

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BULANIK AHP VE BULANIK TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE BİR
PASLANMAZ ÇELİK FİRMASINDA YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ**

RÜYA VURAL ASLAN

KOCAELİ 2023

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BULANIK AHP VE BULANIK TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE BİR
PASLANMAZ ÇELİK FİRMASINDA YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ**

RÜYA VURAL ASLAN

Dr.Öğr.Üyesi Yıldız ŞAHİN
Danışman, Kocaeli Üniv.

.....

Doç.Dr. Burcu ÖZCAN TÜRKKAN
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

.....

Prof.Dr. Semra BİRGÜN
Jüri Üyesi, Doğu Üniv.

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 23.01.2023

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmasında,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Rüya VURAL ASLAN

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımını bana ait olacaktır.

Tezin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

Rüya VURAL ASLAN

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Paslanmaz çelik sektöründe bulunan bir firma için kurulacak ekonomizer yatırımına en uygun tedarikçinin seçilmesi istemiştir. Seçim sırasında tedarikçilerin yeşil yanlarının da dikkate alınması talep edilmiştir. En uygun yeşil tedarikçi seçimi yapılarak sektöre katkı sağlanmış ve üç yöntem entegre hale getirilerek etkili bir tedarikçi seçim yönetimi hedeflenmiştir.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde desteklerinin benden esirgemeyen, sorularıma vakit ayırıp yanıtsız bırakmayan, bilgilerini ve tecrübelerini her zaman aktaran, motivasyonumu her durumda yüksek tutan, güler yüzünü ve samimiyetini esirgemeyen sevgili danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Yıldız ŞAHİN'e binlerce teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca hayatım boyunca beni destekleyen her zaman yanımda duran sevgili aileme de sonsuz minnet duygularımı sunarım.

Ocak- 2023

Rüya VURAL ASLAN

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ.....	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. TEDARİKÇİ PERFORMANS ANALİZİ.....	3
3. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ.....	4
3.2. Oran Analizi.....	4
3.3. Parametrik Yöntemler.....	5
3.3.1. Stokastik Sınır Yaklaşımı.....	6
3.3.2. Serbest Dağılım Yaklaşımı.....	6
3.3.3. Kalın Sınır Yaklaşımı.....	6
3.4. Parametrik Olmayan Yöntemler.....	6
3.4.1. Serbest Atılabilir Zarf (SAZ).....	7
3.4.2. Veri Zarflama Analizi.....	7
3.4.3. Veri Zarflama Analizi Literatür Taraması.....	9
4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ.....	11
4.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS).....	17
4.2. TOPSIS.....	19
4.2.1. TOPSIS Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları.....	20
4.2.2. TOPSIS Yönteminin Analizi.....	20
5. BULANIK MANTIK VE ÇKKV YÖNTEMLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ.....	24
5.1. Bulanık Sayılar.....	25
5.2. Üçgensel Bulanık Sayılar.....	25
5.3. Yamuk Bulanık Sayılar.....	26
6. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (BAHS).....	27
6.1. Van Laarhoven ve Pedrycz BAHS Yöntemi.....	27
6.2. Buckley BAHS Yöntemi.....	27
6.3. Chang'ın Genişletilmiş Analiz Yöntemi.....	28
6.4. Cheng BAHS Yöntemi.....	29
6.5. Mikhailov BAHS Yöntemi.....	30
6.6. Enea ve Piazza BAHS Yöntemi.....	30
7. BTOPSIS YÖNTEMİ.....	31
7.1. BTOPSIS Çözüm Adımları.....	32
8. YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ.....	35
8.1. Yeşil Tedarik Zincirinin Gelişim Süreci.....	35
8.2. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetim Kavramı.....	36
8.3. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetim Faaliyetleri.....	37
8.4. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminin Tercih Edilmesinin Nedenleri.....	39
8.5. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Faydaları.....	40
9. YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ.....	42

10. PASLANMAZ ÇELİK SEKTÖRÜNDEKİ BİR FİRMADA YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ UYGULAMASI	49
10.1. Ekonomizer Nedir?	50
10.2. Fabrikanın Ekonomizer Tedarikçisinden Beklentileri	51
10.3. VZA Yönetimi ile Etkin Tedarikçi Belirleme	51
10.4. BAHS ile En Uygun Yeşil Tedarikçinin Seçimi	58
10.4.1. Maliyet Ana Kriteri ve Alt Kriterleri	59
10.4.2. Kalite Ana Kriteri ve Alt Kriterleri	59
10.4.3. Teslimat Ana Kriteri ve Alt Kriterleri	59
10.4.4. Yeşil Yetkinlikler Ana Kriteri ve Alt Kriterleri	59
10.4.5. Analitik Hiyerarşi Ağ Yapısının Oluşturulması ve Anket Çalışması	60
10.4.6. BAHS Çözümü	61
10.5. BTOPSIS ile En Uygun Yeşil Tedarikçinin Seçimi	63
11. SONUÇ VE ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR	69
EKLER	77
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	81
ÖZGEÇMİŞ	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesin Ağ Yapısı	17
Şekil 4.2. Karar Matrisi	21
Şekil 4.3. Normalizasyon Formülü ve Normalize Edilmiş Matris	21
Şekil 4.4. Ağırlıklandırılmış Matris.....	22
Şekil 5.1. Üçgensel Bulanık Sayı	25
Şekil 8.1. Geleneksel Tedarik Zinciri.....	36
Şekil 8.2. Geleneksel Tedarik Zinciri Yönetimi.....	36
Şekil 9.1. Tedarikçi Seçimi ve Seçim Süreci.....	46
Şekil 9.2. Tedarikçi Seçimi	48
Şekil 10.1. Veri Tablosunun Excel'de Model Olarak Gösterilmesi.....	54
Şekil 10.2. Excel Solver Eklentisinin Çalıştırılması.....	55
Şekil 10.3. Excel'de Ağırlık Değişkenlerinin Seçilmesi.....	56
Şekil 10.4. Excel'de Kısıtlamaların Seçilmesi	57
Şekil 10.5. Karar Problemine Ait Hiyerarşik Yapı.....	60

TABLolar DİZİNİ

Tablo 4.1.	Önem Dereceleri Çizelgesi.....	18
Tablo 4.2.	Rassallık İndeksi	19
Tablo 6.1.	Bulanık Sayıların Dereceleri	28
Tablo 7.1.	Dilsel İfadeler Tablosu	31
Tablo 9.1.	Yeşil Tedarikçi Seçim Kriterleri	45
Tablo 10.1.	Analiz Verileri.....	53
Tablo 10.2.	Tedarikçi 1 için Etkinlik Skoru	57
Tablo 10.3.	Tedarikçilerin Etkinlik Durumları.....	58
Tablo 10.4.	Tedarikçi Seçim Kriterleri.....	58
Tablo 10.5.	Ana Kriterlerin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi.....	61
Tablo 10.6.	Maliyet Kriterleri Karşılaştırma Matrisi	62
Tablo 10.7.	Kalite Kriterleri Karşılaştırma Matrisi	62
Tablo 10.8.	Teslimat Kriterleri Karşılaştırma Matrisi.....	62
Tablo 10.9.	Yeşil Yetkinlikler Karşılaştırma Matrisi.....	62
Tablo 10.10.	Yeşil Yetkinlikler için Önem Ağırlıkları	63
Tablo 10.11.	Amaç Ana Ölçütleri	63
Tablo 10.12.	Seçim Kriterlerinin Değerlendirilmesi.....	64
Tablo 10.13.	Alternatiflerin Üçgen Bulanık Sayılarla Gösterimi.....	64
Tablo 10.14.	Bulanık Karar Matrisi	65
Tablo 10.15.	Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi	65
Tablo 10.16.	Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi	65
Tablo 10.17.	Negatif ve Pozitif İdeal Çözümün Belirlenmesi	66
Tablo 10.18.	Her Kriter için di+ ve di- Değerleri.....	66
Tablo 10.19.	Tedarikçilerin Sıralanması	66

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

ANP	: Analytic Network Process (Analitik Ağ Süreci)
ARAS	: Additive Ratio Assessment (Katkı Oranı Değerlendirmesi)
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi
DEA	: Data Envelopment Analysis (Veri Zarflama Analizi)
EATWOS	: Efficiency Analysis Technique with Output Satisficing (Çıktı Tatmin Edici Verimlilik Analiz Tekniği)
EATWIOS	: Efficiency Analysis Technique Input with Output Satisficing (Verimlilik Analiz Tekniği Girdi Tatmin Edici Çıktı)
GRA	: Grey Relational Analysis (Gri İlişkisel Analiz)
KPI	: Key Performance Indicator (Temel Performans Göstergesi)
KVB	: Karar Verme Birimi
MAUT	: Multi Attribute Utility Theory (Çok Nitelikli Fayda Teorisi)
MOORA	: Multi Objective Optimization by Ratio Analysis (Oran Analizi ile Çok Amaçlı Optimizasyon)
MULTIMOORA	: Multiple Objective Optimization on The Basis of Ratio Analysis Plus Full Multiplicative Form (Oran Analizi Artı Tam Çarpımsal Form Temelinde Çok Amaçlı Optimizasyon)
OCRA	: Operational Competitiveness Rating (Operasyonel Rekabet Derecelendirmesi)
SAW	: Simple Additive Weighting (Basit Toplamlı Ağırlıklandırma)
SMART	: Simple Multi Attribute Ranking Technique (Temel Çok Ölçütlü Değerlendirme Tekniği)
SWARA	: Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizi)
UTA	: Utility Additive (Yardımcı Katkı)
VZA	: Veri Zarflama Analizi
WSM	: Weighted Sum Model (Ağırlıklı Toplam Yöntemi)
WTM	: Weighted Product Model (Ağırlıklı Çarpım Modeli)

BULANIK AHP VE BULANIK TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE BİR PASLANMAZ ÇELİK FİRMASINDA YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ

ÖZET

Rekabetin, teknolojik gelişme ve ilerlemelerin yoğun olduğu günümüz şartlarında, şirketlerin devamlılıklarını sağlayabilmeleri, ekonomik verimliliklerini arttırabilmeleri için sadece kendi etkinlik alanları ne yazık ki yeterli olamamaktadır. Şirketlerin satın alma işlemleri sırasında tercih etmiş oldukları tedarikçilerinden aldıkları ürün ya da hizmetler de şirketlerin verimliliklerini etkilemektedir. Almış oldukları ürün ya da hizmetlerin kalitesi, şirketin verimlilik artışını önemli düzeyde etkilemektedir. Bu nedenle bir şirket için alım yapabileceği en uygun ve en doğru tedarikçiyi seçebilmek önem arz etmektedir. Seçim aşamasında karşılaşılan en büyük sorun ise şirketlerin kullanmış oldukları dilsel ifadelerdir. Bu zaman zaman doğru seçim yapmayı olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle oluşan bu zorlukları elemine edebilmek amacıyla bulanık mantığın etkin yöntemlerini kullanmak gerekmektedir. Bu çalışmada Veri Zarflama Analizi yapılarak etkin tedarikçiler belirlenmiştir. Etkin tedarikçiler arasından da en elverişli yeşil tedarikçinin tercihi için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi ile TOPSİS yönetiminin bulanık mantık ile entegre edilmesi sonucunda oluşan Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi (BAHS) ve Bulanık TOPSIS yönetimi ile yapılmıştır. Bu yöntemlerin tercih edilmesi ile paslanmaz çelik sektöründe faaliyet gösteren bir kuruluş için en makul ekonomizer üreten tedarikçi tercih edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci, Bulanık Mantık, Bulanık TOPSIS, Tedarikçi Seçimi, Veri Zarflama.

GREEN SUPPLIER SELECTION IN A STAINLESS STEEL COMPANY WITH FURIOUS AHP AND FURIOUS TOPSIS METHODS

ABSTRACT

In today's conditions, where competition, technological developments and advances are intense, only their own activity areas are unfortunately not enough for companies to ensure their continuity and increase their economic efficiency. The products or services that companies receive from their preferred suppliers during their purchasing processes also affect the productivity of companies. The quality of the products or services they receive significantly affects the productivity increase of the company. For this reason, it is important for a company to choose the most suitable and correct supplier from which to purchase. The biggest problem encountered during the selection phase is the linguistic expressions used by the companies. This can negatively affect making the right choice from time to time. For this reason, it is necessary to use effective methods of fuzzy logic in order to eliminate these difficulties. In this study, effective suppliers were determined by using Data Envelopment Analysis. For the selection of the most suitable green supplier among the effective suppliers, the Analytical Hierarchy Process (AHS) Method and the Fuzzy Analytical Hierarchy Process method (B-AHS) and Fuzzy TOPSIS management, which are formed as a result of integrating TOPSIS management with fuzzy logic, were made. By using these methods, the supplier that produces the most suitable economizer for a factory operating in the stainless steel sector has been selected.

Keywords: Fuzzy Analytical Hierarchy Process, Fuzzy Logic, Fuzzy TOPSIS, Supplier Selection, Data Envelopment.

1. GİRİŞ

İşletmelerin sürekli olarak çalıştıkları ve talep edilen işleri istedikleri şekilde yapacaklarını düşündükleri, hızlı aksiyon alan ve güvendikleri tedarikçileri bulunmaktadır. İşletmeler, bu tedarikçiler ile devamlı çalıştıklarından dolayı çoğu zaman performans ölçümlerini dikkate almayabilirler. Ayrıca bu tedarikçilerin çevre bilinçlerini, yeşil tedarikçi olup olmadıklarını da göz ardı edebilirler. Ancak, iş bazında çoğu zaman küçük çaplı görünse de imalat işleri bir işletmede düzeni ve sistematikliğin devamlılığını sağlayan, üretim hatlarındaki makine parçalarına ait ekipmanların sorunsuz bir şekilde çalışmasını devam ettirmesi açısından önemli hususlardır. Bu sebeple bu alanda sürekli olarak tercih edilen tedarikçilerin performans etkinliğinin ölçülmesi ve etkin olmayan tedarikçiler için iyileştirme önerileri sunulması işletmenin kendi iç işleyişi ve düzeninin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca etkin olan tedarikçiler arasından da en uygun yeşil tedarikçilerin seçilmesi işletmenin ihtiyacı olan imalat ürünlerini sorunsuz bir şekilde kullanması için önem arz edecektir.

