düşük olan kriterlerin ise diğer kriterler ile daha az ilişkili olduğu anlaşılmaktadır (Albayrak & Erkeyman, 2018).

Adım 6: Durulaştırma işlemlerinin yapılması

Az önce bulunan D+R ve D-R ‘yi bir değer haline getirebilmek amacıyla durulaştırma yapılır. Aşağıdaki gösterilen formüller ile durulaştırma (defuzzifying) işlemi yapılmaktadır.

$$D_i^{\text{def}} + R_i^{\text{def}} = \frac{1}{4}(I + 2m + u) \quad (3.45)$$

$$D_i^{\text{def}} - R_i^{\text{def}} = \frac{1}{4}(I + 2m + u) \quad (3.46)$$

Adım 7: Sebep-Sonuç diyagramını elde etmek

Durulaştırma metoduyla ortaya çıkan sayılar sebep-sonuç ilişki diyagramı çizilir. Bu diyagram daha sonra analiz edilir.

Sebep ve sonuç ilişki diyagramını, yatay ekseninde D+R sayıları, düşey ekseninde D-R sayıları ile yer alır.

Adım 8: Ağırlıkların elde edilmesi

Aşağıdaki adımları uygulayarak her bir kriterin ağırlığı hesaplanır.

$$w_i = ((D_i^{\text{def}} + R_i^{\text{def}}) + (D_i^{\text{def}} - R_i^{\text{def}})^2)^{1/2} \quad (3.47)$$

$$w_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (3.48)$$

3.6. Bulanık VIKOR

Bulanık VIKOR kullanılan çalışmalar.

Tablo 3.9. Bulanık VIKOR kullanılan çalışmalar.

Yöntem	Yazarlar	Yıl	Yayın İçeriği
Bulanık VIKOR	Chen ve Wang	2009	Tedarikçi Seçimi
Bulanık VIKOR	Görener	2013	Strateji Seçimi
Bulanık VIKOR	Bali	2013	Personel seçimi
Bulanık TOPSIS Bulanık VIKOR	Yavuz ve Deveci	2014	Alan Seçimi
Bulanık VIKOR	Yıldız	2014	Proje Seçimi
Bulanık VIKOR	Wu ve diğ.	2016	Makine Seçimi
Bulanık Dematel Bulanık VIKOR	Gök Kısa ve Perçin	2017	Makine Seçimi
Bulanık VIKOR Hata Türü ve Etkileri Analizi	Şişman	2019	Hata Türleri Değerlendirme

Adım 1: İlk olarak, çözüm için n adet karar verici, m adet alternatif ve k adet değerlendirme kriteri belirlenir.

Adım 2: Dilsel değişkenler ve bu değişkenlere karşılık gelen üçgensel bulanık sayılar tanımlanır. Bu dilsel değişkenler, kriter ağırlıklarını belirlemek ve alternatifleri derecelendirmek amacıyla kullanılır.

Adım 3: w_j^n n adet karar vericiden oluşan bir kümede n'inci karar vericinin değerlendirdiği karar kriterinin önem ağırlığını ifade etsin; i alternatifinin j kriterine

göre derecesini gösteren bir değişken olsun. Karar kriterlerinin önem ağırlıkları ve alternatiflerin kriter değerleri, her biri için tek bir değerlendirme elde etmek üzere birleştirilir ve bütünleştirilmiş değerler aşağıdaki eşitlikler aracılığıyla elde edilir (Chen, L., & Huang, 2006).

$$w_j = \frac{1}{n} [\tilde{w}_j^1(+) \tilde{w}_j^2(+) \dots (+) \tilde{w}_j^n] \quad (3.49)$$

$$x_{ij} = \frac{1}{n} [\tilde{x}_{ij}^1(+) \tilde{x}_{ij}^2(+) \dots (+) \tilde{x}_{ij}^n] \quad (3.50)$$

Denklemlerde x_{ij} ve w_j değerleri, sözel değişkenlerin karşılık olarak üçgensel bulanık sayı değerini gösterir.

Adım 4: alternatif ve kriterler için bir değer elde edilir. j kriterli ve i alternatifli bir bulanık karar matrisi ve ağırlık matrisi oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1j} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{i1} & \tilde{x}_{i2} & \dots & \tilde{x}_{ij} \end{bmatrix}, \quad i=1, 2, \dots, m \quad ; \quad j=1, 2, \dots, k \quad (3.51)$$

$$\tilde{w}_j = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_j] \quad (3.52)$$

$\tilde{x}_{ij}$, j . kritere göre i . alternatifin derecesi ve j . kriterin önem ağırlığıdır.

Adım 5: Bulanık karar matriste bütün kriter fonksiyonlarının en yüksek $\tilde{f}_j^*$ ve en kötü $\tilde{f}_j^-$ değerleri aşağıdaki gibi belirlenir.

$$\tilde{f}_j^* = \max_j x_{ij}, \quad j \in J \text{ fayda ölçüleri} ; \quad \tilde{f}_j^* = \min x_{ij}, \quad j \in J \text{ maliyet ölçüleri} \quad (3.53)$$

$$\tilde{f}_j^- = \min x_{ij}, \quad j \in J \text{ fayda ölçüleri} ; \quad \tilde{f}_j^- = \max_j x_{ij}, \quad j \in J \text{ maliyet ölçüleri} \quad (3.54)$$

Adım 6: $\tilde{w}_j$ kriterlerin ağırlığını ve önemini ifade etsin. Aşağıdaki formülle tüm kriterler için i . Alternatifin en yüksek bulanık değere uzaklığının toplamını gösteren $\tilde{S}_i$ değeri elde edilir.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n [\tilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_{ji})] \quad (3.55)$$

$$\tilde{R}_i = \max [\tilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_{ji})] \quad (3.56)$$

$\tilde{R}_i$ değerleri ise j .kritere göre i .alternatifin bulanık en düşük skora sahip maksimum uzaklık olur. $\tilde{f}_{ij}$, j kriteri açısından A_i tedarikçi skoru ortaya çıkar.

Adım 7: $\tilde{S}^*$ maksimum çoğunluk kuralını ve $\tilde{R}^*$ ise farklı görüşlerin en düşük bireysel pişmanlığını ifade eder. $\tilde{S}_i^-$, $\tilde{S}_i^*$ ve $\tilde{R}_i^-$, $\tilde{R}_i^*$ değerleri hesaplanır.

$$\tilde{S}^* = \min_i \tilde{S}_i \quad \tilde{S}_i^- = \max \tilde{S}_i \quad (3.57)$$

$$\tilde{R}_i^* = \min_i \tilde{R}_i \quad \tilde{R}_i^- = \max \tilde{R}_i \quad (3.58)$$

$\tilde{S}^*$ ve $\tilde{R}_i^*$ skorlarının en düşük değerleri alınır. Kişisel pişmanlık azdır. Elde edilen değere daha kısa mesafededir..

Adım 8: Bu işlemlerin ardından $\tilde{Q}_i$ indeksi bulunmalıdır. Grup yararı için bireysel pişmanlıkla beraber değerlendirilerek hesaplanmaktadır.

$$\tilde{Q}_i = v (\tilde{S}_i - \tilde{S}^*) / (\tilde{S}_i^- - \tilde{S}^*) + (1-v)(\tilde{R}_i - \tilde{R}^*) \quad (3.59)$$

Yukarıdaki denklemdeki v değeri en yüksek grup değeri sağlayan önemi ifade eder. $1-v$ ile kişisel pişmanlık değeri elde edilir. Uzlaşmacı çoğunluk için genellikle $v \approx 0,5$ alınır.

Adım 9: Bu aşamada durulaştırma yapılır.

$$BNP_i = \frac{(n_3 - n_1) + (n_2 - n_1)}{3} + n_1 \quad (3.60)$$

n_3 , üçgensel bulanık sayının tepe skorunu gösterir; n_2 , ara değeri ve n_1 , ise düşük değeri gösterir. ardından Q_i indeks değeri bulunur. Sonra alternatifler sıralanır. Bu indeksin en düşük skoru aslında en iyi alternatifi göstermektedir.

Adım 10: Bu adımda aşağıdaki denklemlerin(koşulların) sağlanması yapılacaktır.

1.Koşul: Avantaj (Kabul edilir): Burada en iyi olarak seçilen alternatif ile buna ikinci en iyi alternatif aralarındaki farkın belirginliği kontrol edilir.

$$Q(A'') - Q(A') \geq DQ \quad DQ = \frac{1}{m-1} \quad (3.61)$$

Burada bulunan “m” alternatif sayıları gösterir.

$$(m \leq 4 \text{ sağlanıyor ve } DQ = 0,25) \quad (3.62)$$

A' değeri alternatif sıralamasında birinciye ifade eder. A'' sıralamada ikinciyi ifade eder.

2. Koşul: İstikrar(Kabul edilir): Alternatif a' , S ve/veya R değerlerine göre yapılır. Sonuç olarak birinci alternatif ortaya çıkar.

Eğer 1. Koşul sağlanamaz gibiyse yani $Q(A'') - Q(A') \leq DQ$ olursa, $a^{(m)}$ ve a' aynı uzlaştırıcı sonuç olacaktır. Ve eğer ikinci şart kabul edilmezse, her ne kadar A' nın bir

avantajı olsa da karar vermede tutarsızlık olacaktır. Bu sebepten A' ve A'' uzlaştırıcı çözümleri benzerdir. Q değeri minimum olan en iyi alternatifin seçimi yapılacaktır.

3.7. Bulanık EDAS

Nasıl ki insanlar her dakikayı karar vermeye harcıyorsa, işletmelerin de arzu edilen hedeflere ulaşmak için kararlar alması gerekir. Bu karar verme süreci günümüz rekabet ortamında daha da önemli hale gelmiştir. Bu durumda karar verici açısından süreç zorlaşır ve hatalı karar durumları ortaya çıkabilir. ÇKKV yöntemleri burada destek olmaktadır. Bulanık EDAS ÇKKV tekniklerinden birisidir. Değerlendirmede iki ölçüm dikkate alınır. Bunlar ortalamaya pozitif mesafe (PDA) ve ortalamaya negatif mesafe (NDA) olarak adlandırılır.

Burada mantıksal işlem şöyle çalışır: En iyi çözüm, negatif çözüme olan maksimum mesafeye ve en iyi veya pozitif ideal çözüme olan minimum mesafeye göre değerlendirilir. Yani en iyi alternatif olarak adlandırabileceğimiz seçim, ortalaması alınmış çözüm ve aralarındaki uzaklığa denk gelir. Daha yüksek PDA değeri yada daha az NDA skorlarına ortalamaları alınmış sonuçtan daha iyidir olarak gösterir. Aşağıda normal bulanık edas yönteminin adımları gösterilmiştir.

Tanım 1: $\tilde{A}=(a_1, a_2, a_3, a_4)$ yamuk bulanık sayıları içeren bir kümedir. $\tilde{A}$ kümesinde bulanık olmayan değerler aşağıdaki şekilde belirlenir.

$$K(\tilde{A}) = \frac{1}{3} (a_1 + a_2 + a_3 + a_4 \cdot \frac{a_3 \times a_4 - a_1 \times a_2}{a_3 + a_4 - a_1 - a_2}) \quad (3.63)$$

Tanım 2: $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ bulanık sayıları içeren küme olarak varsayıldığında, ψ fonksiyonu 0 ile $\tilde{A}$ arasındaki maximum değeri verir. Burada dikkat edilmesi gereken, değerlendirme sırasında $K(\tilde{A})$ işleminin uygulanıyor olmasıdır.

$$\Psi(\tilde{A}) = \begin{cases} K(\tilde{A}), & K(\tilde{A}) > 0 \\ 0, & K(\tilde{A}) \leq 0 \end{cases} \quad (3.64)$$

Bulanık karar matrisinin aşağıdaki gibi olduğunu varsayalım.

$$\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \dots & \dots & \tilde{x}_{1m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{n1} & \dots & \dots & \tilde{x}_{nm} \end{bmatrix} \quad (3.65)$$

Yukarıda bulunan varsayım eşliğinde, alternatifleri i ve kriterlerin j olarak gösterilmiştir. Karar matrisinin her bir üyesi, $\tilde{x}_{ij} = (\tilde{x}_{ij1}, \tilde{x}_{ij2}, \tilde{x}_{ij3})$ olacak şekilde

üçgensel bulanık sayılar ile ifade edilecektir. Her kriter için ağırlıklar ise $\tilde{w} = w_1, w_2, w_3$ olarak gösterilir. Matriste bulunan n alternatifleri ifade eder ve m ise kriterleri ifade etmektedir.

Adım 1: Tüm kriterler için ortalama bulanık karar matrisi aşağıdaki gibi bulunur.

$$\tilde{AV}_j = (x + a)^n = \frac{\sum_{i=1}^n \tilde{X}_{ij}}{n} \quad (3.66)$$

Adım 2: En uygun çözüm, negatif çözüme maksimum uzaklıkta olmalıdır, aynı zamanda en iyi/ideal çözüme ise minimum mesafede bulunmalıdır. Bu sayede pozitif bulanık mesafe bulunur. Negatif bulanık mesafe bulunur.

$$PDA = [\tilde{pda}_{ij}]_{n \times m} \quad (3.67)$$

$$NDA = [\tilde{nda}_{ij}]_{n \times m} \quad (3.68)$$

$$\tilde{pda}_{ij} = \begin{cases} \frac{\Psi(\tilde{X}_{ij} - \tilde{av}_j)}{k(\tilde{av}_j)} & , \quad j \in B \\ \frac{\Psi(\tilde{av}_j - \tilde{X}_{ij})}{k(\tilde{av}_j)} & , \quad j \in C \end{cases} \quad (3.69)$$

$$\tilde{nda}_{ij} = \begin{cases} \frac{\Psi(\tilde{av}_j - \tilde{X}_{ij})}{k(\tilde{av}_j)} & , \quad j \in B \\ \frac{\Psi(\tilde{X}_{ij} - \tilde{av}_j)}{k(\tilde{av}_j)} & , \quad j \in C \end{cases} \quad (3.70)$$

Adım 3: Bulanık ağırlıklı toplam, pozitif mesafe için ve negatif mesafe için, ortalama matrisi kullanılarak bulunur.

$$\tilde{sp}_i = \bigotimes_{j=1}^m (\tilde{w}_j \otimes \tilde{pda}_{ij}) \quad (3.71)$$

$$\tilde{sn}_i = \bigotimes_{j=1}^m (\tilde{w}_j \otimes \tilde{nda}_{ij}) \quad (3.72)$$

Adım 4: $\tilde{sp}_i$ ve $\tilde{sn}_i$ 'nin bulanık değerleri normalleştirilir.

$$\tilde{nsp}_i = \frac{\tilde{sp}_i}{\max_i (k(\tilde{sp}_i))} \quad (3.73)$$

$$\tilde{nsn}_i = 1 - \frac{\tilde{sn}_i}{\max_i (k(\tilde{sn}_i))} \quad (3.74)$$

Adım 5: Bütün alternatifler için bulanık değerlendirme puanları hesaplanır. Bu bulanık değerlendirme puanları arasından en iyi alternatif en yüksek değere sahip ve bulanık olmayan alternatiftir.

$$\tilde{as}_i = \frac{\tilde{nsp}_i \otimes \tilde{nsn}_i}{2} \quad (3.75)$$

Adım 6: Alternatifler, azalan sırayla düzenlenmiş olan düşük puanlı, bulanık olmayan değerlendirme puanlarıyla sıralanacaktır. Yani iyi skorlu aday en iyi adaydır.

Tablo 3.10. Yıllara göre Bulanık EDAS kullanılan çalışmalar

Yöntem	Yazarlar	Yıl	Yayın İçeriği
Bulanık EDAS	Ghorabae ve diğ.	2016	Tedarikçi Seçimi
Bulanık EDAS Sezgisel EDAS	Kahraman ve diğ.	2017	Alan Seçimi
Bulanık EDAS	Kas Bayradaroğlu ve Kundakçı	2018	Proje Seçimi
Bulanık EDAS	Kutlu Gündoğdu ve diğ.	2018	Hastane Seçimi
Bulanık AHP, EDAS	Stevic ve diğ.	2019	Tedarikçi Seçimi
Bulanık EDAS	Tolga ve diğ.	2019	Yatırım Kararı Verme
Bulanık AHP , EDAS	Temürlenk	2019	Alan Seçimi
Bulanık EDAS	Bayhan	2020	Tedarikçi Seçimi
Bulanık EDAS ,AHP	Yürüyen	2020	Tedarikçi Seçimi
Bulanık AHP ,EDAS , MOORA, CODAS	Koç	2020	Tedarikçi Seçimi Tedarikçi Değerlendirme
Bulanık EDAS	Karadağ	2022	İş Sağlığı ve Güvenliği Etki Analizi
Bulanık EDAS	Tanrıverdi	2023	Pazar Stratejisi Belirleme
Bulanık EDAS, Bulanık COPRAS	Özaşkın	2023	Yeşil Tedarik Zinciri Araştırması



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Problemin Belirlenmesi

Savunma Sanayi ve ticari araçlar alanlarında üretim yapan bir ana sanayi firmasının sürdürülebilirlik riskleri göz önünde tutularak en uygun tedarikçiyi seçmesi.

4.2. Problemin Uygulama Adımları

4.2.1. Tedarikçi seçiminde kullanılacak değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi

Kriterler ve alt kriterler açıklamalarıyla aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Tedarikçi seçiminde kullanılacak kriterler

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Notasyon	Açıklama
Çevre yönetimi <i>b1</i>	Yeşil Tasarım Uygulamalarının Yapılması	K11	Yeşil üretim uygulamalarının tasarım aşamalarına dahil edilerek nihai ürünün çevre dostu olması beklenir.
	Yenilenebilir Olmayan Enerji Kaynaklarının Tüketimi	K12	Kaynak tüketiminin optimal düşüklükte olması beklenir.
	Kirli Atık Yönetim Sisteminin Yapılması	K13	Tedarikçinin üretim süreçlerinden ortaya çıkan atık ve ilgili kirlilikleri minimum seviyede tutmaya çalışması beklenir.
	Çevresel Şirket İçi Eğitim ve Bilinçlendirme Faaliyetlerinin Devamlılığı	K14	Tedarikçinin şirket çevre politikalarını çalışanlarına planlı eğitimler düzenleyerek aktarması beklenir.
Sosyal yönetim <i>b2</i>	Çocuk İşçi Çalıştırmama	K21	Tedarikçinin yasalara uygundur olarak belirlediği ve çalışma izni olan kişilerin çalıştırılması beklenir.
	Kariyer Destek Programları	K22	Tedarikçinin çalışanı geliştirme ve şirkette tutabilme ayrıca çalışma hayatı boyunca sürdürülebilir gelişimi sağlaması beklenir.
	Özel Sağlık Sigortası Desteği	K23	Çalışanlara özel sağlık sigortası yapılması beklenir.
	Çalışma Koşullarının Sürekli İyileştirilmesi	K24	Tedarikçinin üretim ortamının sürdürülebilir etkinliğe ulaşabilmesi için gereksinimlere göre sürekli iyileştirilmesi beklenir.
	Sosyal Faaliyetler ve Yan Hakların İyileştirilmesi	K25	Günümüz şartlarına uygun iyileştirilmelerin yapılması beklenir.
Kalite güvence yönetimi <i>b3</i>	Otomotiv Kalite Yönetiminin Varlığı	K31	Kalite Yönetim Sistemi ile ilgili sertifikalarının (ISO 9001, IATF 16949/AS 9100) akredite edilmiş bir kuruluş tarafından verilmiş olması ve ISO beklentilerinin tedarikçide uygulanıyor olması beklenir.
	İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Varlığı	K32	Tedarikçinin çalışan sağlığını ve güvenliğini iş sağlığı güvenliği yönetim sistemine uygun yapıyor ve güncel belgeye(OHSAS 18001/ISO 45001) sahip olması beklenir.
	Çevre Yönetim Sisteminin Varlığı	K33	Çevre koruma politikalarını ISO14001 gereklilikleri doğrultusunda yapıyor olması ve güncel belge sahipliği beklenir.
	Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi Varlığı	K34	Bilgi güvenliği politikalarını ISO 27001 gereklilikleri doğrultusunda yapıyor olması ve güncel belge sahipliği beklenir.

Tablo 4.2.(Devamı) Tedarikçi seçiminde kullanılacak kriterler

Ekonomi yönetimi b4	Fiyat/Kalite Oranı	K41	Bir ana sanayinin tedarik ettiği malzemelerden alacağı performansın kalitesinin yüksek olması beklenirken, fiyatının piyasa şartlarına uygun olması beklenir.
	Ar-Ge,İnovasyon Kapasitesi ve Maliyet Azaltıcı Aktiviteler	K42	Küresel ister ve teknolojik gelişmelerin takip edilerek ürün yelpazesinin ve mevcutta üretilen parçaların geliştirilmesi için Ar-Ge çalışmaları yapılması beklenir.
	Sürdürülebilir Finansal Faaliyetler	K43	Tedarikçinin finansal yönetimini dengeli ve sürdürülebilir olması beklenir.
Üretim yönetimi b5	Alan Kullanımı	K51	Tedarikçinin üretim sahasını kapasite analizleri sonucunda optimal verimli kullanması beklenir.
	Esneklik	K52	Planlı üretim ve sipariş dışında yaşanan aksaklıklarda açılan öngörülemez siparişlere tedarikçinin ana sanayinin isterleri doğrultusunda uyum sağlaması beklenir.
	Sevkiyat Performansı	K53	Siparişi verilen parçaların istenilen tarihte istenilen kalitede istenilen miktarda gelmesi beklenir.

4.2.2. Karar verici alanında uzman kişilerin belirlenmesi

Çalışılacak tedarikçinin belirlenmesi konusunda şirket içerisinde alanında uzman satınalmacı kadro görevlendirilmektedir. Tedarikçi belirlenmesinde tedarikçileri değerlendirecek olan grup satınalma uzmanlarından oluşan 1 Satınalma Direktörü, 1 Satınalma Müdürü, 1 Tedarikçi Geliştirme Birim Yöneticisi ve 1 Satınalma Uzman Mühendisi olmak üzere toplamda 4 uzmandan oluşmaktadır.

4.2.3. Değerlendirilecek tedarikçilerin belirlenmesi

Ciro bazında yüksek hacim yapılan 5 tedarikçi aday olarak seçilmiştir.

4.2.4. Anketlerin hazırlanışı

Alternatiflerin değerlendirilmesine yönelik anketler hazırlanmıştır. Hazırlanan anketin boş örneği EK A olarak tez sonunda gösterilmiştir.

4.2.5. Anketlerin tutarlılık oranlarının hesaplanması

Anket uyumu yukarıdaki formül kullanılarak hesaplanır. Kabul edilemez tutarlılık oranlarına sahip çalışmalar, hakem uzman grubu tarafından değerlendirilecek ve bu süreçte hakem uzman grubunun kararlarında daha tutarlı sonuçlara ulaşması umulmaktadır. Tutarlı olduğu tespit edilen nihai bulgular değerlendirilir ve grup kararına dönüştürülür. Örnek olarak anket tutarlılık prosedürü aşağıda anlatılmıştır.