Tedarikçilerden alınan hizmetlerin istenilen hedefe ulaşp ulaşmadığını anlamak için performans etkinliklerinin ölçülmesi gerekmektedir. Performans ölçümlerinde kullanılan yöntemlerden birisi etkinlik analizidir. Etkinlik analizi içinde yer alan tekniklerden biri olan Veri Zarflama Analizi bu tez kapsamında kullanılacak yöntemlerden biridir. Veri Zarflama Analizi kapsamında kullanılacak olan veriler ise paslanmaz çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin imalat tedarikçilerine ait veri tabanlarından elde edilecektir. Tedarikçilere ait performans puanları, şirketin tüm tedarikçileri için oluşturduğu her bir sözleşme için yapılan değerlendirme puanlarının yer aldığı veri tabanından alınacaktır. Kalite yönetim sistemi sertifika sayısı ile ilgili veriler, tedarikçilerin yılsonunda değerlendirildikleri veri tabanından, ihale kazanma sayısı verileri, şirketin ERP sisteminde bulunan sözleşmelerin yer aldığı veri tabanından, tasarruf tutarları ise şirketin satın alma departmanı çalışanlarının Temel Performans Göstergelerinin (KPI-Key Performance Indicator) listelendiği veri tabanındaki tasarruf bölümünden alınacaktır. Teslimat ve kapasite verileri ise her ihale için yapılan ve satın alma yöneticileri tarafından onaylanan ihale sonucu analiz raporlarından alınacaktır.

Etkin olan tedarikçiler arasından en makul yeşil tedarikçinin seçilmesi için de Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi uygulanacaktır. BAHS yöntemindeki kriterler ise paslanmaz çelik sektöründeki işletmenin kendi tedarikçileri için belirlediği kriterlerden yararlanılarak belirlenecektir. Kriterler arasına yeşil tedarikçi seçimi kriterleri de eklenerek işletmenin çevre bilinci yüksek tedarikçiler ile çalışması sağlanacaktır. Bulanık kriterleri kendi arasında karşılaştırmak için anket yönteminden yararlanılacaktır. Anket değerlendirmesi ise aralarında endüstri ve makine mühendislerinin bulunduğu satın alma uzmanları ve mekanik bakım mühendislerinin yer aldığı uzman ekip tarafından yapılacaktır. Anket sonucunda elde edilen değerlendirmeler sonucunda bulanık olan ifadeler sayısal hale getirilecektir. BAHS yönetiminin analizi ile her bir kriterin ağırlıkları belirlenecektir.

Çok Kriterli Karar Verme Uygulamalarından olan BTOPSIS yöntemi ile de ağırlıkları belirlenen kriterlere göre en uygun yeşil tedarikçilerin sıralaması yapılacaktır. Elde edilen sonuca göre de işletmenin ihtiyacı olduğundan destek alabileceği tedarikçi belirlenmiş olacaktır.

BAHS ve BTOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanılmasının amacı ise paslanmaz çelik sektöründeki imalat tedarikçilerinin seçiminde entegre bir yöntemi uygulayarak tedarikçi seçimini kuvvetlendirmektir. Ayrıca yapılan literatür araştırmalarında imalat tedarikçilerinin seçimi için VZA, BAHS, BTOPSIS ve yeşil tedarikçi seçim yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamış olmasıdır.

2. TEDARİKÇİ PERFORMANS ANALİZİ

İşletmelerin üretim ya da hizmet proseslerini sürdürebilmeleri için onlara destek olan tedarikçiler, işletmelerin verimliliklerini sağlamaları, süreçlerine katkıda bulunmaları açısından önem arz etmektedirler. Günümüzde gelişen teknoloji ve rekabet koşulları gereği işletmelerin tek başlarına üretim veya hizmet alanındaki işlevlerini yerine getirmeleri büyük olasılıkla mümkün değildir. Bunun için de tedarikçilerine ihtiyaçları vardır. Bu nedenle de işletmeleri tedarikçileri ile bir bütün olarak değerlendirmemiz doğru olacaktır.

Tedarikçi bir işletmeye ürün ya da hizmet sunan kişi ya da kuruluşlardır. Tedarik zincirinin en önemli bileşenlerinden tedarikçilerin doğru seçimi ve performanslarının değerlendirilmesi bir şirketin verimliliği açısından önemlidir.

İşletmenin seçmiş olduğu tedarikçilerin performanslarının sonuçları işletmeyi de etkilediğinden dolayı işletme özellikle devamlı hizmet aldığı tedarikçilerinin performans etkinliğini ölçmeli ve yeterli seviyede olmayan tedarikçilerin gelişimi için önerilerde bulunmalıdır.

3. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Tedarikçilerden alınan hizmetlerin istenilen hedefe ulaşp ulaşmadığını anlamak için de performans etkinliklerinin ölçülmesi gerekmektedir. Performans ölçümlerinde etkinlik analizi en sık kullanılan yöntemlerden biridir.

Etkinlik analizinde, çıktı olarak belirlenen mal ve hizmetlerin üretilirken sistem girdilerinin yani kaynaklarının ne kadar etkin ve verimli kullanıldıkları belirlenmektedir. Üretkenlik olarak da ifade edilen verimlilik kavramı, var olan girdilerle ne kadar çıktı üretilbileceğini ifade ederken, etkinlik olarak ifade edilen kavram ise işletmelerin üretim yapabilmeleri için hangi kaynaklarda hangi seviyelerde yararlanmaları gerektiğini ya da bu kaynakları üretim için nasıl kullanacaklarının gösterildiği bir performans içeriğidir.

Performans ölçümünde kullanılan analiz yöntemleri üç başlık altında toplanabilir:

- Oran Analizi
- Parametrik Yöntemler (Serbest Dağılım Yaklaşımı, Stokastik Sınır Yönetimi ve kalın sınır yaklaşımı)
- Parametrik Olmayan Yaklaşımlar (Serbest Atılabilir Zarf, Veri Zarflama Analizi)

Bu tez çalışmasında veri zarflama analizi kullanılarak en etkin tedarikçi bulmak amaçlanmıştır.

3.2. Oran Analizi

Etkinlik ölçümünde kullanılan en basit olan yöntemdir. Basit olmasından kaynaklı olarak en çok tercih edilen yöntem olarak bilinmektedir.

Bir tane girdi ile bir tane çıktı oran analizinde oranlanır. Sıfır başlangıç noktası olarak kabul edilir ve oran analizinde oran ölçeği kullanıldığından dolayı, ölçek üzerinde bulunan noktalar birbirlerinin katı olarak belirlenebilmektedir. Bu nedenle oran analizinde tüm matematiksel işlemler uygulanabilir.

Girdiler ve çıktılar incelendiğinde, ortaya çıkan bir oran bir birimin etkin çalıştığını ifade derken, bir farklı oran ise etkin çalışmadığını gösterebilir. Bu sorunu elemine

etmek amacıyla birin üzerinde girdi ve çıktının olduğu modellemelerde oran analizini uygulamaya koymak oluşan zorlukları ortadan kaldırmayacak ve sonuçlara etkili bir şekilde ulaşmak için uygun bir yöntem olmayacaktır.

Oran analizinin kolay hesaplanmasının getirdiği avantaj ne yazık ki tek girdi ve çıktıyı ele alması nedeniyle kullanım alanını sınırlandırması açısından tek başına yeterli olmamaktadır.

3.3. Parametrik Yöntemler

Parametrik olan yaklaşımlarda öncelikle bir gözlem kümesi hazırlanır. Bu küme içinde bulunan gözlemlerden en iyi performans gösteren baz alınarak etkinlik sınırının üzerinde olduğu kabul edilir. Belirlenen bu çizgiden sapmayan gözlemler etkin; sapanlar ise etkin olmayan gözlemler olarak ifade edilir. Bazı gözlemler için etkinlik sınırı içerisinde yer almaz. Ayrıca homojen olarak düşünülen düzeyleri aynı olan çıktılardan yüksek maliyet veya aynı girdi seviyesindeki düşük çıktı oluşması başarısızlık olarak tanımlanır.

Bu yöntemlerde, etkinlik hesaplaması gerçekleştirilecek olan sanayi alanında ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımı ele alınır ve bu fonksiyonun parametrelerinin tanımlanmasına çalışılır. Performansla ilgili olarak çok yaygın bir şekilde kullanılan “Cobb-Douglas” tipi üretim fonksiyonuna ilişkin parametrelerin oluşturulması bu tür yöntemlere örnek olarak verilebilir. Parametrelili yöntemlerle performans ölçümünde, genel olarak regresyon teknikleri ile tahminleme yapılırken, üretim fonksiyonu genellikle, bir tek çıktı birçok girdi ile ilişkilendirilerek tanımlanmaktadır (Yolalan,1993). Bunun dışında, birden fazla olan girdi ile çıktının alakalandırıldığı parametrelili yöntemlerin de geliştirilmiş olmasına karşın, konuyla ilgili yazında yaygın kullanım alanı bulamamıştır.

Parametrik yöntemleri; Stokastik Sınır Yaklaşımı, Serbest Dağılım Yaklaşımı ve Kalın Sınır Yaklaşımı olmak üzere üç başlık altında gruplandırabiliriz.

3.3.1. Stokastik Sınır Yaklaşımı

Üretimin yapıldığı alanlarda üretimin etkin olarak yapılıp yapılmadığını ortaya çıkarmak amacıyla oluşturulmuş bir yöntemdir. Ekonometrik yaklaşım türü olarak da tanımlanan stokastik sınır yaklaşımında, ifade edilen değişkenlerle açıklayıcı değişkenler arasında ilişki kurulur. Yöntemde hata kavramına da yer verilir. Bilinmeyen parametreleri hesaplamak için öncelikle fonksiyon belirlenir ardından ekonometrik teknikler kullanılır.

3.3.2. Serbest Dağılım Yaklaşımı

Bu yöntemde belirlenen kısıtların altında tanımlanan hataların ve bu hataları oluşturan bileşenlerin belirsiz bir dağılıma sahip olabileceğini düşünülür. Bu yaklaşımda tüm işletmelerin verimliliklerinin uzun dönemler boyunca sabit olduğu, ölçüm hatalarının da yine uzun dönemde sifıra yaklaştığı düşünülerek istikrarlı olduğu varsayılmaktadır. Bu varsayımların geçerli olmasındaki en önemli şart ise etkin olmayan gözlem birimlerinin pozitif olma zorunluluğudur.

3.3.3. Kalın Sınır Yaklaşımı

Bu yöntemin diğer iki yaklaşım türünden ayrılmasının en önemli yanı dağılım üzerinde yaptığı varsayımlardır. İfade edilen bu yaklaşım türünde, belirlenen bu iki unsurun beklenen dağılımlarıyla ilgili bir varsayımları yoktur. Burada anlatılan ise beklenen ve gözlemlenen birimler arasındaki ayrımların en küçüğü ve en büyüğünün sonuçlarının rassal hatayı, diğer birimlerin ise etkin olmayan gözlemleri meydana getirdiği düşünülmektedir.

3.4. Parametrik Olmayan Yöntemler

Temeli matematiksel programlamaya dayalı olan yöntemlerdir. Parametrik yöntemlere alternatif olarak geliştirilmiştir. Girdi ve çıktının birden fazla olduğu etkinlik ölçme yöntemlerinde kullanılabilmesi açısından oldukça avantaj sağlamaktadır.

Parametrik olmayan yöntemleri de, Serbest Atılabilir Zarf ve Veri Zarflama Analizi olmak üzere iki başlık altında inceleyebiliriz.

3.4.1. Serbest Atılabilir Zarf (SAZ)

Bu yaklaşım, literatürde Veri Zarflama Yönteminin farklı durumu olarak kabul edilmektedir. Anlatılan bu yöntemde, VZA yönteminde meydana gelen biçimin köşelerini bir araya getiren kenarlarını üretim kümesi içine dahil etmemektedir. Serbest Atılabilir Zarf'da (SAZ) bundan farklı olarak gözlem kümesinin belirlendiği alanı üretim kümesine dahil etmektedir. Böylece oluşan bu yeni alan serbest atılabilir zarf olarak ifade edilir. Böylece meydana gelen üretim kümesi sınırı ile bu kümenin üyeleri arasındaki mesafe, her uygulamanın göreceli olarak ne oranda verimli olduğunu göstermektedir (Ulufar, 2001).

3.4.2. Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis-DEA) aynı çeşit girdilere ve aynı çeşit çıktılarla oluşturulan ve birbirine benzeyen karar verilen birimlerinin etkinliklerinin hesaplanması sayesinde oluşturulan parametresi olmayan ve doğrusal bir ölçüm şeklidir (Charnes ve diğ. 1978).

Girdi ve çıktının fazla olduğu karar verme problemlerinde karar vericinin karar verme birimlerinin etkinliklerini değerlendirmesinde VZA önemli rol oynamaktadır. Karar verici karar verme birimleri arasında en az etkinliğe sahip olan için geliştirdiği senaryolar ile bu birimin etkinliğinin artırılmasını sağlayabilir.

Bu yöntem girdi ve çıktının çok olduğu üretim alanlarında karar verme problemlerinde kullanılarak önemli ölçümleri yapar. Performansları değerlendirmek amacıyla da kullanıldığından dolayı, birimler arasındaki etkinlikleri karşılaştırmak, bu etkinlerin hangi zaman dilimlerinde nasıl değiştiklerini gözlemlemek konularında da tercih edilmektedir.