Tablo 4.3. Karar vericilerin uyguladığı anket

Anket																	
Daha iyi ise sol tarafı doldur.									daha iyi ise sağ tarafı doldur.								
kesinlikle daha önemli	mutlak önemli	çok daha önemli	biraz önemli	nispeten daha önemli	orta önemli	biraz daha önemli	zayıf önemli	Kriterler	eşit derece önemli	Kriterler	zayıf önemli	biraz daha önemli	orta önemli	nispeten daha önemli	biraz önemli	çok daha önemli	mutlak önemli
9	8	7	6	5	4	3	2		1		2	3	4	5	6	7	8
Ana kriterler																	
					X			Çevre Yönetimi		Sosyal Yönetimi							
						X		Çevre Yönetimi		Kalite Güvence Yönetimi							
							X	Çevre Yönetimi		Ekonomi Yönetimi							
							X	Çevre Yönetimi		Üretim Yönetimi							
								Sosyal Yönetim		Kalite Güvence Yönetimi							
								Sosyal Yönetim		Ekonomi Yönetimi		X					
								Sosyal Yönetim		Üretim Yönetimi		X					
								Kalite Güvence Yönetimi		Ekonomi Yönetimi			X				
								Kalite Güvence Yönetimi		Üretim Yönetimi				X			
								Ekonomi Yönetimi		Üretim Yönetimi		X					

Satınalma grubu tarafından anketler doldurulmuştur. 1-9 önem derecesine göre gerçekleştirilmiş sayılara dönüştürülüp aşağıdaki ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Tablo 4.4. İkili karşılaştırma matrisi

	B1	B2	B3	B4	B5
B1	1	4	5	3	2
B2	0,25	1	2	0,5	0,33
B3	0,2	0,5	1	0,33	0,25
B4	0,33	2	3	1	0,5
B5	0,5	3	4	2	1
Sütun Toplamı (Σ)	2,28	10,5	15	6,83	4,08

Oluşturulan tablo normalize edilir.

Ardından normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Tablo 4.5. Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi

	B1	B2	B3	B4	B5
B1	0,438	0,381	0,333	0,439	0,489
B2	0,109	0,095	0,133	0,073	0,082
B3	0,087	0,047	0,067	0,488	0,061
B4	0,146	0,19	0,2	0,146	0,122
B5	0,219	0,28	0,267	0,292	0,245

Satır ağırlıkları aşağıdaki gibi hesaplanır.

Tablo 4.6. Matris satır ağırlıkları

Sütun Toplamı	Satır Ağırlığı(w)
2,08	0,416
0,492	0,0984
0,75	0,15
0,804	0,1608
1,303	0,2606

A*W Matris işlemi yapılır ardından λ_{max} değeri ($\sum$ sütun) hesaplanır.

Tablo 4.7. A*W matrisi

A*W Matrisi
2,129
0,5
0,314
0,815
1,337
Σ sütun
5,095

Bulunan λ_{max} ve $n=5$ ile tutarlılık göstergesi hesaplanır. $CI=0,0227$. CI ve $n=5$ için rassallık göstergesi yardımı ile ($RI=1,11$) kullanılarak tutarlılık oranı bulunur.

CR=0,0204.

CR değeri 0,1 den küçük eşit olduğu için anket tutarlı kabul edilir. Eğer CR değeri 0,1 den büyük olsaydı uzmanlara anketleri yenilemeleri istenecek ve tekrar tutarlılık hesabı yapılacaktı.

4.2.6. Anketleri grup kararına dönüştürme

Karar vericilerin anket cevapları (aynı matrisler aynı matrislerle karşılıklı olacak şekilde) geometrik ortalaması alınarak tek ankete çevrilir.

Tablo 4.8. Karar verici anketleri sonuçlarının birleştirilmiş tablosu

Kategori Adı	sol kriter daha önemli ise	sağ kriter daha önemli ise	toplam uzman sayısı
	9 1	 9	
Çevre Yönetimi	2 2	Sosyal Yönetimi	4
Çevre Yönetimi	1 2 1	Kalite Güvence Yönetimi	4
Çevre Yönetimi	1 1 1 1	Ekonomi Yönetimi	4
Çevre Yönetimi	1 1 1 1	Üretim Yönetimi	4
Sosyal Yönetim	2 2	Kalite Güvence Yönetimi	4
Sosyal Yönetim	2 1 1	Ekonomi Yönetimi	4
Sosyal Yönetim	1 1 2	Üretim Yönetimi	4
Kalite Güvence Yönetimi	2 1 1	Ekonomi Yönetimi	4
Kalite Güvence Yönetimi	1 1 2	Üretim Yönetimi	4
Ekonomi Yönetimi	3 1	Üretim Yönetimi	4

4.2.7. BAHP ile problemin çözümü

Tüm kriterlerin normalize hale gelmiş ağırlık vektörlerini hesaplanır. Alternatif ve alt kriterlerle ilgili ana kriterler üzerindeki etkisi hesaplanır. Ana kriter normalize edilmiş ağırlık vektörü bulunarak alternatiflerin ana kriter üzerindeki etkisi hesaplanır.

4.2.7.1. Çevre yönetimi kriterinin ağırlıklarının hesaplanması

Çevre yönetiminde dört kriter vardır. Bunlar yeşil tasarım uygulamalarının yapılması, yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarının tüketimi, kirli atık yönetim sisteminin yapılması, çevresel şirket içi eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerinin devamlılığı 'dır. Çalışmada çok fazla yer kaplamaması için çevre yönetimi(B1) kriteri ağırlıklarının hesaplanması gösterilecek ve diğer hesaplamaların sonucu özet tablo halinde verilecektir.

B1' e yönelik hesaplamalar aşağıda detaylı şekilde gösterilmiştir.

Tablo 4.9. İkili karşılaştırma matrisi

	K11			K12			K13			K14		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K11	1,000	1,000	1,000	0,760	1,189	1,732	1,000	1,414	1,732	0,841	1,414	2,060
K12	0,577	0,841	1,316	1,000	1,000	1,000	1,000	1,414	1,732	1,189	1,565	1,861
K13	0,577	0,707	1,000	0,577	0,707	1,000	1,000	1,000	1,000	0,760	1,189	1,732
K14	0,485	0,707	1,189	0,537	0,639	0,841	0,577	0,841	1,316	1,000	1,000	1,000

Si değerini hesaplamak için, normalleştirilmiş bir ikili karşılaştırma matrisi oluşturmak amacıyla her satırın bulanık toplamını sütun bazında toplamın tersiyle çarpın.

Tablo 4.10. Normalize matris

V(Si ≥ Sk)	V(Si ≥ Sk)	V(Si ≥ Sk)	W'	W	
1	1	1	1	0,3059	
0,9608	1	1	0,9608	0,2939	
0,7016	0,7243	1	0,7016	0,2146	
0,6069	0,623	0,8896	0,6069	0,1856	
Σlj	Σmj	Σuj	Si	Si	Si
3,6007	5,0176	6,5239	0,1674	0,3018	0,5064
3,7666	4,8202	5,9093	0,1751	0,2899	0,4587
2,9145	3,6034	4,7321	0,1355	0,2167	0,3673
2,6001	3,1869	4,3462	0,1209	0,1917	0,3374
Σli	Σmi	Σui	1/Σli	1/Σmi	1/Σui
12,882	16,6282	21,5114	0,0776	0,0601	0,0465

Normalize işlemi tamamlandıktan sonra olası dereceler yani max ve min $V(s_i \geq s_k)$ değerleri hesaplanarak W' bulunur ve normalize edilerek W bulunur.

Tablo 4.11. W'nin bulunması

V(Si ≥ Sk)	V(Si ≥ Sk)	V(Si ≥ Sk)	W'	W	
1,000	1,000	0,630	0,630	0,308	
0,656	1,000	0,218	0,218	0,107	
0,582	0,841	0,195	0,195	0,096	
1,000	1,000	1,000	1,000	0,490	

İşlem kalabalığı sebebiyle ek olarak verilen diğer kriterlerin ağırlıklandırma işlemlerin tamamlanmasının ardından oluşan özet tablo aşağıdaki gibi olmaktadır.

Tablo 4.12. Kriterlerin nihai ağırlıkları tablosu

Nihaileşmiş Ağırlıklar				
Ana Kriterler(Ana Boyutlar)	Ağırlıklar ı	Kriter Kodu	Ağırlıklar r	Nihaileşmiş ağırlık
ÇEVRE YÖNETİMİ B1	0,578	K11	0,310	0,139
		K12	0,110	0,048
		K13	0,100	0,043
		K14	0,490	0,221
		K21	0,000	0
SOSYAL YÖNETİM B2	0,176	K22	0,600	0
		K23	0,000	0
		K24	0,400	0
		K25	0,000	0
		K31	0,810	0
KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ B3	0,080	K32	0,000	0
		K33	0,060	0
		K34	0,140	0
		K41	0,520	0,103
EKONOMİ YÖNETİMİ B4	0,156	K42	0,130	0,026
		K43	0,340	0,068
		K51	0,420	0,148
ÜRETİM YÖNETİMİ B5	0,010	K52	0,320	0,113
		K53	0,260	0,091

4.2.7.2. Bulanık vikor yönteminin uygulanması

Ticari ve askeri araç üreten bir ana sanayi firmasının yerli ve ithal birçok potansiyel tedarikçisi mevcuttur. Bu çalışmada, ana sanayi firmasının tedarikçi seçimiyle ilgili araştırmalar yapılmıştır. Kriter ağırlıkları belirlenirken bulanık ahp kullanılmıştır. Tedarikçi seçiminde ise ÇKKV metodu olan bulanık vikor ve bulanık edas kullanılmıştır. Tedarikçi seçiminde seçim kriterleri belirsiz bir ortamda birbirleriyle çelişen, çok fazla kriteri içeren bir karar vermedir. Bu problemde kriterler K1,K2,...,K19 olarak adlandırılmıştır.

Tablo 4.13. Tüm alt kriterler

Kriter Adı	Kriter No
Yeşil Tasarım Uygulamalarının Yapılması	Kriter 1
Yenilebilir Olmayan Enerji Kaynaklarının Tüketimi	Kriter 2
Kirli Atık Yönetim Sisteminin Yapılması	Kriter 3
Çevresel Şirket İçi Eğitim ve Bilinçlendirme Faaliyetlerinin Devamlılığı	Kriter 4
Çocuk İşçi Çalıştırmama	Kriter 5
Kariyer Destek Programları	Kriter 6
Özel Sağlık Sigortası Desteği	Kriter 7
Çalışma Koşullarının Sürekli İyileştirilmesi	Kriter 8
Sosyal Faaliyetler ve Yan Hakların İyileştirilmesi	Kriter 9
Otomotiv Kalite Yönetiminin Varlığı	Kriter 10
İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Varlığı	Kriter 11
Çevre Yönetim Sisteminin Varlığı	Kriter 12
Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi Varlığı	Kriter 13
Fiyat/Kalite Oranı	Kriter 14
Ar-Ge,İnovasyon Kapasitesi ve Maliyet Azaltıcı Aktiviteler	Kriter 15
Sürdürülebilir Finansal Faaliyetler	Kriter 16
Alan Kullanımı	Kriter 17
Esneklik	Kriter 18
Sevkiyat Performansı	Kriter 19

Karar vericilerin alternatif değerlendirmelerinde kullandığı dilsel değişkenler aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.14. Dilsel değişkenler

Alternatif Değerlendirmeleri İçin Dilsel Değişkenler						
Rakam	Dilsel Değişkenler	Kısaltma	Bulanık Sayılar			
			l	m	n	u
9	Mükemmel İyi	EG	0,8	1	0	0
8	Çok İyi	VG	0,700	0,900	0,000	0,100
7	Orta İyi	MG	0,600	0,800	0,000	0,200
6	İyi	G	0,500	0,700	0,100	0,300
5	Düşük	AE	0,400	0,600	0,200	0,400
4	Kötü	B	0,300	0,500	0,200	0,500
3	Orta Kötü	MB	0,200	0,400	0,300	0,600
2	Çok Kötü	VB	0,100	0,300	0,400	0,700
1	Mükemmel Kötü	EB	0,000	0,200	0,500	0,800

Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirmesi için karar vericilere anket yapılmıştır. Aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 4.15. Karar vericiler tarafından yapılan anket

Alternatif değerlendirme tablosu													
Uzm anlar	Kriter Numarası 1	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4	Alternatif 5	Uzm anlar	Kriter Numarası	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4	Alternatif 5
UZMAN 1	Kriter 1	MG	G	G	AE	MB	UZMAN 3	Kriter 1	EG	VG	MG	MG	G
	Kriter 2	MG	MG	AE	AE	B		Kriter 2	EG	MG	G	AE	B
	Kriter 3	MG	AE	B	EB	EB		Kriter 3	EG	AE	B	AE	B
	Kriter 4	G	MG	AE	AE	AE		Kriter 4	G	G	AE	AE	AE
	Kriter 5	VG	G	G	G	B		Kriter 5	G	G	G	G	G
	Kriter 6	VG	G	AE	B	B		Kriter 6	G	G	G	G	G
	Kriter 7	VG	G	VB	B	B		Kriter 7	AE	AE	AE	AE	B
	Kriter 8	VG	G	AE	B	AE		Kriter 8	MG	G	G	G	AE
	Kriter 9	VG	G	AE	B	AE		Kriter 9	MG	MG	MG	G	G
	Kriter 10	EG	MG	AE	AE	AE		Kriter 10	MG	MG	MG	MG	AE
	Kriter 11	EG	G	AE	B	AE		Kriter 11	MG	G	G	G	B
	Kriter 12	EG	G	AE	MB	AE		Kriter 12	VG	G	G	AE	MB
	Kriter 13	VG	AE	VB	VB	EB		Kriter 13	B	B	B	B	VB
	Kriter 14	VG	VG	B	B	EG		Kriter 14	AE	G	G	B	B
	Kriter 15	MG	MG	AE	AE	AE		Kriter 15	VG	VG	B	MB	VB
	Kriter 16	MG	MG	B	B	B		Kriter 16	MG	MG	MG	G	B
	Kriter 17	B	AE	B	B	B		Kriter 17	AE	AE	AE	AE	AE
	Kriter 18	G	G	MG	MG	VG		Kriter 18	VG	AE	AE	AE	VG
	Kriter 19	MB	B	AE	EB	EB		Kriter 19	B	B	G	EB	EB
UZMAN 2	Kriter 1	EG	MG	MG	AE	MB	UZMAN 4	Kriter 1	EG	G	AE	B	B
	Kriter 2	EG	G	AE	AE	AE		Kriter 2	EG	AE	B	B	B
	Kriter 3	EG	B	B	MB	MB		Kriter 3	EG	B	B	B	MB
	Kriter 4	G	G	B	B	B		Kriter 4	G	AE	AE	AE	AE
	Kriter 5	MG	G	G	G	B		Kriter 5	G	G	AE	AE	AE
	Kriter 6	MG	G	AE	B	MB		Kriter 6	AE	AE	AE	AE	AE
	Kriter 7	MG	G	AE	AE	B		Kriter 7	MG	G	G	G	AE
	Kriter 8	MG	G	G	AE	B		Kriter 8	G	G	AE	AE	AE
	Kriter 9	MG	G	G	B	B		Kriter 9	G	G	G	G	G
	Kriter 10	VG	MG	MG	G	AE		Kriter 10	G	AE	AE	B	MB
	Kriter 11	VG	G	G	AE	AE		Kriter 11	AE	AE	AE	B	B
	Kriter 12	VG	G	AE	B	B		Kriter 12	AE	AE	B	VB	EB
	Kriter 13	VG	AE	B	B	B		Kriter 13	AE	AE	B	B	MB
	Kriter 14	MG	MG	MG	G	G		Kriter 14	G	AE	AE	B	B
	Kriter 15	AE	AE	AE	AE	AE		Kriter 15	VG	MG	G	AE	B
	Kriter 16	MG	MG	MG	B	B		Kriter 16	MG	G	AE	B	MB
	Kriter 17	AE	AE	AE	AE	B		Kriter 17	G	AE	AE	AE	AE
	Kriter 18	VB	MG	G	MG	VG		Kriter 18	MG	AE	G	MG	EG
	Kriter 19	MB	MB	MB	EB	EB		Kriter 19	AE	AE	AE	VB	VB

Alternatif değerlendirmelerinin sayısallaştırıldığı tablo EK B olarak tez sonunda gösterilmiştir. Dört karar vericinin alternatifler ile ilgili yaptığı değerlendirmelerin birleştirilmiş son durumu aşağıdaki gibidir.



Tablo 4.16. Birleştirilmiş değerlendirme durumu

	Birleştirilmiş Alternatif Değerlendirmeleri																			
	Alternatif 1					Alternatif 2					Alternatif 3					Alternatif 4				
Kriter 1	0,75	0,95	0,00	0,05	0,58	0,78	0,05	0,23	0,53	0,73	0,08	0,28	0,43	0,63	0,15	0,38	0,30	0,50	0,23	0,50
Kriter 2	0,75	0,95	0,00	0,05	0,53	0,73	0,08	0,28	0,40	0,60	0,18	0,40	0,38	0,58	0,20	0,43	0,33	0,53	0,20	0,48
Kriter 3	0,75	0,95	0,00	0,05	0,35	0,55	0,20	0,45	0,30	0,50	0,20	0,50	0,23	0,43	0,30	0,58	0,18	0,38	0,33	0,63
Kriter 4	0,50	0,70	0,10	0,30	0,50	0,70	0,10	0,30	0,38	0,58	0,20	0,43	0,38	0,58	0,20	0,43	0,38	0,58	0,20	0,43
Kriter 5	0,58	0,78	0,05	0,23	0,50	0,70	0,10	0,30	0,48	0,68	0,13	0,33	0,48	0,68	0,13	0,33	0,38	0,58	0,18	0,43
Kriter 6	0,55	0,75	0,08	0,25	0,48	0,68	0,13	0,33	0,43	0,63	0,18	0,38	0,38	0,58	0,18	0,43	0,35	0,55	0,20	0,45
Kriter 7	0,58	0,78	0,05	0,23	0,48	0,68	0,13	0,33	0,35	0,55	0,23	0,45	0,40	0,60	0,18	0,40	0,33	0,53	0,20	0,48
Kriter 8	0,60	0,80	0,03	0,20	0,50	0,70	0,10	0,30	0,45	0,65	0,15	0,35	0,40	0,60	0,18	0,40	0,38	0,58	0,20	0,43
Kriter 9	0,60	0,80	0,03	0,20	0,53	0,73	0,08	0,28	0,50	0,70	0,10	0,30	0,40	0,60	0,15	0,40	0,43	0,63	0,15	0,38
Kriter 10	0,65	0,85	0,03	0,15	0,55	0,75	0,05	0,25	0,50	0,70	0,10	0,30	0,45	0,65	0,13	0,35	0,35	0,55	0,23	0,45
Kriter 11	0,63	0,83	0,05	0,18	0,48	0,68	0,13	0,33	0,45	0,65	0,15	0,35	0,38	0,58	0,18	0,43	0,35	0,55	0,20	0,45
Kriter 12	0,65	0,85	0,05	0,15	0,48	0,68	0,13	0,33	0,40	0,60	0,18	0,40	0,25	0,45	0,28	0,55	0,23	0,43	0,30	0,58
Kriter 13	0,53	0,73	0,10	0,28	0,38	0,58	0,20	0,43	0,25	0,45	0,25	0,55	0,25	0,45	0,25	0,55	0,15	0,35	0,35	0,65
Kriter 14	0,55	0,75	0,08	0,25	0,55	0,75	0,08	0,25	0,45	0,65	0,13	0,35	0,35	0,55	0,18	0,45	0,48	0,68	0,13	0,33
Kriter 15	0,60	0,80	0,05	0,20	0,58	0,78	0,05	0,23	0,40	0,60	0,18	0,40	0,35	0,55	0,23	0,45	0,30	0,50	0,25	0,50
Kriter 16	0,60	0,80	0,00	0,20	0,58	0,78	0,03	0,23	0,48	0,68	0,10	0,33	0,35	0,55	0,18	0,45	0,28	0,48	0,23	0,53
Kriter 17	0,40	0,60	0,18	0,40	0,40	0,60	0,20	0,40	0,38	0,58	0,20	0,43	0,38	0,58	0,20	0,43	0,35	0,55	0,20	0,45
Kriter 18	0,48	0,68	0,13	0,33	0,48	0,68	0,13	0,33	0,50	0,70	0,10	0,30	0,55	0,75	0,05	0,25	0,03	0,23	0,48	0,78
Kriter 19	0,28	0,48	0,25	0,53	0,30	0,50	0,23	0,50	0,38	0,58	0,20	0,43	0,50	0,70	0,10	0,30	0,03	0,23	0,48	0,78

Değerlendirme kriteri avantaj ise, pozitif ideal çözüm V matrisinin sütununun maksimum değeri, negatif ideal çözüm ise V matrisinin sütununun minimum değeridir. Elde edilen pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.17. Pozitif ve negatif ideal çözümler

	Pozitif ve Negatif ideal çözümlerin elde edilmiş hali							
	Pozitif İdeal Çözüm				Negatif İdeal Çözüm			
Kriter 1	0,75	0,95	0,23	0,50	0,30	0,50	0,00	0,05
Kriter 2	0,75	0,95	0,20	0,48	0,33	0,53	0,00	0,05
Kriter 3	0,75	0,95	0,33	0,63	0,18	0,38	0,00	0,05
Kriter 4	0,50	0,70	0,20	0,43	0,38	0,58	0,10	0,30
Kriter 5	0,58	0,78	0,18	0,43	0,38	0,58	0,05	0,23
Kriter 6	0,55	0,75	0,20	0,45	0,35	0,55	0,08	0,25
Kriter 7	0,58	0,78	0,23	0,48	0,33	0,53	0,05	0,23
Kriter 8	0,60	0,80	0,20	0,43	0,38	0,58	0,03	0,20
Kriter 9	0,60	0,80	0,15	0,40	0,40	0,60	0,03	0,20
Kriter 10	0,65	0,85	0,23	0,45	0,35	0,55	0,03	0,15
Kriter 11	0,63	0,83	0,20	0,45	0,35	0,55	0,05	0,18
Kriter 12	0,65	0,85	0,30	0,58	0,23	0,43	0,05	0,15
Kriter 13	0,53	0,73	0,35	0,65	0,15	0,35	0,10	0,28
Kriter 14	0,55	0,75	0,18	0,45	0,35	0,55	0,08	0,25
Kriter 15	0,60	0,80	0,25	0,50	0,30	0,50	0,05	0,20
Kriter 16	0,60	0,80	0,23	0,53	0,28	0,48	0,00	0,20
Kriter 17	0,40	0,60	0,20	0,45	0,35	0,55	0,18	0,40
Kriter 18	0,55	0,75	0,48	0,78	0,03	0,23	0,05	0,25
Kriter 19	0,50	0,70	0,48	0,78	0,03	0,23	0,10	0,30

Kriter ağırlıklarını bulanık AHP ile bulunmuştu. Bulanık AHP ile bulunan kriterlerin ağırlıkları aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.18. Bulanık AHP ile bulunan nihai kriter ağırlıkları

Kriter Ağırlıkları																			
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	
0,17	0,17	0,12	0,10	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,05	0,05	0,03	0,000	0,004	0,005	

ϕ ve ψ ve π hesaplama adımlarını içeren tablolar aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.19. ϕ ve ψ ve π bulunması