VZA'nın ilk kullanım alanı ise Farrell'in 1957 'de hazırlamış olduğu "The Measurement of Productive Efficiency" olarak adlandırılan çalışmasında olmuştur. 1957 yılında Farrell'in yorumuna ve çalışmasına göre, verimliliğin tatmin edici olmayan bir doğası vardır. Bu da bir işletmenin kendine farklı faktörlerin girdilerini ekleyerek, tüm üretim faktörlerini dikkate alan verimlilik önlemleri üretme girişimine yönelmektedir. Farrell yapmış olduğu çalışmasında sadece bir çıktısı olup birden fazla

girdisi olan etkinlikleri inceleyerek doğrusal programlamayı ilk defa etkinlikleri ölçmek amacıyla kullanmıştır. Böylece VZA'nın temelini oluşturmuştur.

Farrell'in çalışmasından sonra 1978'lerde Charnes, Cooper ve Rhodes "Measuring The Efficiency of Decision Making Units" çalışmalarında veri zarflama analizini geliştirmişlerdir.

Veri zarflama analizinde ilk adım modelde kullanılacak olan karar verme birimlerinin seçilmesidir. KVB seçimindeki en önemli husus benzer birimlerin seçilmesidir. KVB seçimleri anlamlı bir sonuç ortaya çıkması açısından önemlidir.

Etkinliğin ölçülebilmesi için girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmelidir. Bu yöntemin uygulanabilmesi için ise tanımlanan girdi ve çıktıların tümünün karar verilen üyeler için ortak olarak ifade edilmiş olması önemlidir.

Girdi ve çıktı değişkenleri belirlendikten sonra güvenilir kaynaklardan elde edilen veriler seçilmelidir.

VZA son adım ise etkinlik analizinin yapılabilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi için çalışmaya uygun VZA modeli seçilmesidir. VZA'da, Cooper, Charnes ve Rhodes tarafından ortaya konulan CCR modeli ve Charnes, Banker ve Cooper tarafından ortaya konulan BCC modelleri kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlar birime göre sabit olan getiri ve birime göre değişken getiri olmak üzere iki farklı durumda değerlendirilmektedir. Girdi yönelimli modellerde en etkin çıktıları oluşturabilmek için en az olan girdinin kullanılması için, çıktı yönelimli modellerde ise belirli bir girdi ile en fazla çıktının oluşması için çalışılmaktadır. VZA'da uygulanacak olan modelin belirlenmesi ise varsayımlara ve kapsamlara göre değişkenlik gösterebilir.

Karar verme birimlerinde birimlerin toplam etkinliklerini hesaplamak için öncelikle sabit bir getiriye sahip oldukları düşünülür. Bunun için de CCR modelleri uygulamaya alınır. Sadece birimlerin teknik etkinlikleri hesaplanmak isteniyorsa ve karar vermek birimlerinin ölçeğe göre değişken getirileri varsayılıyorsa BCC ya da toplumsal modeller uygulanabilir.

Bu çalışmada tedarikçilerin performans etkinliğinin değerlendirilmesinde girdi yönelimli CCR modeli kullanılmıştır. CCR modelinin doğrusal modeli de aşağıdaki denklem 3.1’de verilmiştir:

Enb : Enbüyükleme

Enk : Enküçükleme

Ur : k KVB’nin r. çıktıya karşı verilen önemi

vi : k KVB’nin i. girdiye karşı verilen önemi

Yrk : k KVB’nin üretilen r. çıktı değeri

Xik : k KVB’nin kullanılan i. girdi değeri,

Yrj : j KVB’nin üretilen r. çıktı değeri

Xij : j KVB’nin kullanılan i. girdi değeri

ε : + çok küçük bir değer

r: s tane değişik çıktı

i: m tane değişik girdi

j: n tane değişik KVB

$$Enb = \frac{u_1.Y_{1k}+u_2.Y_{2k}+\dots+u_s.Y_{sk}}{v_1.X_{1k}+v_2.X_{2k}+\dots+v_m.X_{mk}} = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ik}} \quad (3.1)$$

$$\frac{u_1.Y_{1j}+u_2.Y_{2j}+\dots+u_s.Y_{sj}}{v_1.X_{1j}+v_2.X_{2j}+\dots+v_m.X_{mj}} \leq 1 \rightarrow \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1 ; j = 1, \dots, n \quad (3.1a)$$

$$u_r \geq \varepsilon > 0 ; r = 1, \dots, s \quad (3.1b)$$

$$v_i \geq \varepsilon > 0 ; i = 1, \dots, m \quad (3.1c)$$

3.4.3. Veri Zarflama Analizi Literatür Taraması

Girdilerin ve çıktıların çok olduğu karar verme birimleri ile etkinlik ve performans analizine olanak sağlayan VZA birçok alanda özellikle eğitim, sağlık, bankacılık vb. hizmet sektörlerinde araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır.

Turgutlu (2006), yaptığı tez çalışmasında perakende alanında bu yöntemi analitik hiyerarşi süreç yöntemi ile beraber kullanmış ve tedarikçiler özelinde performans kriterlerine yönelik önerilerini sunmuştur.

Tezsürücü ve Sofyalıoğlu (2015), ölkemizde beyaz eşya üretim alanında çalışma yapan bir firmada yaptıkları uygulamada, alıcılar ile tedarikçiler arasındaki ilişkiler dahilinde, tedarikçilerin performanslarını belirlemek amacıyla seçim kriterlerini tanımlamışlar ve sonra bu kriterlerin önem seviyelerini belirlemek amacıyla AHS yöntemini uygulamışlardır. Daha sonra belirledikleri öncelikli kriterleri ise VZA modelini ile uygulamaya alarak, tedarikçilerin performanslarını değerlendirmişlerdir. Performansları düşük olan tedarikçiler için de farklı öneriler geliştirmişlerdir.

oşkun, Polat ve Polat L., (2018), yaptıkları çalışmada AHS yönteminden faydalanarak tedarikçilerin değerlendirmelerini yapmışlardır. Tedarikçilerin etkinliklerini yorumlamak için ise VZA yöntemini uygulayarak bir karar modeli meydana getirmişlerdir. Yaptıkları modeli de tekstil alanında faaliyet gösteren bir işletmenin tedarikçileri arasında performanslarını analiz etmişlerdir. Bu yöntem sonucunda elde ettikleri sonuçlarla de etkinlikleri düşük olan tedarikçilere yönelik iyileştirme önerilerini sunmuşlardır.

Tavassoli, M. ve Saen, R. (2019), yaptıkları çalışmada sıfır veri varlığında tedarikçilerin göreceli verimliliğini ölçmek için yeni bir süper verimli stokastik DEA modeli önermişlerdir. Önerilen modelle, tüm tedarikçiler verimlilik puanlarına göre iki verimli ve verimsiz gruba ayırmışlardır. Daha sonra, yeni tedarikçinin grup üyeliğini tahmin etmek için yeni bir Stokastik MIP modeli sunulmuştur.

Lukac Z. ve Kedzo M. (2020), küçük yiyecek ve içecek üreticilerinin sosyo-ekonomik kalkınmada oynadıkları rolün önemi konusuna dikkat çekmişlerdir. Küçük üreticilerin konumlarını doğru bir şekilde analiz etmek için operasyonel, finansal, pazarlama ve stratejik faaliyetlerinde birden çok kriteri dikkate almışlardır. Avrupa Birliği'ndeki seçilmiş ölkelerden küçük gıda ve içecek üreticilerinin finansal verimliliklerini tahmin etmek için VZA yönetimi kullanmışlardır. Analiz sonucunda amaçladıkları ise küçük üreticilerin gücünü arttırabilecek politikalar öne sürmek olmuştur.

Yılmaz T. ve diğ., (2020), yaptıkları araştırmada BIST'te işlem gören 155 tane işletmenin finansal tablolarını kullanarak finansal oranlar hesaplamışlardır. Elde edilen finansal oranları kullanarak KVB'lerini oluşturmuşlardır. VZA modeli ile de işletmelerin etkinlik skorlarını belirlemişlerdir.

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Karar verebilme hayatın her alanında kullandığımız bir seçim aracıdır. Karşımıza çıkan seçenekler arasından doğru ve etkili olanı seçebilmek kararlarımızın uygulanabilirliği ve verdiği sonuçların etkileri nedeniyle oldukça önemlidir. Seçenekler içinden seçim yaparken birden fazla kriterin ve değişkenin önemszenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV), çok sayıdaki seçenek arasından uygun olan ve uygun olmayanların değerlendirildiği analitik yöntemler topluluğudur. ÇKKV yöntemlerinde, alternatiflerin seçimi veya sıralaması yapılmaktadır. Literatürde yer alan birçok ÇKKV yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

SAW (Simple Additive Weighting-Basit Toplamlı Ağırlıklandırma), tek boyutlu karar verme yöntemlerinde tercih edilen bu uygulama ÇKKV yöntemleri içindeki en basit şekilde nitelendirilen yöntemdir. Bütün alternatiflerin ölçütlerin tamamına göre performans değerlerinin ağırlıklı toplamları hesaplanır. Alternatiflerin ölçütlere göre değerlendirilmesinden önce alternatifler ve ölçütler tanımlanır. Ölçütlerin önem ağırlıkları hesaplanarak, ağırlıklı kısmi tercih değerleri toplanır. En sonunda da ortaya çıkan sonuçların karşılaştırması yapılarak en büyük değerli sonuç en iyi alternatif olarak belirlenir. Bu yöntem Churchman ve Ackoff tarafından 1954 yılında geliştirilmiştir (Ergün, M. ve diğ., 2020).

WSM (Weighted Sum Model-Ağırlıklı Toplam Yöntemi), ağırlıklı toplam yönteminde tüm çok amaçlı işlevler, ağırlıklı toplam kullanılarak tek bir bileşik amaç işlevinde kullanılır. Bu yöntem tüm veriler aynı birimde ifade edildiğinde uygulanabilmektedir. 1967 yılında Fishburn tarafından geliştirilen bu yöntemde ölçü ifadeleri birbirinden farklı birçok kriterin beraber incelenmesi değerlendirilmesi yapılır (Özdağoğlu, A. ve diğ, 2020).

WTM (Weighted Product Model- Ağırlıklı Çarpım Modeli), yönteminde karar kriterleri sayısal olarak ifade edilmeli ve karşılaştırılabilir olmalıdır. İlgili yöntem matris olarak modellenir. Bu matriste seçenekler satırları, kriterler ise sütunları oluşturur. Hesaplama açısından kolay olmasına rağmen bu yöntem çok sık kullanılmamıştır. Karar matrisi oluşturulduktan sonra seçenekler sıralanır. Böylece en iyi seçenek belirlenmiş olur.

1922 yılında Bridgman tarafından geliştirilmiş bir modeldir. Geliştirilen bu yöntemde karar kriterleri sayısal olmalı ve karşılaştırılabilir boyutta olmalıdır (Güzel, D. ve diğ., 2021).

SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis-Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizi), literatürde Kademli Ağırlık Değerlendirme Yöntemi olarak da adlandırılan bu yöntemde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde, kriterlerin önem oranlarına ilişkin uzman görüşleri de alınır. Bu yaklaşımda kriterlerin ağırlıklarının önceden bilindiği durumlarda kullanılmaktadır. Böylece doğrudan kriterler hakkında karar verilebilmektedir. Yöntem 2010 yılında Kersulienne ve arkadaşları tarafından ortaya çıkarılmış olup uzmanların bilgi ve deneyimlerine dayalı değerlendirmelerde kullanılmak amacıyla geliştirilmiştir (Abdulvahitoğlu, A. 2022). Yöntemin ilk adımı karar vericilerin oluşturduğu karar komitesinin belirlenmesidir. Alanında uzman kişilerinden oluşan karar vericilerin görüşlerine istinaden, kriterler en iyiden en kötüye doğru bütünlük şeklinde sıralanır. Bütünlük sıralama sonrasında ikinci kriterden başlayarak kriterlerin karşılaştırılması yapılır. Kriterlere 0 ile 5 puan arasında atamalar yapılır. Daha sonra kriterlerin karşılaştırmalı ağırlıklarının ortalaması hesaplanır. Son olarak kriter ağırlıkları, toplam kriter ağırlığına bölünerek nihai ağırlıklar bulunur.

SMART (Simple Multi Attribute Ranking Technique-Temel Çok Ölçütlü Değerlendirme Tekniği) yöntemi doğrusal bir katkı modeline dayanmaktadır. Belirli bir alternatifin genel bir değerinin, her bir kriterin performans puanının toplamı ile o kriterin ağırlığının çarpımı hesaplanarak değerlendirme yapılır. Bu metotta çok sayıda seçenek birden çok performans kriterine göre değerlendirilir. Bu yöntemde alternatiflerin derecelendirmeleri, kriterlerin doğrudan doğal ölçeklerinde atanır. Örneğin, farklı yol düzenleri arasındaki seçim için "maliyet" kriteri değerlendirilirken, doğal bir ölçek, en pahalı ve en ucuz yol yerleşimi arasında bir aralık olacaktır. SMART yönteminde işlem adımları matematiksel işlemler gerektirmediğinden dolayı ağırlık belirlemede kolaylıkla kullanılabilir (Arslan, H. 2019).

ARAS (Additive Ratio Assessment - Katkı Oranı Değerlendirmesi), çeşitli ölçütler altında karar seçeneklerinin fayda fonksiyonuna göre sıralandığı yöntemdir. Bu yöntem 2010 yılında Zavadskas ve Turksis tarafından ortaya çıkarılmıştır. Bu yaklaşımda,

alternatiflerin sahip olduğu fayda fonksiyonuna ait puanların oranları optimum seçeneklerin yarar fonksiyon puanı ile değerlendirilir. Buradaki amaç ARAS yaklaşımındaki alternatif kriterlerin performanslarını incelerken, her seçeneğin ideal alternatife göre oransal olarak ne kadar benzediği ortaya koyulur. Alternatifler arasından en iyi alternatifi belirlemek için ideal olarak belirlenen bir alternatif analize dahil edilir (İzgüden, D. 2022).