ϕ ve ψ ve π hesaplama adımları																				
	A1		A2		A3		A4		A5		MAX-MİN									
Kriter 1	0,169		0,200		0,206		0,213		0,225		0,394									
Kriter 2	0,156		0,194		0,200		0,200		0,213		0,369									
Kriter 3	0,225		0,275		0,288		0,281		0,288		0,513									
Kriter 4	0,056		0,056		0,063		0,063		0,063		0,119									
Kriter 5	0,081		0,088		0,088		0,088		0,100		0,181									
Kriter 6	0,081		0,088		0,088		0,100		0,100		0,181									
Kriter 7	0,106		0,113		0,119		0,119		0,131		0,231									
Kriter 8	0,100		0,106		0,106		0,113		0,113		0,213									
Kriter 9	0,081		0,088		0,088		0,100		0,094		0,181									
Kriter 10	0,125		0,144		0,144		0,150		0,150		0,275									
Kriter 11	0,106		0,125		0,125		0,138		0,138		0,244									
Kriter 12	0,169		0,194		0,200		0,213		0,213		0,381									
Kriter 13	0,156		0,169		0,188		0,188		0,188		0,344									
Kriter 14	0,075		0,075		0,088		0,100		0,081		0,175									
Kriter 15	0,125		0,131		0,144		0,144		0,150		0,275									
Kriter 16	0,138		0,138		0,144		0,156		0,163		0,300									
Kriter 17	0,019		0,013		0,019		0,019		0,025		0,044									
Kriter 18	0,238		0,238		0,238		0,238		0,263		0,500									
Kriter 19	0,231		0,231		0,219		0,213		0,238		0,450									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	MAX
A1	0,13	0,12	0,09	0,09	0,16	0,09	0,06	0,08	0,06	0,18	0,15	0,10	0,02	0,16	0,17	0,11	0,02	0,23	0,25	0,225
A2	0,16	0,15	0,12	0,09	0,17	0,10	0,06	0,08	0,07	0,20	0,18	0,11	0,02	0,16	0,18	0,11	0,01	0,23	0,25	0,225
A3	0,16	0,16	0,12	0,10	0,17	0,10	0,07	0,08	0,07	0,20	0,18	0,12	0,02	0,19	0,20	0,12	0,02	0,23	0,23	0,225
A4	0,17	0,16	0,12	0,10	0,17	0,12	0,07	0,09	0,08	0,21	0,20	0,12	0,02	0,22	0,20	0,13	0,02	0,23	0,23	0,225
A5	0,17	0,17	0,12	0,10	0,20	0,12	0,07	0,09	0,07	0,21	0,20	0,12	0,02	0,18	0,21	0,13	0,03	0,25	0,25	0,249

Φ , ψ ve π değerleri (uzlaşım koşulların değerlendirildiği indeks değerleri) ve sıralama tablosunu aşağıdaki gibi elde ederiz.

Tablo 4.20. İndeks değerleri sonucu

ϕ ve ψ ve π değerleri						
	A1	A2	A3	A4	A5	MIN MAX
ϕ	2,2739	2,4530	2,5297	2,6256	2,7043	2,2739 2,7043
ψ	0,2252	0,2252	0,2252	0,2252	0,2489	0,2252 0,2489
π	0	0,2081	0,2972	0,4086	1	

Tüm bu işlemlerin sonucunda sıralama tablosu aşağıdaki gibi oluşur.

Tablo 4.21. Sıralama tablosu

Sıralama Tablosu					
	1	2	3	4	5
ϕ	A1	A2	A3	A4	A5
ψ	A1	A2	A3	A4	A5
π	A1	A2	A3	A4	A5

1.Koşul: $Q(A1) - Q(A2) \geq 0,25$ şartına bakılır.

2. Koşul: A1 alternatifi S ve/veya R indeks değerlerine bakılır. Burada en iyi alternatif A1 olmalıdır. Bu sonuçlar incelendiği zaman A1 alternatifi için hem S hem de R indeks değerlerine göre birinci sırada yer almaktadır. Böylece A1 kabul edilebilir istikrar koşulunu sağlamaktadır. Bu sonuca göre A1 en iyi alternatiftir.

4.2.7.3. Bulanık edas yönteminin uygulanması

Bulanık EDAS yöntemi ile tedarikçilerin değerlendirilmesi için 4 karar verici her alternatifi kriterler bazında değerlendirmiştir. Bu değerlendirme sırasında kullanılan sözel değerlendirme tablosu aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.22. Alternatif değerlendirmeleri için dilsel değişkenler

Rakam	Dilsel Değişkenler	Kısaltma	Bulanık Sayılar			
			l	m	n	u
9	Mükemmel İyi	EG	0,8	1	0	0
8	Çok İyi	VG	0,700	0,900	0,000	0,100
7	Orta İyi	MG	0,600	0,800	0,000	0,200
6	İyi	G	0,500	0,700	0,100	0,300
5	Düşük	AE	0,400	0,600	0,200	0,400
4	Kötü	B	0,300	0,500	0,200	0,500
3	Orta Kötü	MB	0,200	0,400	0,300	0,600
2	Çok Kötü	VB	0,100	0,300	0,400	0,700
1	Mükemmel Kötü	EB	0,000	0,200	0,500	0,800

Karar vericilerin alternatifleri kriter bazında yaptığı değerlendirme anketlerinin sonucu aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.23. Karar vericilerin alternatifleri değerlendirdiği anket

Alternatif değerlendirme tablosu													
Uzmanlar	Kriter No	A1	A2	A3	A4	A5	Uzmanlar	Kriter No	A1	A2	A3	A4	A5
UZMAN 1	Kriter 1	MG	G	G	AE	MB	UZMAN 3	Kriter 1	EG	VG	MG	MG	G
	Kriter 2	MG	MG	AE	AE	B		Kriter 2	EG	MG	G	AE	B
	Kriter 3	MG	AE	B	EB	EB		Kriter 3	EG	AE	B	AE	B
	Kriter 4	G	MG	AE	AE	AE		Kriter 4	G	G	AE	AE	AE
	Kriter 5	VG	G	G	G	B		Kriter 5	G	G	G	G	G
	Kriter 6	VG	G	AE	B	B		Kriter 6	G	G	G	G	G
	Kriter 7	VG	G	VB	B	B		Kriter 7	AE	AE	AE	AE	B
	Kriter 8	VG	G	AE	B	AE		Kriter 8	MG	G	G	G	AE
	Kriter 9	VG	G	AE	B	AE		Kriter 9	MG	MG	MG	G	G
	Kriter 10	EG	MG	AE	AE	AE		Kriter 10	MG	MG	MG	MG	AE
	Kriter 11	EG	G	AE	B	AE		Kriter 11	MG	G	G	G	B
	Kriter 12	EG	G	AE	MB	AE		Kriter 12	VG	G	G	AE	MB
	Kriter 13	VG	AE	VB	VB	EB		Kriter 13	B	B	B	B	VB
	Kriter 14	VG	VG	B	B	EG		Kriter 14	AE	G	G	B	B
	Kriter 15	MG	MG	AE	AE	AE		Kriter 15	VG	VG	B	MB	VB
	Kriter 16	MG	MG	B	B	B		Kriter 16	MG	MG	MG	G	B
	Kriter 17	B	AE	B	B	B		Kriter 17	AE	AE	AE	AE	AE
	Kriter 18	G	G	MG	MG	VG		Kriter 18	VG	AE	AE	AE	VG
	Kriter 19	MB	B	AE	EB	EB		Kriter 19	B	B	G	EB	EB
UZMAN 2	Kriter 1	EG	MG	MG	AE	MB	UZMAN 4	Kriter 1	EG	G	AE	B	B
	Kriter 2	EG	G	AE	AE	AE		Kriter 2	EG	AE	B	B	B
	Kriter 3	EG	B	B	MB	MB		Kriter 3	EG	B	B	B	MB
	Kriter 4	G	G	B	B	B		Kriter 4	G	AE	AE	AE	AE
	Kriter 5	MG	G	G	G	B		Kriter 5	G	G	AE	AE	AE
	Kriter 6	MG	G	AE	B	MB		Kriter 6	AE	AE	AE	AE	AE
	Kriter 7	MG	G	AE	AE	B		Kriter 7	MG	G	G	G	AE
	Kriter 8	MG	G	G	AE	B		Kriter 8	G	G	AE	AE	AE
	Kriter 9	MG	G	G	B	B		Kriter 9	G	G	G	G	G
	Kriter 10	VG	MG	MG	G	AE		Kriter 10	G	AE	AE	B	MB
	Kriter 11	VG	G	G	AE	AE		Kriter 11	AE	AE	AE	B	B
	Kriter 12	VG	G	AE	B	B		Kriter 12	AE	AE	B	VB	EB
	Kriter 13	VG	AE	B	B	B		Kriter 13	AE	AE	B	B	MB
	Kriter 14	MG	MG	MG	G	G		Kriter 14	G	AE	AE	B	B
	Kriter 15	AE	AE	AE	AE	AE		Kriter 15	VG	MG	G	AE	B
	Kriter 16	MG	MG	MG	B	B		Kriter 16	MG	G	AE	B	MB
	Kriter 17	AE	AE	AE	AE	B		Kriter 17	G	AE	AE	AE	AE
	Kriter 18	VB	MG	G	MG	VG		Kriter 18	MG	AE	G	MG	EG
	Kriter 19	MB	MB	MB	EB	EB		Kriter 19	AE	AE	AE	VB	VB

Tüm alternatiflerin kriterler bazında aldığı performans değerlerinin ortalaması alınarak aşağıdaki çözüm matrisi elde edilir.

Tablo 4.24. Kriterlerin ortalama bulanık değerleri

Alt Kriterler	Ortalama Bulanık Değerler			
Kriter 1	0,52	0,72	0,10	0,29
Kriter 2	0,47	0,67	0,13	0,33
Kriter 3	0,36	0,56	0,20	0,44
Kriter 4	0,41	0,61	0,17	0,39
Kriter 5	0,49	0,69	0,11	0,32
Kriter 6	0,45	0,65	0,14	0,36
Kriter 7	0,42	0,62	0,16	0,38
Kriter 8	0,47	0,67	0,13	0,33
Kriter 9	0,50	0,70	0,10	0,30
Kriter 10	0,51	0,71	0,10	0,29
Kriter 11	0,47	0,67	0,13	0,33
Kriter 12	0,42	0,62	0,18	0,38
Kriter 13	0,32	0,52	0,22	0,48
Kriter 14	0,48	0,68	0,11	0,32
Kriter 15	0,44	0,64	0,15	0,36
Kriter 16	0,46	0,66	0,11	0,35
Kriter 17	0,41	0,61	0,18	0,39
Kriter 18	0,40	0,60	0,18	0,40
Kriter 19	0,29	0,49	0,25	0,51

Alternatiflerin dilsel terimler kullanılarak değerlendirilmesinden sonra yamuksal bulanık sayılara dnüştürölmesiyle ortalama bulanık değerler bulunur. Daha sonra pozitif ve negatif uzaklık matrisleri bulmamız gerekir. Bu adımda kriterlerin fayda veya maliyet olmasına dikkat edilir. Problemimizde bulunan tüm kriterler fayda temelli olduğu için ilgili denklemlerin fayda kriteri kullanılır. Ortalamadan pozitif uzaklık matrisi aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.25. Ortalama pozitif uzaklık matrisi

	K1				K2				K3				K4			
Alternatif 1	1,15	2,10	-1,77	-1,15	1,01	2,01	-1,68	-1,01	0,77	1,90	-1,46	-0,77	-	-	-	-
Alternatif 2	0,72	1,67	-1,64	-0,72	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,28	1,36	-1,30	-0,28
Alternatif 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alternatif 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alternatif 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,68	0,45	-0,61	0,68	-	-	-	-
	K5				K6				K7				K8			
Alternatif 1	0,71	1,73	-1,63	-0,71	0,62	1,66	-1,55	-0,62	0,48	1,54	-1,41	-0,48	0,76	1,78	-1,68	-0,76
Alternatif 2	0,46	1,47	-1,47	-0,46	0,30	1,35	-1,31	-0,30	0,25	1,31	-1,26	-0,25	0,43	1,44	-1,43	-0,43
Alternatif 3	0,40	1,41	-1,40	-0,40	0,18	1,22	-1,19	-0,18	-	-	-	-	0,30	1,32	-1,31	-0,30
Alternatif 4	0,40	1,41	-1,40	-0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alternatif 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K9				K10				K11				K12			
Alternatif 1	0,83	1,86	-1,75	-0,83	1,02	1,99	-1,76	-1,02	0,93	1,93	-1,68	-0,93	0,88	1,91	-1,55	-0,88
Alternatif 2	0,56	1,58	-1,56	-0,56	-	-	-	-	0,36	1,36	-1,36	-0,36	0,23	1,26	-1,24	-0,23
Alternatif 3	0,49	1,52	-1,50	-0,49	-	-	-	-	0,30	1,30	-1,30	-0,30	-	-	-	-
Alternatif 4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	1,11	-1,24	-0,11	-	-	-	-
Alternatif 5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	1,05	-1,18	-0,05	-	-	-	-
	K13				K14				K15				K16			
Alternatif 1	0,23	1,47	-1,23	-0,23	0,62	1,64	-1,54	-0,62	0,52	1,54	-1,44	-0,52	0,66	1,79	-1,69	-0,66
Alternatif 2	-0,29	0,95	-0,86	0,29	0,57	1,60	-1,52	-0,57	0,54	1,56	-1,48	-0,54	0,59	1,73	-1,62	-0,59
Alternatif 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34	1,47	-1,43	-0,34
Alternatif 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alternatif 5	-	-	-	-	0,39	1,41	-1,39	-0,39	-	-	-	-	-	-	-	-
	K17				K18				K19							
Alternatif 1	-	-	-	-	0,08	1,14	-1,09	-0,08	-7,00	4,50	-5,50	7,00				
Alternatif 2	0,08	1,14	-1,10	-0,08	0,18	1,25	-1,20	-0,18	-	-	-	-				
Alternatif 3	0,15	1,20	-1,16	-0,15	0,25	1,31	-1,26	-0,25	-3,46	8,04	-7,17	3,46				
Alternatif 4	0,15	1,20	-1,16	-0,15	0,37	1,44	-1,39	-0,37	-0,33	11,17	-9,67	0,33				
Alternatif 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

Ortalamadan negatif uzaklık matrisi aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.26. Ortalama negatif uzaklık matrisi

	K1				K2				K3				K4			
Alternatif 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alternatif 2	-0,21	0,05	0,26	0,50	-	-	-	-	-0,54	-0,05	0,34	0,83	-	-	-	-
Alternatif 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,54	-0,05	0,34	0,83	-	-	-	-
Alternatif 4	-0,21	0,05	0,26	0,50	0,09	0,39	0,59	0,86	-0,54	-0,05	0,34	0,83	-0,31	0,31	0,44	1,06
Alternatif 5	-	-	-	-	-0,06	0,24	0,30	0,56	-	-	-	-	-0,31	0,31	0,44	1,06
	K5				K6				K7				K8			
Alternatif 1	-0,62	-0,16	0,31	0,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alternatif 2	-	-	-	-	-0,24	0	0,07	0,27	-0,20	0,05	0,24	0,46	-	-	-	-
Alternatif 3	-	-	-	-	-0,12	0,12	0,32	0,51	-	-	-	-	-	-	-	-
Alternatif 4	0,16	0,62	1,09	1,35	-0,24	0,00	0,07	0,27	-0,20	0,05	0,24	0,46	0,07	0,32	0,49	0,71
Alternatif 5	-0,62	-0,16	0,31	0,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,05	0,20	0,24	0,46
	K9				K10				K11				K12			
Alternatif 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,29	-0,07	0,15	0,39	-	-	-	-
Alternatif 2	-0,27	-0,02	0,17	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,24	0,00	0,07	0,27
Alternatif 3	-0,27	-0,02	0,17	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,12	0,12	0,32	0,51
Alternatif 4	-0,27	-0,02	0,17	0,42	-0,12	0,12	0,17	0,42	0,07	0,29	0,51	0,64	-0,24	-	0,07	0,27
Alternatif 5	-	-	-	-	-0,12	0,12	0,17	0,42	-0,29	-0,07	0,15	0,39	-	-	-	-
	K13				K14				K15				K16			
Alternatif 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alternatif 2	-0,20	0,05	0,24	0,46	-	-	-	-	-0,27	-0,02	0,17	0,42	-	-	-	-
Alternatif 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,27	-0,02	0,17	0,42	-	-	-	-
Alternatif 4	-0,20	0,05	0,24	0,46	0,07	0,32	0,49	0,71	-0,27	-0,02	0,17	0,42	-0,12	0,12	0,17	0,42
Alternatif 5	-	-	-	-	-0,05	0,20	0,24	0,46	-	-	-	-	-0,12	0,12	0,17	0,42
	K17				K18				K19							
Alternatif 1	-0,29	-0,07	0,15	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-				
Alternatif 2	-	-	-	-	-0,24	-	0,07	0,27	-0,20	0,05	0,24	0,46				
Alternatif 3	-	-	-	-	-0,12	0,12	0,32	0,51	-	-	-	-				
Alternatif 4	0,07	0,29	0,51	0,64	-0,24	-	0,07	0,27	-0,20	0,05	0,24	0,46				
Alternatif 5	-0,29	-0,07	0,15	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-				

Bulanık AHP sonucu bulunan 19 kriterin ağırlıkları Tablo 28’ de gösterilmiştir. Alternatiflerin ağırlıklı bulanık tüm pozitif skorları aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 4.27. Ağırlıklı bulanık pozitif değerler

Alternatif 1	0,72	1,69	-1,47	-0,72
Alternatif 2	0,33	1,02	-0,99	-0,33
Alternatif 3	0,06	0,35	-0,34	-0,06
Alternatif 4	0,03	0,18	-0,18	-0,03
Alternatif 5	-0,06	0,17	-0,19	0,06

Alternatiflerin ağırlıklı bulanık tüm negatif skorları aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 4.28. Ağırlıklı bulanık negatif değerler

Alternatif 1	-0,05	-0,01	0,02	0,06
Alternatif 2	-0,15	0,00	0,12	3,66
Alternatif 3	-0,10	0,00	0,08	0,17
Alternatif 4	-0,16	0,18	0,40	0,71
Alternatif 5	-0,10	0,09	0,15	0,34

Tüm alternatiflerin SPj ve SNj değerlerinin normalize edilmiş durumu gösterilir.

Tablo 4.29. SPj değeri

Normalize ağırlıklandırılmış pozitif uzaklıklar (nspj)									
Alternatif 1	0,72	1,69	-1,47	-0,72	0,06	11,62	27,16	-23,60	-11,62
Alternatif 2	0,33	1,02	-0,99	-0,33	0,01	5,33	16,35	-15,89	-5,33
Alternatif 3	0,06	0,35	-0,34	-0,06	0,00	0,93	5,61	-5,47	-0,93
Alternatif 4	0,03	0,18	-0,18	-0,03	0,00	0,46	2,92	-2,84	-0,46
Alternatif 5	-0,06	0,17	-0,19	0,06	-0,01	-0,98	2,71	-3,06	0,98
Maksimum 0,06									

Tablo 4.30. SNj değeri

Normalize ağırlıklandırılmış negatif uzaklıklar (nsnj)									
Alternatif 1	-0,05	-0,01	0,02	0,06	0,01	0,95	0,98	1,01	1,04
Alternatif 2	-0,15	0,00	0,12	3,66	1,17	-2,12	0,90	1,00	1,13
Alternatif 3	-0,10	0,00	0,08	0,17	0,04	0,86	0,94	1,00	1,08
Alternatif 4	-0,16	0,18	0,40	0,71	0,28	0,40	0,66	0,84	1,13
Alternatif 5	-0,10	0,09	0,15	0,34	0,12	0,71	0,87	0,93	1,09
Maksimum 1,17									

Yamuksal bulanık sayı değerlendirme skorlarının hesaplanması aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.31. Skor hesaplaması

Alternatif 1	6,29	14,07	-11,30	-5,29
Alternatif 2	1,61	8,63	-7,44	-2,10
Alternatif 3	0,90	3,27	-2,23	0,07
Alternatif 4	0,43	1,79	-1,00	0,34
Alternatif 5	-0,13	1,79	-1,07	1,03

Tüm bu işlemler sonucunda oluşan skorlar aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.32. Sıralama tablosu

Alternatif 1	1,00
Alternatif 2	0,26
Alternatif 3	0,51
Alternatif 4	0,39
Alternatif 5	0,37

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ana sanayilerin tedarikçilerin üzerlerindeki etkisi büyüktür. Bu sebeple ana sanayiler sürdürülebilirlik konusunda ne kadar ciddi tutum gösterirse tedarikçiler o kadar önem gösterir. Ana sanayilerin tedarikçi seçimi konusunda sürdürülebilirlik göstergelerini işin içerisine katarak tedarikçilerin bu konuda adım atmaları gerektiğini göstermektedir.

Günümüzde, işletmeler için stratejik bir avantaj sağlamak amacıyla öncelik verilen bir fonksiyon olarak satınalma, kritik bir rol oynamaktadır. Önceden yalnızca rutin faaliyetleri yönetilen bir süreç olarak kabul edilen satınalma, artık daha geniş bir öneme sahip olarak görülmektedir. Satınalma faaliyetleri, işletmenin uzun vadeli stratejik hedefleriyle uyumlu olarak belirlenen hedeflere odaklanarak, işletmelerin rekabetçi havada iyi bir konumda bulunmalarına yardımcı olmaktadır. Ana sanayiler satınalma yapmadan önce tedarikçileri çok kriter ile değerlendirmektedir. Sürdürülebilirlik kriteri satınalma önceliklerine günümüzde yerleşmiştir. Tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilirlik kavramları sadece ekonomik beklentilere göre değil, kaynakları sürdürülebilir kullanılması ve sosyal hakların korunmasına odaklanan yaklaşımları içermektedir. Tedarikçiler sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamaları ile varlıklarını sürdürülebilir yapacak ve müşteri memnuniyetinin artırılması, ürün kalitesinde standartları yakalama ve üretim süreçlerini güncel tutma gibi amaçlarında başarılı olacaklardır.

Bazı literatür çalışmalarında benzer şekilde pozitif ilişkilerin tespit edildiği görülmekte olup, müşteri ve tedarikçiler arasında karşılıklı kazançlı ilişkilerin kurulmasını öneren öneriler bulunmaktadır. Kalıcı bağlantılar sadece ortak çıkarları paylaşmakla sınırlı kalmaz, aynı zamanda birlikte yaratılan değeri artırır. Bu nedenle, organizasyonlar, paylaşılan değeri sürdürmek adına uygun sürdürülebilirlik temalı iş birliği stratejileri oluşturmak durumundadır.

Son yıllarda popülerleşen sürdürülebilirlik kavramı çok hızlı bir şekilde yönetim süreçlerimize dahil olmuş ve şirketler kendi pozisyonlarını sürdürülebilirlik başlığı altında değerlendirmeye başlamıştır. Çoğu şirket talimat ve prosedürlerini güncellemiş, yayınladıkları hedeflere sürdürülebilirlik öğelerini eklemiştir. Karar

ekibi tüm ÇKKV tekniklerinde farklı tecrübe ve bilgi sahibi olan çeşitli kişilerden oluşmuştur. Ayrıca model 5 ana kriter ve 19 alt kriterden oluşmuştur. Karar vericilerin verdiği anket yanıtları tutarlılık analizleri ile kontrol edilmiştir. Tutarlı sonuca ulaşmayan anket sonuçları tekrar karar vericiye iade edilmiş ve tutarlılık analizi sonucu tutarlı çıkana kadar tekrar doldurtulmuştur.

Bu çalışmada, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi kapsamında gerçekleştirilecek sürdürülebilir tedarikçi seçimi amacıyla Bulanık AHP, Bulanık EDAS ve Bulanık VIKOR yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılması sonucu oluşan bir ÇKKV modeli oluşturulmuştur. Bu model öncelikle Bulanık AHP aracılığıyla tüm kriterlerin ağırlıklarının bulunmasıyla başlamaktadır. Ardından ana kriter ve alt kriterler sonucunda nihai sonuç ağırlıklandırılmış alt kriterler bulunmuştur. Buradan alınan sonuçları en iyi alternatifleri belirlemek amacıyla Bulanık EDAS ve Bulanık VIKOR yöntemleri uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda sürdürülebilir tedarik zincirinin en önemli kriterinin çevre yönetimi olduğu ve sırasıyla sosyal yönetim, ekonomi yönetimi, kalite güvence yönetimi ve üretim yönetimi olduğu gözlemlenmiştir. Oluşturduğumuz modelde Bulanık AHP ile bulunan nihai kriter ağırlıkları Bulanık EDAS ve Bulanık VIKOR yöntemleri kullanılarak alternatifler değerlendirilmiş ve sıralamalar belirlenerek en önemli alternatif 1 olarak seçilmiştir.