ANP (Analytic Network Process- Analitik Ağ Süreci), 1996 yılında Saaty tarafından AHS'nin genel hale getirilmesi ile oluşturulmuş ve geliştirilmiş bir karar verme yöntemidir. ANP'de sorunu oluşturan unsurlar kendi içinde bir etkileşim halindedir (Kangal, İ. 2022). ANP metodu son yıllarda araştırmacılar tarafından kullanım oranı artan bir yöntemdir. Bunun sebeplerinden biri ise daha gerçekçi çözümler sunabilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu yöntemde alternatiflerin birbiri ile olan bağımlılıkları dikkate alınır. Alternatiflerin birbiri üzerine olan pozitif ve negatif sonuçları dikkate alınır. ANP yöntemi Analitik Hiyerarşi Proses'in daha genişletilmiş bir hali olarak da dikkate alınabilir. ANP yönteminde öncelikle karar problemleri tanımlanır. Alternatifler arasındaki bağımlılıklar tespit edilir. İkili karşılaştırılmaların yapılmasının ardından süper matris oluşturulur. Limit süper matrisin elde edilmesinden sonra da en iyi alternatif seçilir.

PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) yaklaşımı, literatürde bulunan mevcut karar verme yöntemlerinin uygulama sırasındaki zorluklarından yola çıkılarak geliştirilmiştir. Yöntem 1982 yılında Jean Pierre Brans aracılığıyla geliştirilmiştir. 1985 senesinde ise Brans ve Vincke birlikte çalışarak yöntemin yeni halini almalarını sağlamışlardır (Yaşar, S. 2022). Bu yöntemde tercih kriterleri ile alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak alternatiflerin sıralanması ile karar verme sağlanır. Yaklaşımın diğer yöntemlerden farklı yanı normalizasyon sırasında, ikili karşılaştırmalarda değerlendirme ölçütleri için farklı fonksiyon çeşitlerinin kullanılmasıdır.

MOORA (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis), çok ölçülü ya da çok nitelikli alternatifleri belirtilen kısıtlar altında aynı zamanlı olarak optimize etmek için kullanılır. Yöntem ilk olarak Willem Karel ve Edmundas Zavadskas tarafından 2006 yılında yaptıkları çalışmalarında kullanılmıştır (İnönü, G. 2022). MOORA sürecinde,

karar sonuçları ve ölçütler içindeki bütün etkileşimler totaliter olarak dikkate alınarak, nesnel ağırlıklı veriler ile ağırlıklı normalleştirme oluşturulur. Son yıllarda birçok karar verme probleminin çözümünde kullanılmıştır. Literatürde, MOORA Oran, MOORA Referans Noktası, MOORA Önem Katsayısı ve MOORA Tam Çarpım Formu başlıkları içinde incelenmektedir.

MULTIMOORA (Multiple Objective Optimization on The Basis of Ratio Analysis Plus Full Multiplicative Form) yönetimini 2010 yılında Zavadskas ve Brauers, orta düzey ekonomilerde ve proje yönetimini değerlendirmek amacıyla kullanmışlardır. Multi-Moora, Moora ve tam çarpım formunun bir araya getirilmiş halidir (Brauers ve Zavadskas, 2010:13). Bu yöntem tek başına uygulanan bir yöntem değildir. MOORA yöntemi sonucunda ortaya çıkan baskınlıklara göre incelenerek son bir değerlendirme yapılmasına katkı sağlar.

ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality English), 1966'da ortaya atılan seçeneklerin sıralanmasını sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntemde değişik alternatiflerin olabilecek çiftler kriterler bazında karşılaştırılarak skorları oluşturmaya çalışılır (Öndeş, T. 2020). Uyum-Uyumsuzluk Yöntemi olarak da adlandırılır. Alternatifler arasında ikili üstünlük kıyaslamaları ile değerlendirme yapılır. ELECTRE yöntemi karar destek modeli olarak kullanılabilmesi için belirli ölçütler ve seçeneklerin ağırlık değerlerinin var olması gerekmektedir.

VIKOR, Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm olarak adlandırılan ve çok kriterli kompleks uygulamaların optimizasyonu için geliştirilmiş bir yöntemdir. 1988 yılında Sefarim Opricovic'in geliştirdiği birçok kriterli karar verme yöntemidir. Süreçte seçenekler için çok kriterli sıralama oluşturulur (Karakul, A. 2019). Belirlenmiş şartlarda ideal sonuca en makul kararın verilmesi amaçlanır. İdeal olan seçeneğe yakınlık verileri karşılaştırılarak uzlaşık sıralama elde edilir.

OCRA (Operational Competitiveness Rating), 1994 yılında Parkan tarafından geliştirilen ve verimlilik analizi amaçlanan bir yöntemdir. Parametrik olmayan bir modele dayanır. OCRA yöntemi ile farklı sektörlerde ve birbirinden bağımsız alternatiflerin karşılaştırılması yapılır. Ayrıca bir karar biriminin zaman içindeki performansını karşılaştırması açısından avantaj yaratan bir yöntemdir (Elmas, B. 2021).

EATWOS (Efficiency Analysis Technique with Output Satisficing) metodu 2006 senesinde ilk kez Peters ve Zelewski tarafından önerilmiştir. Memnuniyet kavramına dayalı bir analiz yöntemidir. Karar verme birimlerinin optimum çözümler yerine tatmin edici çözümler sağlamasını destekler. Bu yöntemde karar vericiler, çıktılar için tatmin edici sonuçlar bulmayı amaçlamışlardır (Doğan, H. 2020).

EATWIOS (Efficiency Analysis Technique Input with Output Satisficing) yönteminde EATWOS yönteminden farklı olarak girdi bileşenleri de dikkate alınmaktadır. İlgili yöntem 2006 yılında Peters ve Zelewski tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde girdi ve çıktı birlikte değerlendirilip performans ve etkinlik analizleri yapılmaktadır (Özgür, I. ve diğ., 2021).

UTA (Utility Additive), yöntemi MUAT metodunun genişlettilererek oluşturulmuş farklı bir versiyonudur. MUAT metodunun dayandığı ana varsayım ise her bir karar verme biriminin bilinçli ya da doğrudan olmayan yöntemle bir fonksiyonun bütün açılarını birleştirerek optimize etmeye çalışmasıdır (Binici, I. ve diğ. 2019). Bu yöntem aynı zamanda tercih ayrıştırması olarak da literatürde incelenmektedir. Metotta global ve bazı ek yarar fonksiyonlarının sonuçları, karar verenlerin doğrusal programlama tekniğinden yararlanarak seçeneklerin sıralamasının yapılması oluşturulur.

UTADIS (Utilities Additives Discriminantes) yöntemi ilk kez 1980 yılında ortaya atılmış ve Lagreze ve Siskos ile 1982'de geliştirilerek kullanıma alınmıştır. UTA yönteminin geliştirilmesi ile meydana gelmiş bir karar verme tekniğidir (Özcan, K. ve diğ. 2020). Yöntem daha çok uygulama odaklı, karşılaştırmalı ve model geçerliliği üzerine yapılan çalışmalarda kullanılmıştır. Bu yöntemde alternatiflerden oluşan bir alternatif kümesi ile kriterlerden oluşan bir küme meydana gelir. Alternatifler karar vericiler sayesinde belirli sınıflara ayrılır. Daha sonra gruplar arasında tercih ilişkisi belirlenir.

PAPRIKA, özyapıya ve kriterlere göre oluşturulan ağırlıklar hesaplanarak, alternatifler arasındaki seçimlerin yapılmasında, seviyelendirmelerde ya da önceliklendirme problemlerindeki çözümlere ulaşmak amacıyla bu yöntem fayda sağlar. Bu yöntem Otaga Üniversitesinde hastaların öncelik sırasına karar vermek üzere 2008 yılında

geliştirilmiştir (Baş, F. 2021). Bu yöntemle amaçlanan tek seferde ki ölçütü karşılaştırarak ikili karşılaştırma sistemlerinde daha hassas sonuçlar üretmektir.

WASPAS, yöntemi ağırlıklandırılmış tümleşik toplam çarpım incelenmesi olarak adlandırılmaktadır. Çözümünün kolay olması sebebiyle literatürde birçok araştırmada bu yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem ağırlıklandırılmış toplam modeli ile ağırlıklandırılmış çarpım modelinin birleştirilmesi ile oluşturulmuş bir yöntemdir. Bu metotta, sorunun sonucunda alternatiflerin kriterlere göre performans seviyeleri ve kriter ağırlıkları kullanılır. Çözümde ise karar verenlere göre alternatiflere özgü bir sıralama oluşturulur. Son olarak bu yöntem, ağırlıklı bütünlük fonksiyonu optimize ederek en fazla tutarlılığı elde etmeye çalışır (Lashgari ve diğ., 2014).

DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Method) metodu 1972 ve 1976 senelerinde Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü, Bilim ve İnsan İlişkileri programı ile kullanılarak birbirine girmiş problemlerin çözümüne fayda sağlamıştır (Korucuk, S. ve diğ. 2019). Bu yöntem ile kriter ağırlıkları belirlenir ve kriterler önem derecelerine göre sıralanabilir. DEMATEL yöntemi alternatifler arasındaki tercihin önemli ve etkili olduğu çalışma alanlarında kullanılmaktadır.

LINMAP (Linear Programming Technique For Multidimensional Analysis of Preferences), yöntemi Tercihlerin Çok Boyutlu Analizi için Lineer Programlama Tekniği olarak da adlandırılmaktadır. Bu yöntemde karar verici tarafından yapılan ikili karşılaştırmalar ile değerlendirilir. İkili karşılaştırmalar ve oluşturulan karar matrisi ile ağırlık vektörü bulunarak pozitif ideal çözüm elde edilir (Avcı, S. ve diğ. 2020).

GRA (Grey Relational Analysis), Deng, 1982'de geliştirdiği dilimizde Gri İlişkisel Analiz olarak adlandırılan yöntemdir. Bu yöntemde kesinlik içermeyen verilen bulunduğu çalışmalarda daha çok tercih edilmektedir. Bu çözümde tanımlanamayan veriler siyah, tanımlanabilenler beyaz, geri kalanlar ise kısmi olarak tanımlanan ve tanımlanamayan olarak renklendirilir (Aslan, M. 2023).

MAUT (Multi Attribute Utility Theory) 1974 yılında Keeney tarafından geliştirilmiş yöntemdir. Fayda teorisi olarak da adlandırılan MAUT yöntemi ile sezgisel yargılar formüle edilebilmekte ve çelişen hedefler arasında seçim yapılabilmesi için çözüm

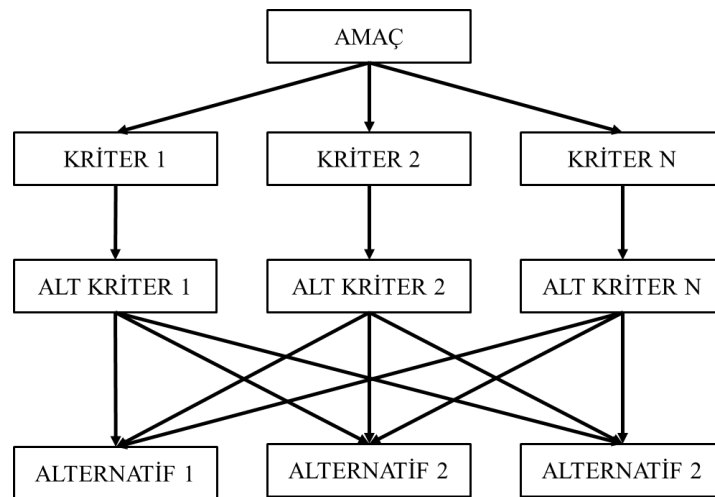
önerileri üretilmektedir (Ömürbek, N. ve diğ. 2016). Bu sebeple karar vericiler arasında sıklıkla tercih edilen yöntemlerden biri haline gelmiştir.

4.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri Analitik Hiyerarşi Proses (AHS) yönetimidir. Analitik hiyerarşi süreci (AHS) ilk olarak Saaty (1977, 1980, 1986) tarafından geliştirilen bir karar verme prosedürüdür. AHS, hedefleri, ölçütleri ve alt kriterleri hiyerarşik bir yapıda düzenleyerek alternatifler için öncelikli ağırlıkları belirler.

AHS’de karar verici, hem nitel hem de nicel faktörleri kullanarak değerlendirme yapabilir. Bu özelliği AHS’nin uygulanabilirliğindeki en önemli avantajlarından biridir. Literatüre bakıldığında AHS ile ilgili çalışmaların yaygın olduğu görülmektedir. Bunun nedenleri ise karar vericiler tarafından kolay anlaşılabilir olması, ikili karşılaştırmalarla ölçütlerin elde edilmesi, karmaşık bir analiz gerektirmemesi, yöntemin doğal bulunması ve karar vericilerin düşüncelerini dikkate alması olarak söylenebilir. AHS’nin uygulama adımları şu şekilde sıralanabilir:

Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Amaç üste olacak şekilde sırasıyla ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler olmak üzere Şekil 4.1.’de görüleceği üzere hiyerarşik yapı oluşturulur.



Şekil 1. Analitik Hiyerarşi Prosesin Ağ Yapısı

İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması: Hiyerarşik yapıdaki tüm kriterler birbirleri ile karşılaştırılır. İkili karşılaştırmada amaç kriterlerin birbirlerine kıyasla ne seviyede önemli olduğunu belirlemektir. 1980 yılında Saaty tarafından önerilen Tablo 4.1.'deki ölçeğe göre karşılaştırmalar yapılmaktadır. İkili karşılaştırmalar ile sözel yargılar sayısal ifadelerle dönüştürülür.