KAYNAKLAR

- A, A., G, S., & M, D. B. (2019). Understanding sustainable supply chain coordination. *A review of publications in Brazilian journals*, 2-16.
- A. Karadoğan, A. B. (2001). Bulanık Küme Teorisinin Yeraltı Üretim Yöntemi Seçiminde. *Türkiye 17. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi*, 2-3.
- Abdullah M.S. Alkahtani , M.E. Woodward , K. AlBegain. (2006). Prioritised Best Effort Routing With Four Quality Of Service Metrics Applying The Concept Of The Analytic Hierarchy Process. *Computers & Operations Research*, 555-565.
- Ageron, B., Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2012). *Sustainable supply management*. Production Economics.
- AHMADOV, N. (2021). *Yeni nesil tedarik zincirlerinin gelişimi: Yeşil tedarik zinciri*. İstanbul.
- AKIN, N. G. (2016). Personel Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme: Bulanık Topsis Uygulaması. *Journal of Business Research Turk*.
- AKKAN, E., & BOZKURT, M. (2020). Covid-19 Süreci Ve Sürdürülebilirlikte Sosyal Boyutun Önemi: Türkiye’de Faaliyet Gösteren Gıda Perakendecilerinin Finansal Olmayan Raporları Üzerine Bir İçerik Analizi. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 2-3.
- Akman, G., Alkan, A. . (2006). Tedarik Zinciri Yönetiminde BAHF Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayi Örneği. *Cilt:5, Sayı:9, s.23-46*.
- Albayrak, Ö., & Erkayman, B. (2018). Bulanık Dematel Ve Edas Yöntemleri Kullanılarak Sporcular İçin Akıllı Bileklik Seçimi.
- Allen, R. (1980). *How to save the world*. London: Strategy for world conversation.
- AYDİN, Y. (2013). Bulanık Topsis Ve Vikor Yöntemi Kullanılarak Rüzgâr Enerjisi Santral Yer Seçimi.
- BAŞPINAR, A., & ÖZVARIŞ, Ş. B. (2021). Covid-19'un Sürdürülebilirlik Kalkınma Hedefleri Üzerine Etkileri. *Sağlık ve Toplum*, 1-3.
- Bayındır, S. (2021). *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme İle Temizlik Firması Seçimi*. Sakarya.
- BESKE, P. (2014). Dynamic Capabilities And Sustainable Supply Chain Management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 366-389.
- Bicer, A. (2021). *Automakers' chip crisis spreading to other sectors*. Anadolu Agency: <https://www.aa.com.tr/en/economy/automakers-chip-crisis-spreading-to-other-sectors/2194289> adresinden alındı
- Bowersox, D. J. (1969). *Readings in Physical Distribution Management: The logistics of marketing*. New York.

- Brundtland Commission, G. H. (1987). *Sustainability*. England: Brundtland Commission, Gro Harlem Brundtland.
- Büyüközkan, G., Kahraman, C., & Ruan, D. (2003). A fuzzy multi-criteria decision approach for software development strategy selection. *International Journal of General Systems* .
- C, C., & D.A, R. (2008). Framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 361-386.
- C.R., C., R., K., & C.M., G. (2000). Environmental Purchasing and firm performance: an empirical investigation. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 215-230.
- Chang, D. (1996). Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 649-655.
- Chen, C.-T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment, *Fuzzy Sets and Systems*.
- Chen, T., L., C.-T., & Huang, S. (2006). A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management. *International Journal of Production Economics*.
- Chopra, S. P. (2013). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation (Fifth Edition)*. New Jersey: Pearson Education Limited.
- CİCOS, İ. K. (2018). TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE SATINALMA FONKSİYONU İLE İŞLETME PERFORMANSI ARASINDAKİ İLİŞKİ VE BİR UYGULAMA. *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 119-120.
- Claro, D. (2013). Sustainability Drivers in Food Retail. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 365-367.
- Çetiner, P. D. (2011). Yeşil Ekonomi, Sürdürülebilir Kalkınma Vs... *Sabancı Üniversitesi | Düşünceler - Organik Tarım*, 2-3.
- Deng, H. (1999). Multicriteria Analysis with Fuzzy Pairwise Comparison. *International Journal of Approximate Reasoning*, 215-231.
- ECER, F. (2021). SUSTAINABLE SUPPLIER SELECTION: FUCOM SUBJECTIVE WEIGHTING METHOD BASED MAIRCA APPROACH. *İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER FAKÜLTESİ DERGİSİ*, 4-5.
- Ecer, F. (2021). Sustainable Supplier Selection: Fucom Subjective Weighting Method Based Mairca Approach. *Journal of Economics and Administrative Sciences Faculty*, 2-4.
- Eda Fendoğlu, Mehmet Ali Polat. (2020). *COVID-19 SALGINI'NIN OTOMOTİV ENDÜSTRİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ*. IVPE.
- Erdem, A., & Mustafa, B. (2020). Covid-19 Süreci Ve Sürdürülebilirlikte Sosyal Boyutun Önemi: Türkiye’de Faaliyet Gösteren Gıda Perakendecilerinin Finansal Olmayan Raporları Üzerine Bir İçerik Analizi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 3-4.

- Eşkin, P. Ö. (2019, 11 01). *Ekolojist*. Ekolojist: <https://ekolojist.net/surdurulebilirlik-nedir/> adresinden alındı
- Ghorabae, M. K., Olfat, L., & Turskis, Z. (2017). Multi-criteria inventory. *International Journal of Production Research*.
- Gold, S., Hahn, R., & Seuring, S. (2013). Sustainable supply chain management in “Base of the Pyramid” food projects- A path to triple bottom line approaches for multinationals?”. *International Business Review*, 780-801.
- Gonzalez E.D.R.S., S. J.-T. (2015). *Making real progress toward more*. Journal of Cleaner Production.
- Gopalakrishnan, K., Yusuf, Y. Y., Musa, A., Abubakar, T., & M., A. H. (2012). Sustainable supply chain management: A case study of British Aerospace (BAE) Systems. *International Journal Production Economics*, 192–202.
- Guillaume, G. (2021). *Chip shortage leads carmaker Opel to shut German plant until 2022*. Reuters.
- GÜLTEKİN, S. (2021). Tedarik Zinciri Yönetiminde Sürdürülebilirlik Uygulamaları Ve Malatya İli Örneği. 50-65.
- Güner, H. 2. (2005). Bulanık AHP ve bir işletme için tedarikçi seçimi problemine uygulanması. *Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi*, 45-50.
- Hammer, M. (2001). *The Superefficient Company*. Harvard Business.
- Heizer, J. &. (2014). Operations Management Sustainability and Supply Chain Management (11th ed.). *Pearson Education*.
- J.W., H. (2001). The Analytic Hierarchy Process: A Note On An Approach To Sensitivity Which Preserves Rank Order. *Computers & Operations Research*, 185-188.
- Jian-Zhong, L.-J. v. (2008). Interval Estimation for Aggregate Queries on Incomplete Data. *Harbin Institute of Technology*, 220.
- Kahraman, C. (2008). Fuzzy Multi-Criteria Decision Making: Theory and Applications with Recent Developments. . *Springer*, Chapter 16: 1-18.
- Kahraman, C. v. (2017). Group Decision-Making under Uncertainty: FAHP Using. *Chapman and Hall/CRC*., 125-160.
- Kahraman, C., Cebeci, U., Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. . *Logistics Information Management*, 382-394.
- KARASU, I. F. (2006). *Tedarik Zinciri Yönetiminin Yapısı ve İşleyişi*. Eskişehir.
- KAYPAK, Ş. (2011). Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Bir Kalkınma İçin Sürdürülebilir Bir Çevre. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 19-33.
- KIRIMHAN, S. (2005). (2005), Çevre Yönetimi: Nüfus, Kaynak ve Çevre İlişkileri,. *Turhan Kitabevi*.
- KOÇ, T. (2020). *Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri*. İstanbul.
- KPMG. (2020). *Possible Strategic Actions to Manage the Impacts of Covid-19 on the Supply Chain*. KPGM.

- Kuo, R., Chi, S., Kao, S. . (1997). A decision support system for locating convenience store through fuzzy AHP. *Computers & Industrial Engineering*, Capture 37: Pages: 320-330.
- Lee, H. L., & Billington, C. (1992). Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities. *Solar Management Review*, 65-73.
- Lin, C.-J., & Wu, W.-W. (2008). A Causal Analytical Method For Group Decision-Making Under Fuzzy Environment.
- Luthra, S. (2017). An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 1690-1699.
- Luthra, s., & Govindan, K. (2017). An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 1670-1699.
- Mahmoodzadeh, S. J., Shahrabi, Pariazar, M., Zaeri, M. . (2007). Project selection by using fuzzy AHP and TOPSIS technique. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 333-338.
- Martins, C. L., & Pato, M. V. (2019). Supply chain sustainability: A tertiary literature review. *Journal of Cleaner Production*, 990.
- Martins, C., & Pato, M. V. (2019). Supply chain sustainability: A tertiary literature review. . *Journal of Cleaner Production*, 990-996.
- Mehmet Kabak, B. E. (2021). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. *Nobel*, 4-6.
- MORELLİ, J. (2011). Environmental Sustainability: A Definition for Environmental Professionals. *Journal of Environmental Sustainability*.
- Nabıkoğlu, G. (2020). *COVID-19 Döneminde Küresel Tedarik Zincirlerinde Yaşananlar ve Dönüşüm*. Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi.
- Nebol, E. (2016). *TEDARİK ZİNCİRİ VE*. İstanbul Caddesi Sedef Sokak No.: 1 Kazımkarabekir /ANKARA: Nebol.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G.-H. . (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 440-456.
- Öğütü, A., KİBAR, F. A., MUHARREMOĞLU, Z. D., OTURAK, G., ÇOKLUK, S. T., GÜVEN, E. A., & ONUR, İ. (2022). *Evaluation of Anxiety Levels and Sleep Quality of Health Care Workers Working in Filiation During the COVID-19 Pandemic*. Sakarya: Turkish Journal Of Family Medicine And Primary Care.
- ÖZDEMİR, A. İ. (2004). Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2-3.
- ÖZKAN, A. Ş. (2021). *Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi ve iş*. Gebze.
- ÖZTÜRK, B. (2011). Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Bulanık Topsıs Ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci. *Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 140.
- P, T., F, T., & R, P. (2013). Performance measurement of sustainable supply chains. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 782-804.