Tablo 4.1 Önem Dereceleri Çizelgesi

Önemler	Önem Tanımları	Detaylar
1	Aynı seviyede önemli	İki kriter de aynı öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir kriter diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir kriter diğerine göre kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğerinden yüksek derecede kuvvetle önemlidir.
9	Mutlak derecede önemli	Kriterlerden biri diğerinden çok yüksek derecede önemlidir.
2- 4- 6- 8	Diğer değerler	İki kriter arasında yapılacak tercihte küçük farklar bulunduğu kullanılır.

Öncelik Vektörlerinin Hesaplanması: İkili karşılaştırmalar yapıldıktan sonra her bir kriterin diğer kritere göre önemini gösteren öncelik vektörleri hesaplanır. Öncelik vektörü hesaplanmadan önce karşılaştırma matrisindeki sayıların ilgili kolon toplamına bölünmesiyle gerçekleştirilen normleştirme işlemi yapılır. Normleştirme işleminden sonra her satırın ortalaması alınarak ilgili kriterlerin öncelik vektörleri elde edilir.

Tutarlılık Oranının Hesaplanması: Öncelik vektörleri hesaplanırken ikili karşılaştırmalar karar vericilerin dilsel yargılarına dayandığından tutarsızlık durumları oluşabilir. Bu nedenle tutarlılık oranı (CR) hesaplanmalıdır. Sonucun tutarlı olması için %10'u aşmaması gerekmektedir. Uyumluluk oranı hesaplanmasında ilk olarak karşılaştırma matrisindeki her bir sütun kendisine ait öncelik vektörü ile çarpılır. Sütunların toplamları alınır. Bu toplam karşılaştırma matrisinde yer alan eleman sayısına (n) bölünerek λ_{max} (maksimum öz değer) bulunur. Saaty tarafından oluşturulan aşağıdaki denklem ile "Tutarlılık İndeksi" (CI) hesaplanır.

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \quad (4.1)$$

Tutarlılık oranı ise 4.2. numaralı denklem ile hesaplanır. Tutarlılık indeksinin (CR), karşılaştırma matrisindeki n değerine karşılık gelen “ Rassalık İndeksi”ne (RI) bölünmesi ile tutarlılık oranı (CR) hesaplanır. Rassalık indeksi de Tablo 4.2’de gösterildiği gibidir.

$$CR = CI/RI \quad (4.2)$$

Tablo 4.2. Rassalık İndeksi

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,4	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Sonuç: Son adımda da AHS uygulamasının sonuçları elde edilip değerlendirilmesi yapılır.

4.2. TOPSIS

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), farklı kriterlere göre alternatifler içerisinde en makul alternatifi bulmaya yönelik bir metottür. 1981 yılında bulunan bu yöntemin geliştiricisi Yoon ve Hwang’tır.

TOPSIS yöntemini kullanarak gündelik hayatta karşılaşılabileceğimiz problemlere çözüm üretebileceğimiz gibi bilimsel çalışmalarımızda da bu yönetimi kullanabiliriz.

TOPSIS metodun amacı, karar veren tarafından meydana getirilen alternatiflerin pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olmasına dayanmaktadır. Kriterlerin tek bir alternatifte veya pozitif ideal çözüme en yakın uzaklıkta hesaplanması istenmektedir (Nann ve Tian, 2011).

Amaç kazanç ise en makul çözüme ulaşmak için getirinin maksimizasyonu, maliyet minimizasyonu için de negatif en uygun çözüme uzaklık hesaplanmalıdır.

Bu yaklaşımın birçok kullanım alanı mevcuttur. Örneğin, pazarlık yönetiminde, işletmede, tedarik zinciri yöntemlerinde, güvenlik, enerji ve çevre yönetimi, lojistik, kaynakların yönetimi, sağlık vb çok fazla alanda kullanılmaktadır.

TOPSIS yönetiminin amacı seçilecek alternatifler arasında en iyinin seçilmesini sağlamaktır. Bu yöntem, seçilen alternatiflerin ideal çözüme olan pozitif ve negatif

uzaklarının hesaplanmasına dayanmaktadır. En uygun çözüme olan uzaklıkların sıralanması ile tercihlerin sırası belirlenir ve en uygun tercih seçilmiş olur.

Diğer yöntemlerle kıyaslandığında bu yöntem karışık matematik hesaplamaları ya da karmaşık algoritmalar içermez. Bu da tercih edilebilirliğini artırır.

Hesaplama yöntemleri, uygulama kolaylığı nedeniyle problem çözümleri tarafından diğer yöntemlere göre daha çok kullanılır.

TOPSIS yöntemini kullananlar girdilerin az olması nedeniyle, çıktıların anlaşılmasını kolay bulurlar.

4.2.1. TOPSIS Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları:

Bu metotta, çözüme ulaşabilmek için ekstra bir analiz programına gereksinim yoktur. Matematik hesaplamaları ile kısa süre içinde uygulamanın sonuçlarına ulaşabilecek çalışmalar yapmaya elverişlidir.

TOPSIS'in mantığının yapısı sağlam olduğundan dolayı ve ayrıca çözümlerde ideal ve ideal karşıtlarını da göz önünde tutması açısından yaygın kullanılmaktadır.

Bu yöntemde kullanılan çözüm uygulamaları ile sonuca ulaşmak diğer yöntemlere göre daha geniş uzlaştırıcı olan bir yol sağlar. Diğer yöntemlerde, amaç programlamada, bulanık olan yöntemlerde ise olumlu ideal sonuca en yakın olan kriter ele alınır.

Dezavantajları:

TOPSIS yönteminde tutarlılık kontrolü sağlanamamaktadır.

Geleneksel TOPSIS modelinde, kriterler arasındaki korelasyonlar, sadece objektif yöntemler veya subjektif yöntemler ile ağırlıkların elde edilmesindeki belirsizlik dezavantaj yaratmaktadır.

4.2.2. TOPSIS Yönteminin Analizi

TOPSIS uygulamasının adımları altı farklı süreçten oluşmaktadır.

Birinci Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması: Karar veren tarafından karar matrisi oluşturularak süreç başlar. Meydana gelen bu matrisin boyutu $m \times n$ şeklindedir. Bu matrisin satırlarını karar noktaları, sütunlarını ise faktörler oluşturur. Karar matrisinin gösterimi ise Şekil 4.2.'deki gibidir (Özdemir, 2015).

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Şekil 2. Karar Matrisi

İkinci Adım: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Hazırlanması: Final matrisinin hazırlanmasının ardından elamanların her birinin kareleri bulunarak değerler toplanır ve toplamları da sütunların toplamlarını oluşturur. Sonrasında normalizasyon işleminin yapılabilmesi için elemanların her biri ait olduğu sütundaki toplamların kareköküne bölünerek yapılır (Özdemir, 2015). Bu işlemle ilgili denklem 4.3.'te gösterilmiş olup, şekil 3'te matris verilmiştir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (4.3)$$

$$R_{ij} = \begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix}$$

Şekil 3. Normalizasyon Formülü ve Normalize Edilmiş Matris

Üçüncü Adım: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Oluşturulması: Normalize edilmiş matrise ait her bir değer W_i gibi bir değerle ağırlıklandırılır. Ağırlıklandırma işlemi TOPSIS yönteminin subjektif yönünü ortaya koymaktadır. Çünkü ağırlıklandırma işlemi faktörlerin önem derecesine göre yapılmaktadır. TOPSIS yönteminin tek subjektif parametresi ağırlıklardır. Burada dikkat edilmesi gereken husus W_i değer toplamının 1'e eşit olmasıdır. Yani $\sum_{i=1}^n W_i=1$ olacaktır. Normalize matris ile elde edilen değerler W_i ağırlıkları ile çarpılarak Şekil 4.4.'te verilen ağırlıklandırılmış matris (V matrisi) elde edilir (Özdemir,2014).

$$V_{ij} = \begin{matrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{matrix}$$

Şekil 4. Ağırlıklandırılmış Matris

Dördüncü Adım: İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Hazırlanması: İdeal çözüm sonuçlarının meydana gelmesi amacıyla, hedefimiz maksimizasyon ise V matrisindeki sütun değerlerinin en büyükleri seçilir, hedefimiz minimizasyon ise V matrisindeki sütun değerlerinin en küçükleri seçilir. Seçilen bu değerler ideal çözüm değerleridir. İdeal çözüm değerleri aşağıdaki formül ile bulunur (Yaralıoğlu, 2004).

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J') \right\} \quad (4.4)$$

Formülünden hesaplanacak değerler

$$A^* = \{ v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^* \} \text{ şeklinde gösterilebilir.}$$

Negatif ideal çözüm değerlerinin oluşturulabilmesi için, amacımız maksimizasyon ise V matrisindeki sütun değerlerinin en küçükleri seçilir, amacımız minimizasyon ise V matrisindeki sütun değerlerinin en büyükleri seçilir. Seçilen bu değerler ise negatif ideal çözüm değerleridir. Negatif ideal çözüm değerleri aşağıdaki formül ile bulunur.

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J') \right\} \quad (4.5)$$

Formülünden hesaplanacak değerler

$$A^- = \{ v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^- \} \text{ şeklinde gösterilebilir.}$$

Formüllerde J fayda (maksimizasyon), J' ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir.

Beşinci Adım: Ayırım Ölçüsünün Hesaplanması: Her bir karar noktasının ideal ve negatif ideal çözüm değerlerinden sapmalarının (uzaklıkların) bulunabilmesi için ‘‘Euclidian’’ (öklidyen) uzaklık yaklaşımı kullanılmaktadır.

Uygulamada verilen karar seviyesi sayısı kadar S_i^* ve S_i^- sayısı olur.

İdeal Ayırım/ Uzaklık (S_i^*):

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (4.6)$$

Negatif İdeal Ayırım/Uzaklık (S_i^-):

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (4.7)$$

Altıncı Adım: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Bulunması: Karar sonuçların uygun sonuca göre uzaklığının C_i^* çözümünde ideal ve negatif ideal noktalara uzaklıklardan faydalanılır. İdeal sonuca göreli yakınlık aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (4.8)$$

Burada C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında karşılık alır ve $C_i^* = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i^* = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

5. BULANIK MANTIK VE ÇKKV YÖNTEMLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ

Günlük hayatta ortaya çıkan problemlerin çözümünde karar verme yöntemleri kullanılmaktadır. Karar verme aşamasında birçok seçeneğin değerlendirilmesi gerekmektedir. Seçenekleri değerlendirirken dilsel ifadelerin sayısallaştırılması ve ideal çözüme ulaşabilmek için bulanık mantık olgusundan yararlanılır.

Geleneksel mantık diğer ifadesi ile Aristo mantıkta cevap sadece doğru ve yanlıştan meydana gelen iki parametreye göre ifade edilir. Klasik mantık kesinlik ifade ettiğinden daha çok bilgisayar bilimlerinde kullanılmaktadır. Gündelik hayat için yeterli olmadığı gibi yapay zeka uygulamaları için de uygun değildir.

Klasik mantığın karar verme uygulamalarında yetersiz kalması nedeniyle bulanık mantık kavramı karar problemlerinde uygulanmaya başlamıştır. İkili mantığın oluşturduğu sisteme karşı geliştirilen ve güncel yaşamda kullandığımız değişkenlere üyelik dereceleri atayarak, olayların hangi seviyelerde meydana geldiğini belirleyen çoklu mantık sistemi bulanık mantığı oluşturur. Zadeh isimli matematik düşünürü 1965 yılında bulanık mantık kavramını dile getirerek literatüre büyük katkı sağlamıştır. Bulanık mantık esneklik sağlar ve doğal dil üzerine kuruludur. Lineer olmayan fonksiyonları da modelleyebildiği için belirsizliği ifade etmede önemli bir araçtır.

Klasik mantık bilimsel çalışmalarda tek başına bir çözüm aracı olmaktan uzaklaşmıştır. ÇKKV yöntemlerinin yanında bulanık mantık kavramı da birleştirilerek çok boyutlu çözüm araçları geliştirilmiştir. Bulanık mantık dilsel ifadelerin sayısallaştırılmasına olan ihtiyaçtan dolayı ortaya çıkmıştır.

Ünlü matematikçi Lotfi Zedah 1965 yılında yapmış olduğu çalışmalar ile bulanık mantık kavramını ortaya atmış ve literatüre katkı sağlamıştır. Matematikçiye göre bulanık mantık ana özelliklerinin aşağıda belirtilen şekilde alır:

- Kesinlik bulanık mantıkta aranmaz. İşlemler kesin sayılarla değil yaklaşık ifadelerle yapılır.
- Bu mantık kavramında bilgiler çok az, az, küçük, büyük gibi dil ile açıklanan ifadelerle anlatılır ve tanımlanır.

- İncelenen veriler ve değerler bu mantık yaklaşımında 0-1 arasındaki üyelik dereceleri ile ifade edilir.
- Mantık olarak anlaşılan değerler bulanıklaştırılabilir.
- İfadesi matematik alanında zor olan, kompleks ve zor olan işlemlerde bulanık mantığı tercih etmek uygulanabilirlik açısından kolay olacaktır.

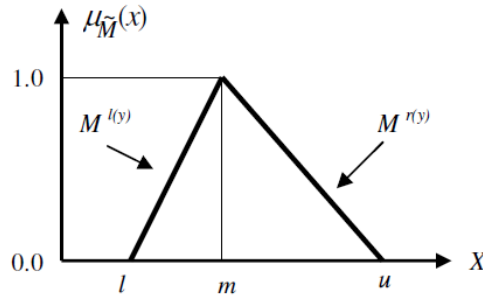
5.1. Bulanık Sayılar

Bulanık olarak oluşturulan kümeler aslında kesin bir kümenin genel hale getirilmiş bir versiyonudur. Bu kümelerdeki elemanların üyelik seviyelerini tanımlayabilmek için üçgen, yamuk, çan eğrisi gibi çeşitli fonksiyonlar kullanılarak çözüme ulaşılmaya çalışılır.

5.2. Üçgensel Bulanık Sayılar

Üçgensel sayıların detaylı olarak açıklanmasının sebebi bu tez çalışmasında çözüme ulaşabilmek için bu sayıların kullanılmasından dolayıdır.

Üçgensel olarak ifade edilen bulanık mantıktaki sayıların gösterimi genellikle $(l / m, m / u)$ ya da (l,m,u) şeklinde olmaktadır. Bu ifadelerdeki değerler sırası ile yaşanan bir olaydaki en düşük olabilirliği, açık olan değeri ve en fazla olabilirliği anlatmaktadır. Bulanık olan sayı verilerinde üyelik fonksiyonları μ ile gösterilir. Aşağıda Şekil 5.1. ile gösterilen eşitlikte üçgensel bir bulanık olan sayısının sağ ve sol üyelik seviyelerini değerlerine göre lineer olarak ifadesi gösterilmiştir.



Şekil 5. Üçgensel Bulanık Sayı

$$\mu(x \setminus \tilde{M}) = \begin{cases} 0 & x < 1, \\ (x-1)/(m-1) & 1 \leq x \leq m, \\ (u-x)/(u-m) & m \leq x \leq u, \\ 0 & x > u. \end{cases} \quad (5.1)$$

5.3. Yamuk Bulanık Sayılar

Bu bulanık sayılar a-b-c-d olmak üzere farklı parametreyle gösterilir. Denklem 5.2’de olduğu gibi gösterilir.

$$yamuk(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases} \quad (5.2)$$

6. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (BAHS)

Mantığın bulanıklaştırılmış hali ile klasik olan AHS yöntemleri bir arada kullanılarak yeni bir yöntem olan bulanık AHS yani kısa hali ile BAHS yöntemini oluşturur. Bu süreç yaklaşımında bulanık sayıların ifade edilebilmesi için öncelikle alından uzman hale gelmiş kişilerin görüşleri dikkate alınır. Onların yorumlarına göre bulanık sayılar elde edilir. AHS’de olduğu gibi değerlerin kesin versiyonları kullanılmaz.

Karar süreçlerinde belirsizliği ortadan kaldırmak amacıyla BAHS yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Literatürde Van Laarhoven ve Pedrycz BAHS yöntemi, Buckley BAHS yöntemi, Enea ve Piazza BAHS yöntemi, Chang’ın genişletilmiş analiz yöntemi gibi birçok BAHS yöntemi bulunmaktadır. İçlerden ey yaygın olarak kullanılan Chang’ın yöntemidir. Bu tez çalışmasında tedarikçi seçimi için çözüme ulaşmak adına Chang’ın önerdiği yöntem tercih edilmiştir. Bu sebeple de bu yöntemin açıklamasına daha çok yer verilmiştir.

6.1. Van Laarhoven ve Pedrycz BAHS Yöntemi

Bulanık AHS çalışmalarında bulanık oranları ilk olarak 1983’te Pedrycz ve Van Laarhoven kullanmıştır. Üçgensel bulanık sayıları kullanarak klasik AHS yöntemine yeni bir uygulama getirmişlerdir. Çalışmalarına Lootsma'nın (1981) en küçük kareler yöntemini de ekleyerek bulanık ağırlıklar ve puanlar elde etmişlerdir. Bu yöntemde karar vericilerin dilsel ifadeleri karşılaştırma matrisleri ile modellenenbilir. Ancak sayısal hesaplamaları fazla olduğundan ve her zaman bir çözüm bulunamadığından dolayı çok tercih edilen bir yöntem olmamıştır.

6.2. Buckley BAHS Yöntemi

1985 yılında Buckley bulanık karşılaştırma oranlarına odaklanarak çalışmasını sürdürmüştür. Buckley, Van Laarhoven ve Pedrycz süreç yaklaşımlarındaki lineer problemlerin tek bir çözümünün olmaması ve üssel bulanık sayıların kullanım zorunluluğu sorunlarını dikkate almış ve bu sorunları çözmek için geometrik ortalamayı kullanmıştır. Böylece karşılaştırma matrisinde tek bir çözüme ulaşmıştır. Bulanık oranları ifade etmek için de yamuk bulanık sayıları kullanmıştır. Ancak Buckley yönteminde de matematiksel hesaplama adımları fazladır.

6.3. Chang'ın Genişletilmiş Analiz Yöntemi

Bu yöntem, genel AHS süreç adımlarına olan benzerliğinin fazla olması ve çözümsel açıdan kolaylık sağlaması nedeniyle araştırmacılar tarafından daha çok tercih edilmektedir. Bu yaklaşımda sözel olan kriterlerin karşılaştırılması üçgen olan bulanık sayıların gösterimi ile yapılmaktadır. Tablo 6.1.'de bulanık sayıların dereceleri verilmiştir.

Tablo 6.1. Bulanık Sayıların Dereceleri

Sözel Önem	Üçgensel Bulanık Sayı	Üçgensel Bulanık Sayıların Tersisi
Eşit önem	(1.1.1)	(1/1,1/1,1/1)
Daha önemli	(1.2.3)	(1/3,1/2,1)
Biraz daha fazla önemli	(2.3.4)	(1/4,1/3,1/2)
Çok daha önemli	(3.4.5)	(1/5,1/4,1/3)
Kuvvetli derecede önemli	(4.5.6)	(1/6,1/5,1/4)
Biraz daha kuvvetli derecede önemli	(5.6.7)	(1/7,1/6,1/5)
Çok şiddetli seviyede önemli	(6.7.8)	(1/8,1/7,1/6)
Çok çok şiddetli seviyede önemli	(7.8.9)	(1/9,1/8,1/7)
Büsbütün önemli	(8.9.9)	(1/9,1/9,1/8)

Birinci Adım: 6.1. numaralı denklem eşitliğinden kriterlerin bulanık sentetik dereceleri hesaplanmaktadır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j * [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]^{-1} \quad (6.1)$$

Denklemdaki $\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ sonucunu meydana getirmek için aşağıdaki sayısal matematiksel işlem yapılır.

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j) \quad (6.2)$$

6.1 numaralı denklemdeki $[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]^{-1}$ ifade ise 6.3 numaralı denkleme göre hesaplanır.

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_i^n u_i}, \frac{1}{\sum_i^n m_i}, \frac{1}{\sum_i^n l_i} \right) \quad (6.3)$$

İkinci Adım: Bulanık sentetik mertebe değerlerinin bulunmasının ardından bu değerlerden sentez değerler oluşturulur. $M_2=(l_2, m_2, u_2) \geq M_1=(l_1, m_1, u_1)$ ifadesinin olabilirlik derecesi şöyle tanımlanır:

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & m_2 \geq m_1 \\ 0 & l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{diğer} \end{cases} \quad (6.4)$$

M_1 ve M_2 'yi kıyaslayabilmek için $V(M_2 \geq M_1)$ ve $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerinin her biri işlem sonucunu bulmak açısından önemlidir.

Üçüncü Adım: Satırların her biri kendi içinde karşılaştırmaya sokulur. Karşılaştırmalar yapıldıktan sonra ortaya çıkan sonuçlar arasından minimum olan dikkate alınır. Aynı işlemler ikinci satır içinde yapılır. İkinci satır da diğer satırlar ile karşılaştırılır ve içlerinden minimum olan alınır. Tüm bu işlemler diğer geri kalan satırlar için de yapılır. İşlemler sonucunda bulunan tüm minimum değerler bir araya getirilerek ağırlık vektörü elde edilir.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (6.5)$$

Dördüncü Adım: W değerini hesaplamak için de üçüncü adım sonucunda ortaya çıkan ağırlık vektörü normalize hale getirilir.

$$W = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (6.6)$$

W bulanık sayı olmaktan çıkar.

$$d(A_i) = \frac{d'(A_i)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)} \quad (6.7)$$

6.4. Cheng BAHS Yöntemi

1996 yılında Cheng kriterlerin üyelik fonksiyonlarını meydana getirerek bulanık mantığı geliştirmiştir. Bu üyelik fonksiyonlarını puanlayarak performans skorlarını elde etmiştir ve entropi kavramını kullanarak ağırlıkları hesaplamıştır (Cheng 1996).

6.5. Mikhailov BAHS Yöntemi

2003 yılında Mikhailov ise ikili karşılaştırmalarda aralıkları karşılaştırmıştır. Bu yöntemde önerilen ise AHS sürecindeki ikili karşılaştırma matrislerinden önceliklerin oluşturulmasında sürecin en önem verilen elemanlardan biri olduğu ifade edilerek, öncelik vektörünün bu matrislerden sağlanması amacıyla en çok tercih edilen öz vektör süreci ve logaritmik en küçük kareler metodunun yerine önceliklendirme sürecinin geometrik temsiline dayandırılması ile oluşan yeni bir süreç yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda, önceliklendirme sorunu standart lineer program ile çözülebilen bulanık programlama problemine dönüşmektedir. Bu yaklaşım özellikle karar verenin seçenekleri oldukça tutarsız olduğu durumda diğer yöntemlerden daha iyi sonuç vereceği belirtilmektedir (Mikhailov, 2003).

6.6. Enea ve Piazza BAHS Yöntemi

Enea ve Piazza, farklı projelerin alternatifleri içinden bir tanesinin seçimi için AHS metodunun bulanık uzantısını kullanarak 2004 yılında çalışmasını yapmıştır. Çalışma bütün uygulanabilir bilgilerin dikkate alınması için bulanık AHS’de hesaba katılması gereken kısıtlar üzerinde odaklanmaktadır. Gösterilen yöntemde iki tane farklı algoritma tavsiye edilmektedir (Enea ve Piazza, 2004).

7. BTOPSIS YÖNTEMİ

TOPSIS çok kriterli karar verme uygulamaları içinde en fazla tercih sebebi olan yöntemlerinden biridir. TOPSIS yöntemi ile pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan çözümlerin belirlenmesi yani iki yönlü olması nedeniyle en uygun çözüme ulaşmak kolaydır. Bulanık TOPSIS ise, TOPSIS yöntemine bulanık ifadelerin ilave edilmesiyle oluşturulmuş daha geniş ve geliştirilmiş bir yöntemdir.

Bulanık olan ortamlarda birden fazla kritere dayalı, az karar veren ve farklı grupların yer aldığı problemlerin çözümünde bu yöntemi kullanmak daha avantajlıdır. Bu yöntem esneklik sağlayan bir yapıya sahiptir. Bulanık yöntem olan TOPSIS'in bu versiyonunda karar verilecek olan kriterler karar verenlerin bulanık sayılarla değerlendirilmesi ve yakınlık katsayılarının hesaplanarak sıralanması ile oluşturulan bir yöntemdir (Derviş, 2015).

Bu süreç yaklaşımında, alternatiflerin her birinin, kriterlerin her birine göre aldığı dilsel olarak ifade edilen puanlar bulanık karar matrisinin ve normal hale getirilmiş bulanık karar matrisinin meydana gelmesinde tercih edilir. Sözel olarak anlatılan kriterlerin önem seviyeleri ile seçeneklerin kriterlerine göre almış oldukları performans seviyelerinin sayısal hale çevrilmesinde Chen tarafından öne atılan üçgen bulanık sayılardan faydalanılır. Kriterlerin önem ağırlıklarının tanımlanmasında yararlanılan dilsel ifadeler ile alternatiflerin kriterlere göre analiz edilmesinde yararlanılan sözel anlatımlar aşağıdaki 7.1. numaralı Tablo'da verilmiştir.

Tablo 7.1. Dilsel İfadeler Tablosu

Kriter önem ağırlığının belirlenmesinde kullanılan dilsel değişkenler		Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değişkenler	
Çok düşük (ÇD)	(0, 0, 0.1)	Çok kötü (ÇK)	(0, 0, 1)
Düşük (D)	(0, 0.1, 0.3)	Kötü (K)	(0, 1, 3)
Orta düşük (OD)	(0.1, 0.3, 0.5)	Orta kötü (OK)	(1, 3, 5)
Orta (O)	(0.3, 0.5, 0.7)	Orta (O)	(3, 5, 7)
Orta yüksek (OY)	(0.5, 0.7, 0.9)	Orta iyi (Oİ)	(5, 7, 9)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.9, 1)	İyi (İ)	(7, 9, 10)
Çok yüksek (ÇY)	(0.9, 1, 1)	Çok iyi (Çİ)	(9, 10, 10)

İlk olarak bulunan dilsel ifadeler sayısal hale getirilerek bulanık ağırlıklı matris ve bulanık karar matrisi meydana getirilir. Sonraki aşamada bu matrisler normalize edilmiş bulanık ağırlıklar ve karar matrislerine çevrilmektedir. Her seçenek için elde edilen bu matrisler ile bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüme olan mesafeleri hesaplanır. En iyi seçeneğin tercihi için oluşturulan sayılar küçükten büyüğe sıralanmaktadır (Derviş, 2015).

BTOPSIS yöntemi ile belirsizliğin olduğu problemlerde belirsizliği ortadan kaldırmak amacıyla bulanık sayılardan yararlanılarak bulanık olumlu ideal sonuca en yakın ve bulanık negatif ideal çözüme en uzak değere sahip alternatif seçilir. Bu yöntem ile hem nitel hem de nicel sayılar işleme dahil edilir. Bulanık TOPSIS yönteminin esnek olması kullanım alanının yaygın olmasına yol açan etkenlerden biridir. Kısa sürede sonuca ulaşılması yöntemin avantajları arasında gösterilmektedir.

Bulanık TOPSIS yönteminde değerlendirmelerin alanında uzman kişiler tarafından yapılması gerekmektedir. Aksi durumunda doğru sonuçlara ulaşmak zorlaşır. Ayrıca karar vericilerin tarafsız olması etkili bir sonuca ulaşmak için önemli bir etkidir.

7.1. BTOPSIS Çözüm Adımları

Bulanık TOPSIS yönteminin çözümü on adımdan oluşmaktadır.