- Pauli, G. (2010). *The Blue Economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs. Paradigm Publications.*
- R., A., & Maharjian, K. (2003). The Relationships Between Corporate Social Responsibility, Environmental Supplier Development and Firm Performance. *Journal of Cleaner Production.*
- Seuring, S., & Muller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 1699-1710.
- Silvestre, B. (2015). Sustainable supply chain management in emerging economies: Environmental.
- T.C. Cheng, S. P. (1996). *Just-in-Time Manufacturing: An introduction.* Chapman & Hall.
- TAN, K. K. (1998). Supply chain management: Supplier performance and firm performance. *International Journal of Purchasing and Material Management*, 2-8.
- TCHAIKOVSKY, Z. (2017). The Relationship Between Sustainable Supply Chain Management, Stakeholder Pressure, and Financial Performance. *Walden University Scholar Works, Walden Dissertations and Doctoral Studies.*
- Thomas L. Saaty, Mujgan Sagir Ozdemir. (2003). Negative Priorities in the Analytic Hierarchy Process. *Mathematical and Computer Modelling.*
- TURAN, A. (2017). İşletmelerde Sürdürülebilirlik Dinamikleri. *Beta Yayınları*, 95-120.
- Tzeng, G.-H., Chiang, C.-H., & Li, C.-W. (2007). Evaluating Intertwined Effects In E-Learning Programs: A Novel Hybrid MCDM Model Based On Factor Analysis And DEMATEL.
- Uddin, M. B. (2022). The effect of strategic commitment and supply chain collaboration on operational and innovation performance. *IIMB Management Review.*
- ÜLKER, S. N. (2019). *İnsan Kaynaklarında Bulanık Ahp Destekli Yetenek Yönetimi İle Liderlerin Belirlenmesi.* Sakarya.
- Vikipedi. (2022, 03 26). Vikipedi: tr.wikipedia.org/wiki/Sürdürülebilirlik adresinden alındı
- Ward, P. (2021, September 20). Autocar. Autocar: <https://www.autocar.co.uk/car-news/industry-newstech%2C-development-and-manufacturing/stock-take-experts-drill-motor-industrys> adresinden alındı
- White, M. (2013). "Sustainability: I know it When I see it". *Ecological Economics*, 212-217.
- WOLF, J. (2011). Sustainable Supply Chain Management Integration: A Qualitative Analysis of the German Manufacturing Industry. *Journal of Business Ethics*, 218–236.
- Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linquislic variable and its.

Zhu, K., Jing, Y., Chang, D. . (1999). A discussion of extent analysis method and applications of fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research* , 450-456.



EKLER

EK A. Boş anket örneği tablosu

EK B. Alternatif değlendirmelerin sayısallaştırıldığı tablolar



EK A

Tablo A.1.

Soldaki kriter önemli diyorsanız soldan işaretleyin.									Sağdaki kriter önemli diyorsanız sağdan işaretleyin.									
kesinlikle daha önemli	mutlak önemli	çok daha önemli	biraz önemli	nispeten daha önemli	orta önemli	biraz daha önemli	zayıf önemli	Kriterler	eşit derece önemli	Kriterler	zayıf önemli	biraz daha önemli	orta önemli	nispeten daha önemli	biraz önemli	çok daha önemli	mutlak önemli	kesinlikle daha önemli
9	8	7	6	5	4	3	2		1		2	3	4	5	6	7	8	9
								Çevre Yönetimi		Sosyal Yönetimi								
								Çevre Yönetimi		Kalite Güvence Yönetimi								
								Çevre Yönetimi		Ekonomi Yönetimi								
								Çevre Yönetimi		Üretim Yönetimi								
								Sosyal Yönetim		Kalite Güvence Yönetimi								
								Sosyal Yönetim		Ekonomi Yönetimi								
								Sosyal Yönetim		Üretim Yönetimi								
								Kalite Güvence Yönetimi		Ekonomi Yönetimi								
								Kalite Güvence Yönetimi		Üretim Yönetimi								
								Ekonomi Yönetimi		Üretim Yönetimi								
								Yeşil Tasarım Uygulamalarının Yapılması		Yenilenebilir Olan Enerji Kaynaklarının Tüketimi								
								Yeşil Tasarım Uygulamalarının Yapılması		Kirli Atık Yönetim Sisteminin Yapılması								
								Yeşil Tasarım Uygulamalarının Yapılması		Çevresel Şirket İçi Eğitim ve Bilinçlendirme Faaliyetlerinin Devamlılığı								
								Yenilenebilir Olan Enerji Kaynaklarının Tüketimi		Kirli Atık Yönetim Sisteminin Yapılması								
								Yenilenebilir Olan Enerji Kaynaklarının Tüketimi		Çevresel Şirket İçi Eğitim ve Bilinçlendirme Faaliyetlerinin Devamlılığı								
								Kirli Atık Yönetim Sisteminin Yapılması		Çevresel Şirket İçi Eğitim ve Bilinçlendirme Faaliyetlerinin Devamlılığı								
								Çocuk İşçi Çalıştırmama		Kariyer Destek Programları								
								Çocuk İşçi Çalıştırmama		Özel Sağlık Sigortası Desteği								
								Çocuk İşçi Çalıştırmama		Çalışma Koşullarının Sürekli İyileştirilmesi								
								Çocuk İşçi Çalıştırmama		Sosyal Faaliyetler ve Yan Hakların İyileştirilmesi								
								Kariyer Destek Programları		Özel Sağlık Sigortası Desteği								
								Kariyer Destek Programları		Çalışma Koşullarının Sürekli İyileştirilmesi								

Kariyer Destek Programları	Sosyal Faaliyetler ve Yan Hakların İyileştirilmesi
Özel Sağlık Sigortası Desteği	Çalışma Koşullarının Sürekli İyileştirilmesi
Özel Sağlık Sigortası Desteği	Sosyal Faaliyetler ve Yan Hakların İyileştirilmesi
Çalışma Koşullarının Sürekli İyileştirilmesi	Sosyal Faaliyetler ve Yan Hakların İyileştirilmesi
Otomotiv Kalite Yönetiminin Varlığı	İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Varlığı
Otomotiv Kalite Yönetiminin Varlığı	Çevre Yönetim Sisteminin Varlığı
Otomotiv Kalite Yönetiminin Varlığı	Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi Varlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Varlığı	Çevre Yönetim Sisteminin Varlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Varlığı	Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi Varlığı
Çevre Yönetim Sisteminin Varlığı	Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi Varlığı
Fiyat/Kalite Oranı	Ar-Ge,İnovasyon Kapasitesi ve Maliyet Azaltıcı Aktiviteler
Fiyat/Kalite Oranı	Sürdürülebilir Finansal Faaliyetler
Ar-Ge,İnovasyon Kapasitesi ve Maliyet Azaltıcı Aktiviteler	Sürdürülebilir Finansal Faaliyetler
Alan Kullanımı	Esneklik
Alan Kullanımı	Sevkiyat Performansı
Esneklik	Sevkiyat Performansı

EK B

Tablo B.1.

Alternatif değerlendirme lerin sayı sallaştırıldığı tablo																					
		A1				A2				A3				A4				A5			
UZMAN 1	Kri ter 1	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,200	0,400	0,300	0,600
	Kri ter 2	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 3	0,600	0,800	0,000	0,200	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,000	0,200	0,500	0,800	0,000	0,200	0,500	0,800
	Kri ter 4	0,500	0,700	0,100	0,300	0,600	0,800	0,000	0,200	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 5	0,700	0,900	0,000	0,100	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 6	0,700	0,900	0,000	0,100	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 7	0,700	0,900	0,000	0,100	0,500	0,700	0,100	0,300	0,100	0,300	0,400	0,700	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 8	0,700	0,900	0,000	0,100	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 9	0,700	0,900	0,000	0,100	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 10	0,800	1,000	0,000	0,000	0,600	0,800	0,000	0,200	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 11	0,800	1,000	0,000	0,000	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 12	0,800	1,000	0,000	0,000	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,200	0,400	0,300	0,600	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 13	0,700	0,900	0,000	0,100	0,400	0,600	0,200	0,400	0,100	0,300	0,400	0,700	0,100	0,300	0,400	0,700	0,000	0,200	0,500	0,800
	Kri ter 14	0,700	0,900	0,000	0,100	0,700	0,900	0,000	0,100	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,800	1,000	0,000	0,000
	Kri ter 15	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 16	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 17	0,300	0,500	0,200	0,500	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 18	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,000	0,200	0,500	0,800
	Kri ter 19	0,200	0,400	0,300	0,600	0,300	0,500	0,200	0,500	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,000	0,200	0,500	0,800

Tablo B.2.

Alternatif değerlendirilmelerin sayısallaştırıldığı tablo																					
A1					A2				A3				A4				A5				
UZMAN 2	Kriter 1	0,800	1,000	0,000	0,000	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,400	0,600	0,200	0,400	0,200	0,400	0,300	0,600
	Kriter 2	0,800	1,000	0,000	0,000	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kriter 3	0,800	1,000	0,000	0,000	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,200	0,400	0,300	0,600	0,200	0,400	0,300	0,600
	Kriter 4	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kriter 5	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kriter 6	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,200	0,400	0,300	0,600
	Kriter 7	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kriter 8	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kriter 9	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kriter 10	0,700	0,900	0,000	0,100	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kriter 11	0,700	0,900	0,000	0,100	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kriter 12	0,700	0,900	0,000	0,100	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kriter 13	0,700	0,900	0,000	0,100	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kriter 14	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300
	Kriter 15	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kriter 16	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kriter 17	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kriter 18	0,100	0,300	0,400	0,700	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,600	0,800	0,000	0,200	0,000	0,200	0,500	0,800
	Kriter 19	0,200	0,400	0,300	0,600	0,200	0,400	0,300	0,600	0,200	0,400	0,300	0,600	0,500	0,700	0,100	0,300	0,000	0,200	0,500	0,800

Tablo B.3.

Alternatif değerlendirmeerin sayısallaştırıldığı tablo																					
UZMAN 3	A1				A2				A3				A4				A5				
	Kri ter 1	0,800	1,000	0,000	0,000	0,700	0,900	0,000	0,100	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300
	Kri ter 2	0,800	1,000	0,000	0,000	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 3	0,800	1,000	0,000	0,000	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 4	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 5	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300
	Kri ter 6	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300
	Kri ter 7	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 8	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 9	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300
	Kri ter 10	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 11	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 12	0,700	0,900	0,000	0,100	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,200	0,400	0,300	0,600
	Kri ter 13	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,100	0,300	0,400	0,700
	Kri ter 14	0,400	0,600	0,200	0,400	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 15	0,700	0,900	0,000	0,100	0,700	0,900	0,000	0,100	0,300	0,500	0,200	0,500	0,200	0,400	0,300	0,600	0,100	0,300	0,400	0,700
	Kri ter 16	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 17	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 18	0,700	0,900	0,000	0,100	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,000	0,200	0,500	0,800
	Kri ter 19	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,500	0,700	0,100	0,300	0,600	0,800	0,000	0,200	0,000	0,200	0,500	0,800

Tablo B.4.

Alternatif değerlendirmelerin sayısallaştırıldığı tablo																					
A1					A2				A3				A4				A5				
UZMAN 4	Kri ter 1	0,800	1,000	0,000	0,000	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 2	0,800	1,000	0,000	0,000	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 3	0,800	1,000	0,000	0,000	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,200	0,400	0,300	0,600
	Kri ter 4	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 5	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 6	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 7	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 8	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 9	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300	0,500	0,700	0,100	0,300
	Kri ter 10	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,200	0,400	0,300	0,600
	Kri ter 11	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 12	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,100	0,300	0,400	0,700	0,000	0,200	0,500	0,800
	Kri ter 13	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500	0,200	0,400	0,300	0,600
	Kri ter 14	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 15	0,700	0,900	0,000	0,100	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500
	Kri ter 16	0,600	0,800	0,000	0,200	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,300	0,500	0,200	0,500	0,200	0,400	0,300	0,600
	Kri ter 17	0,500	0,700	0,100	0,300	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400
	Kri ter 18	0,600	0,800	0,000	0,200	0,400	0,600	0,200	0,400	0,500	0,700	0,100	0,300	0,600	0,800	0,000	0,200	0,100	0,300	0,400	0,700
	Kri ter 19	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,400	0,600	0,200	0,400	0,500	0,700	0,100	0,300	0,100	0,300	0,400	0,700



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Burhan ÜLKER

ÖĞRENİM DURUMU:

- Lisans** : 2020, Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği
- Yükseklisans** : 2024, Sakarya Üniversitesi, İmalat Mühendisliği (YL)

MESLEKİ DENEYİM

- 2016-2018 yılları arasında Sakarya Üniversitesi UZEM' de çalıştı.
- 2020 yılından beri OTOKAR Otomotiv ve Savunma Sanayi A.Ş. de çalışıyor.