Birinci Adım Süreç Karar Verenlerin ve Kriterlerin Belirlenmesi: N adet erbab karar vereden $E=\{KV_1, KV_2, \dots, KV_n\}$ şeklinde küme meydana getirilir. Karar matrisinde bulunan alternatifler $A=\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ve bu seçenekleri tanımlayabilmek için kullanılacak kriterler $K=\{K_1, K_2, \dots, K_n\}$ şeklinde belirlenir.

İkinci Adım Süreç Sözel Değişkenler Kullanılarak Analizlerin Yapılması: Alternatiflerin incelenmesinde ve koşulların önem ağırlıklarının tanımlanabilmesi amacıyla dilsel değişkenler seçilir ve erbab karar verenler bu değişkenler sayesinde alternatifleri ve koşulları değerlendirirler. Bu değerlendirilmede kullanılacak (Tablo 7.1) dilsel ifadeler tablosunda gösterilmiştir.

Üçüncü Adım Değerlendirmelerin Üçgen Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi: Karar verenler önem seviyeleri ve alternatiflerin analizi için tanımladıkları dilsel değişkenler üçgen bulanık sayılara çevrilir.

Dördüncü Adım Karar Matrislerinin Oluşturulması: Bulanık çok kriterli karar verme problemi matrisinde, A_i ($i = (1, \dots, m)$) aralarında seçilmesi gerekli yapılacak alternatifleri ve K_i ($i = (1, \dots, n)$) kriterleri gösterir ve şu şekilde ifade edilir:

$$X^{\sim} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_n \end{matrix} \begin{vmatrix} X_{11}^{\sim} & X_{12}^{\sim} & X_{13}^{\sim} & \dots & X_{1n}^{\sim} \\ X_{21}^{\sim} & X_{22}^{\sim} & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1}^{\sim} & X_{m2}^{\sim} & \dots & \dots & X_{mn}^{\sim} \end{vmatrix} \quad (7.1)$$

$$W^{\sim} = [w_1^{\sim}, w_2^{\sim}, \dots, w_n^{\sim}]$$

Beşinci Adım Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Hazırlanması: Karar matrisi standardize hale getirilir. Standardize karar matrisi $\tilde{R}=[\tilde{r}_{ij}]m*n$ ile tanımlanır. Standardize olmuş olan bulanık sayılar \tilde{r}_{ij} şeklinde gösterilir.

$$r_{ij}^{\sim} = \left(\frac{a_j}{c_j}, \frac{b_j}{c_j}, \frac{c_j}{c_j} \right), \quad c_j^* = \frac{\max c_j}{i} \quad (7.2)$$

$$r_{ij}^{\sim} = \left(\frac{a_{-j}}{c_j}, \frac{b_{-j}}{c_j}, \frac{c_{-j}}{c_j} \right), \quad a_j^- = \frac{\min a_j}{i} \quad (7.3)$$

Altıncı Adım Ağırlıklı Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması: Kriterlerin her birinin değişik ağırlığını dikkate alan ağırlıklı normalize hale getirilmiş bulanık karar matrisi hazırlanır.

$$\tilde{V} = [\tilde{V}_{ij}]m*n \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \text{Elemanları ise } \tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} * \tilde{w}_j \text{ ile hesaplanır.}$$

Yedinci Adım Negatif ve Pozitif İdeal Çözümün Belirlenmesi: Ağırlıklı normalize karar matrisinden sonra bulanık pozitif ideal çözüm (FPIS, A^*) ve bulanık negatif ideal çözüm (FNIS, A^-) hesap edilir.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad (7.4)$$

$$\tilde{v}_j^* = \max(v_{j3}) \quad \text{ve} \quad \tilde{v}_j^- = \min(v_{j1})' \text{ dir.}$$

Sekizinci Adım Uzaklıkların Hesaplanması: Alternatiflerin her biri FPIS ve FNIS' ten uzaklığı sırasıyla $i=1,2,\dots,m$ olmak üzere hesaplanabilir ve dv iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı göstermektedir.

$$d_i^+ \sum_{j=1}^n dv(V_{ij}, V_{j+}) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7.5)$$

$$d_i^- \sum_{j=1}^n dv(V_{ij}, V_{j-}) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7.6)$$

Dokuzuncu Adım Yakınlık Katsayılarının Oluşturulması: Seçeneklerin sıralanmasını tanımlayabilmek için tüm koşula ilişkin yakınlık katsayıları hesaplanmalıdır. Yakınlık katsayısı, bulanık olumlu ideal sonuca ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklığı aynı anda dikkate alınmasının akabinde her bir alternatifin yakınlık katsayısı $i=1,2,\dots,m$ ' dir.

$$\text{Yakınlık Katsayısı (CI)} = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i} \quad (7.7)$$

Onuncu Adım Alternatiflerin Sıralanması: Alternatiflerin tanımlanması Yakınlık katsayılarına göre olur. Yakınlık katsayısının büyük olması, bir koşulun bulanık olumlu ideal sonuca yakın ve bulanık negatif ideal çözüme yakın olmadığını aksine uzak olabildiğinin göstergesidir.

8. YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ

8.1. Yeşil Tedarik Zincirinin Gelişim Süreci

Tedarik kavramı, 1960'lı yıllara kadar şirketlerin önemli kriterleri arasında değerlendirilmemekteydi. Şirketler için tedarik sadece, lojistik ve depolama gibi unsurlar arasında kalmıştı. Zaman ilerledikçe 1970'li yıllara gelindiğinde tedarik kavramının önemi yavaş yavaş gündeme gelmeye başladı. Şirketler, tedariki lojistiğin bir unsuru olmaktan çıkarıp başlı başına ayrı bir kavram ve üretimden son kullanıcıya kadar olan süreçte dikkatle incelenmesi ve takip edilmesi gereken bir unsur olarak görmeye başladılar. 1998'li yıllarda şirketler tedarik departmanları kurup, tedarik unsurlarının ayrı bir merkezden yönetilmesinin önünü açarak, üretim maliyetlerinin düşmesine ve rekabet üstünlüğünün artmasını sağlamışlardır. Maliyetlerin düşmesi amaçlanarak oluşturulan tüm bu oluşumlar sayesinde tedarik zincirinin temelleri atılmaya başlanmıştır.

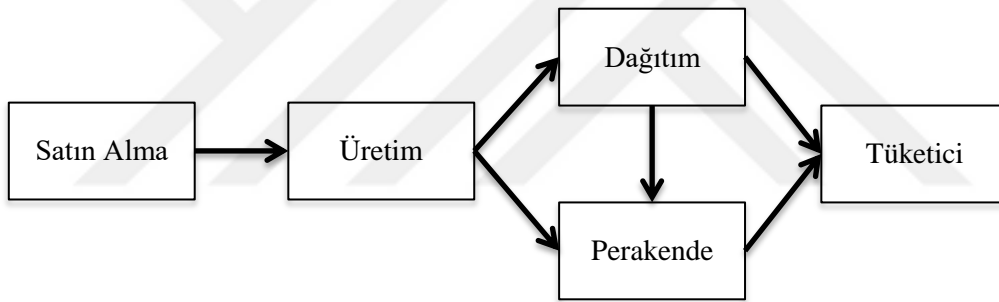
90'lı yıllara gelindiğinde üretim faaliyetlerindeki artış, rekabet ortamını harekete geçirmiş ve işletmelerin birbirleriyle olan rekabetlerinin oldukça artmasına neden olmuştur. İşletmelerin rekabetlerindeki artış müşteri memnuniyetinin yükselmesini sağlayacak alanlara doğru yönelmiştir. Bu sayede işletmeler ürünlerin üretiminden son kullanıcıya kadar olan tüm süreç adımlarını iyileştirmeye yönelik uygulamaları hayata geçirmişlerdir. Bu süreç adımlarının birleşmesiyle oluşan zincir tedarik zinciri kavramını oluşturmuştur.

90'lı yılların sonuna gelindiğinde üretimin artması sebebiyle oluşan atıklar çevresel sorunları beraberinde getirmiştir. İşletmelerin bilinçsizce hareket etmesi doğal kaynakların tükenme riskini ortaya çıkarmış ve yeni çevresel bilinçlerin oluşmasına yol açmıştır. Oluşan çevresel bilinç ile tüketiciler üreticiler üzerinde yoğun baskılar yaparak çevre bilincine önem vermeleri için işletmeleri zorlamışlardır. Artan çevresel farkındalık ile ülkelerde çevresel konularda yeni düzenlemeler getirip yasalarla bu düzenlemeleri zorunlu kılmaya başlamışlardır. Kyoto Protokolü, ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi gibi önemli çevresel protokoller hazırlanmıştır. Çevre bilincini arttırmak amacıyla bazı büyük işletmeler tedarikçilerinin ISO 14001 sertifikalarını almalarını zorunlu hale getirmişlerdir.

Çevre sorunlarının artması, çevre kirliliğini önlemeye yönelik faaliyetlerin hız kazanması işletmeleri çevreye duyarlı ürünler üretmeye yöneltmeye başlamıştır. Böylece üreticilerin klasik üretim alışkanları yavaş yavaş değişerek, yeşil ürünleri üretmeye yönelik uygulamalara doğru kaymıştır. Bu durum da yeşil tedarik zincirinin temellerinin atılmasına olanak sağlamıştır.

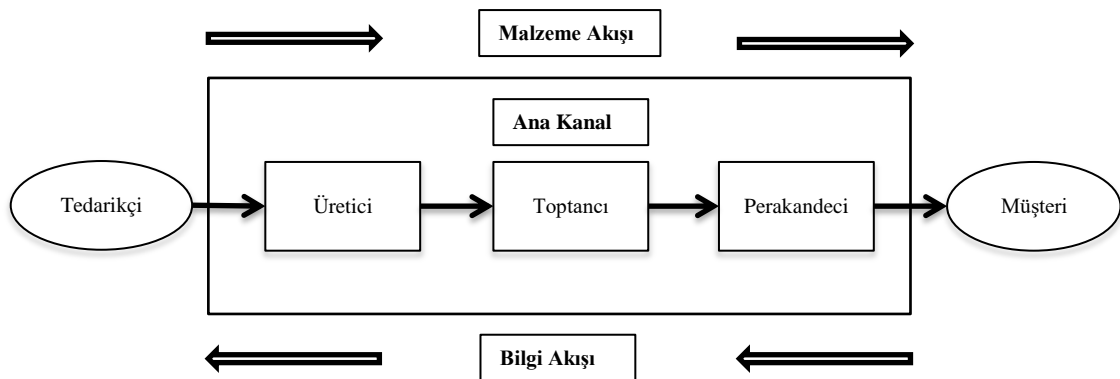
8.2. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetim Kavramı

Tedarik zinciri yönetimi, tüketicilerin gereksinimlerini karşılamak amacıyla, ham maddelerin ana tedarikçilerden alınıp, üretim hatlarına aktırılması ve üretim faaliyetleri sonucunda çıkan ürünlerin dağıtım noktalarına iletilmesi, dağıtım noktalarından da tüketicilere ulaştırılmasını kapsayan malzeme ve bilgi akışının tarayımı, planlaması ve kontrolünün tamamına verilen addır. Kısacası, işletmelerin üretimden son kullanıcıya kadar olan tüm süreç adımlarının koordine edilmesidir (Beamon, B. M. 1999)



Şekil 6. Geleneksel Tedarik Zinciri

Şekil8.1.'de görüldüğü üzere geleneksel tedarik zincirinde satın alma ile başlayan süreç üretim ile devam eder. Üretim sonrasında oluşan ürünlerin dağıtım ve perakendesi ile ürünler tüketiciye ulaşır.



Şekil 7. Geleneksel Tedarik Zinciri Yönetimi

Geleneksel tedarik zinciri yönetimindeki malzeme akışı ise Şekil 8.2.'deki gibidir. Tedarikçi ile başlayan süreç malzeme ve bilgi akışının da dahil edilmesi ile sırasıyla üretici, toptancı ve perakendeci üzerinde ilerleyip müşteriye ulaşır.

Çevre kirliliğinin artması ile birlikte işletmeler geleneksel tedarikçi zinciri akışını değiştirerek önemli fonksiyonları bu sürece dahil etmişlerdir. Artan rekabet koşulları, tüketici bakışı işletmeleri geleneksel tedarik zinciri yönetimini incelemeye ve geliştirmeye yöneltmiştir. Böylece geleneksel tedarik zincirine yeşil kavramı eklenerek yeşil tedarik zinciri oluşturulmuştur.

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, yeşil satın alma ile başlayan ve tedarikçiden üreticiye akan entegre yeşil uygulamaların bütün değer zinciri üzerinde var olduğu çevreci bir yönetim anlayışıdır (Zhu & Sarkis, 2004). Oluşan bu yeni tanımlama ile yeşil tedarik zinciri yönetiminin, geleneksel tedarik zinciri yönetimi ile oluşan üretim faaliyetleri sonucunda meydana gelen çevre zararlarının ortadan kaldırılması veya üretilen ürünlerin çevreye dost ürünler olmasını amaçlayan bir yönetim yaklaşımı olduğunu söyleyebiliriz.

8.3. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetim Faaliyetleri

Geleneksel tedarik zincirinin yeşil kavramlarla bütünleşmesi ile yeşil sıfatların yer aldığı tedarik zinciri yönetim faaliyetleri oluşmuştur. Yeşil tedarik zinciri yönetim faaliyetleri aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

Yeşil satın alma; aynı amaca hizmet eden rakip ürün veya hizmetlerle karşılaştırıldığında insan sağlığı ve çevre üzerinde daha az etkisi olan ürün ve hizmetlerin satın alınmasını ifade eder. Bu karşılaştırma, ürün veya hizmetin hammadde edinimi, üretimi, imalatı, ambalajlanması, dağıtımı, yeniden kullanımı, işletimi, bakımı ve imhasını dikkate alabilir. Yeşil satın alma, çevresel olarak tercih edilen satın alma, çevreye duyarlı satın alma, yeşil satın alma, olumlu satın alma, eko-tedarik ve çevreye duyarlı satın alma olarak da bilinir.

Yeşil satın alma, tedarikçilerin seçimi, değerlendirilmesi ve geliştirilmesi dâhil olmak üzere çevresel sorunlara sebep olabilecek tehlikelere yönelik koruyucu önlemlerin alındığı stratejik satın alma faaliyetlerini ifade etmektedir (Zsidisin & Siferd, 2001).

Yeşil üretim; Yalın ve Yeşil olarak da bilinen Yeşil Üretim, üretim sürecini değerlendirmeye ve iyileştirmeye yönelik bir yaklaşımdır. Yalın üretim ilkelerine dayanır ve böylece çevreci olmaya yönelik dinamik, kanıtlanmış ve başarılı bir yaklaşım sunar.

Yeşil üretimin en önemli amacı üretimden en geniş anlamda fayda yaratmak şeklinde tanımlanabilir. Yeşil üretim ile üretim sürecinde ortaya çıkan atıklar en aza indirilmeye çalışılır. Çevreye duyarlı ürünlerin üretimine özen gösterilir. Çevresel ürünlerin üretimi esnasında kullanılan enerji sarfiyatı da en aza indirgenir.

Yeşil üretim kapsamında yeniden kullanım, yeniden üretim ve geri dönüşüm faaliyetleri de değerlendirilmektedir. Yeşil üretim ile birlikte üretim faaliyetlerindeki fire oranları azaltılarak toplam kullanılan malzeme miktarı düşürülür. Böylece daha az kaynakla çevreye zararı daha az olan ürünlerin üretimi amaçlanır.

Yeşil dağıtım; dağıtım kavramı en az maliyetle tüketicilerin istedikleri ürünlerin düzenlenip yönetilmesi ve tüketicilere ulaştırılmasıdır. Tedarik zincirinin bütün prosesini kapsayacak uygunlukta taşıma araçlarının tükettiği yakıt, taşıma sürekliliği, dağıtım noktaları, kat edilen mesafelerin çevresel etkileri göz önünde bulundurularak tasarlanmasıdır (Sarkis, 2003). Yeşil dağıtım ile birlikte lojistik maliyetleri azalması sağlanır.

Yeşil paketleme; ürünlerin aktarılması sırasında kullanılan paketlerin ürünleri dış etkilere, darbelere karşı korumasının yanında çevreye zarar vermemesi istenmektedir. Kullanıcılar ürünleri aldıktan sonra ambalajları genelde göz ardı edebilirler. Ambalaj atıklarının çevreye verdiği zarar ise tartışılmayacak boyutta fazladır. Yeşil tedarik zincirinin amaçlarından biri de ürünlerin paketlerinin geri dönüştürülebilir ve çevreye zararı az olan ürünlerden yapılmasıdır.

Tersine lojistik; Tersine lojistik (reverse logistic) adından da anlaşılacağı üzere lojistik aşamalarının tersi olarak tanımlanabilir. Tersine lojistik terimini biraz daha detaylandırarak olursak, üretim kuruluşunun olası geri kazanımını, yeniden üretim veya yok etme için tüketim noktasından gönderilmiş ürün veya parçaları sistematik olarak kabul etmesi süreci olarak ifade edilir.

8.4. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminin Tercih Edilmesinin Nedenleri

Yeşil tedarik zinciri uygulamalarında gönüllülük esasının yanında çevresel ve işletmesel faktörler nedeniyle oluşan baskılar da vardır. Çevresel yani dış baskılar devlet baskısı, kanunların yaptırımı, müşteri talepleri, sivil toplum örgütlerinin uygulamaları, tedarikçilerin ve yatırımcıların baskısı olarak gruplandırabiliriz. Tüm bu oluşumların yapmış olduğu baskılar firmaları yeşil tedarik zinciri uygulamalarını yapmaya yöneltebilir. Dış baskıların yanında şirket içindeki baskılar da diğer bir etken olarak ele alınır. İç baskılara örnek verilecek olursa; çalışanların baskısı, şirketin stratejik uygulamaları, fonksiyonel baskılardır.

Tüm bu baskıların sonucunda şirketlerin yeşil tedarik zinciri yönetimini tercih etmelerinin sebepleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Çevre kirliliğinin önlenmesi; devletlerin doğanın korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik uygulamalarının yanında şirketler de kendi üretim alanları içerisindeki uygulamaların yaratmış olduğu etkileri en aza indirmekle yükümlüdür. Şirketler yapmış oldukları işlerin detayına göre çevresel etkileri en aza indirecek uygulamaları belirledikleri prosedürler hazırlamış olup bu yöndeki uygulamalarını arttırmışlardır. Şirketler ürettikleri ürünlerden arta kalan ürünleri nasıl değerlendireceklerini, üretim sonucunda ortaya çıkan atıkları nasıl bertaraf edeceklerini araştırarak ve uygulamalar geliştirerek çevre kirliliğinin önlenmesine katkı sağlamaktadırlar.

Doğal kaynakların korunması; üretim faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan sera gazlarının, üretim atıklarının çevreye verdiği zarar sadece üretim alanı ile sınırlı olmamakla birlikte tüm dünyaya yayılarak zararın boyutunun artmasına neden olmaktadır. Bu durum sınırlı olan doğal kaynakların kirlenmesine, oluşan bu kirlilik insanlar başta olmak üzere tüm canlıların yaşamlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Yaşamın devamlılığı için doğal kaynakların korunmasına yönelik en önemli adımların sanayi alanlarında atılması gerekmektedir. Buna önem veren işletmeler ise olabildiğince en az girdiler ve enerji kullanımı ile en az atık oluşturabilmek için ürünlerin üretilmesine yönelik faaliyetler göstermektedir.

Tüketicilerin tercihleri; günümüzdeki artan rekabet ortamı, küreselleşmenin verdiği etkiler, çevrecilik vb kavramlar ile tüketicilerin alışkanları değişmeye başlamıştır. Çevre bilincinin artması ile tüketiciler doğaya olan etkileri az olan, yenilenebilir enerji kaynakları ile üretilen, geri kazanımı kolay olan ürünleri daha çok tercih eder hale gelmeye başlamışlardır. Bu bakış açısı da şirketlerin üretim ve yönetim faaliyetlerini çevreyi korumaya yönelik alanlara yönlendirmeye başlamıştır. Tüketicilerin tercihlerindeki bu farklılık aynı zamanda şirketler arasında yeşil aktivitelerle ilgili rekabete girmelerine yol açmıştır.

Devlet uygulamaları; bir şirketi yeşil politikalar uygulamaya yönlendiren en etkili unsurların başında devletin belirlemiş olduğu yasalar ve yükümlülükler yer almaktadır. Devletin çevre kirliliğini önlemeye yönelik yaptırımları ile şirketler atıklarını doğaya bırakmak yerine bertaraf firmalara göndermeye başlamışlardır. Böylece çevre zararı nedeniyle oluşacak finansal zararların önüne geçmişlerdir. Ne yazık ki bazı işletmeler çevresel bilinci sağlamanın öneminden ziyade devletin belirlemiş olduğu kurallara aykırı davranılması sonucunda parasal cezayı ödememeyi daha ön planda tutmaktadır. Devletin uygulamaları yaptırım gerektirse de öncelik çevresel bilincin oluşturulması yönünde bir kültür oluşturmaktır. Bu bilince sahip olup, uygulamalarını çevre bilincine katkı sağlamaya yöneltten işletmeler finansal anlamda da güçlü hale gelmektedir.

8.5. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Faydaları

Özellikle zamanlardaki tedarik zinciri yönetiminde, sürdürülebilirlik yüksek önem kazanmaktadır (Linton ve diğerleri, 2007). Çevresel konuların devam edilebilirlik açısından önemi yeni olmamakla beraber günümüzde de güncelliğini sürdürmektedir. Çevre ile ilgili konuların kritik hale gelmesinden kaynaklı üretim ve tedarik zincirlerinin çevresel durumları büyük önem kazanmakta (Lin ve diğerleri, 2009), birçok firma yeşil tutumu hedefleri arasına koyarak işlerine çevresel bir boyut katmak istediklerini ifade etmektedir (Carbone ve Moatti, 2008).

Yeşil tedarik zincirinin temel amacı dengeli ve sürdürülebilir bir yaşam alanı oluşturmaktır. Bu temel amacın dışında işletmelere sağladığı birçok yarar vardır:

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ile üretim maliyetlerinin azalmasını sağlar.
- Üretim girdilerinin azaltılmasını sağlar.
- Daha az iş gücü ve enerji kullanımına olanak tanır.
- Verimliliği artırır.
- Sistem maliyetlerini düşürür.
- Risklerin azaltılmasını sağlar.
- Karlılığı artırır.
- Hammaddelerin geri dönüşüm yolu ile yeniden kullanılmasını sağlar.
- Şirketlerin yeni pazar alanları bulmasına olanak sağlar.
- Rekabet ortamını genişlemesine katkı sağlar.
- Daha düşük fiyatlı ürünlerin üretilmesini sağlar.
- Prestij sağlanarak daha olumlu bir şirket imajı yaratılır.
- Şirket tercih edilmesine katkı sağlar.
- Atıklar azalır.
- Geri dönüşüme olanak sağlar.
- Toplumsal yaşam kalitesinin artırılmasına olanak tanır.

9. YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Kuruluşların ana temel işlevlerinden biri olan satın alma çalışmalarının en önemli aşamalarından biri tedarikçiyi doğru bir şekilde seçmektir. Uygun tedarikçilerin seçimleri ile satın alma faaliyetleri verimli bir şekilde yürütülmektedir. Gelişen teknoloji ve artan rekabet ortamı nedeniyle şirketlerin ihtiyacı olduğu mal ve hizmetleri maliyetli ve kaliteli bir şekilde alabilmeleri için tedarikçi seçimine özen göstermeleri ve seçim kriterlerini efektif olarak belirlemeleri gerekmektedir.

Tedarikçi seçimi bir süreç olup, tedarikçilerin belirlenmesini, analiz edilmesini ve seçilmesini sağlayan birkaç adımlı sürecin birleşmesi ile oluşur. Tedarikçi seçim süreçlerine mutlaka çevresel konuların da eklenmesi ve tedarikçilerin çevreye olan zarar ya da katkılarının da göz önüne alınması gerekmektedir. Bu durum işletmenin yararının yanında çevre boyutuna verilen önem nedeniyle de önem arz etmektedir.

Literatürde tedarikçi seçimi için kullanılan birçok çok kriterli karar verme yöntemleri bulunmaktadır. Özellikle BAHS ve BTOPSIS yöntemleri aşağıdaki içerik özetlerinden de anlaşılacağı üzere araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilen yöntemlerdir. Bu çalışmada da bulanıklık içeren unsurların olması, iyi sonuçlar elde edilmesi ve işlem kolaylığı sebebiyle bu iki yöntem tercih edilmiştir.

Denizhan B. ve diğ.. (2017), Marmara bölgesinin doğusunda makine üretim alanındaki bir kuruluşun yeşil olarak kabul edilen tedarikçi tercihinde AHS ile bulanık AHS metotlarını kullanmışlardır. İlgili alan için yeşil koşulların tanımlanmasında katkı sağlamışlardır.

Çelik ve Ustasüleyman (2018), yaptıkları çalışmalarında mutfak üretiminde faaliyet gösteren bir firma için en uygun yeşil tedarikçiyi belirlemek amacıyla BAHS ve BTOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır.

Karabayır N. (2018), yapmış olduğu tez çalışmasında otomotiv sektöründeki tedarikçiler için BAHS yöntemini uygulanarak kriter ağırlıklarını hesaplamış, bulanık TOPSIS ile de tedarikçileri sıralayarak en uygun tedarikçiyi seçmiştir.

Kılınç S. (2018), yapmış olduğu tez çalışmasında çevresel performans kriterlerini ele alarak AHS ve GRİ yöntemlerinin kullanarak yeşil tedarikçi seçimi sonuçlarını analiz ederek istatistiksel karşılaştırmalarını yapmıştır.

Supçiller, A ve diğ. (2018), çalışmalarında bir tekstil fabrikasındaki en iyi tedarikçiyi seçmeye odaklanmışlar ve uygulamalarında AHS, TOPSIS, VIKOR, SAW, GRİ, ELECTRE yöntemlerini kullanmışlardır.

Çınar ve Uygun (2019), Sezgisel Bulanık AHS yöntemini kullanarak belirsizlik ortamında belirmiş olukları 5 farklı kriter ile 3 farklı yeşil tedarikçiyi değerlendirerek seçimlerini yapmışlardır.

Madenoğlu F. (2019), çalışmasında mobilya üretimi gerçekleştiren bir işletmenin yeşil tedarikçi seçiminde BTOPSIS, Bulanık Vikor, Bulanık Gri İlişkisel Analiz, Bulanık Aras ve Bulanık SWARA yöntemlerini kullanmıştır.

Onat A. ve diğ. (2019), hazırladıkları makalelerinde BAHS ve BTOPSIS'i bütünlük olarak kullanarak perakende sektöründe bir uygulama yaparak tedarikçi seçimini yapmışlardır.

Ardalı Z. (2020), tez çalışmasında uygulama yaptığı firmanın yeşil politikalarını göz önüne alarak bu firma için en uygun yeşil tedarikçi seçimini sağlamıştır. Bunun için de BAHS ve Aksiyomatik Tasarım'ı kullanmıştır.

Soyer A. ve diğ. (2020), çalışmalarında geleneksel tedarikçi seçiminin yerine yeşil tedarikçi seçimi süreçlerine odaklanmışlar ve araştırmalarını bu yönde yoğunlaştırarak Analitik Ağ Süreci yardımıyla beyaz eşya sektörü için tedarikçi seçimini gerçekleştirmişlerdir.

Karabıçak Ç. ve diğ. (2020), bir otomotiv yan sanayi firmasında en uygun kalıp tedarikçisinin seçiminde BAHS yöntemini kullanmışlardır.

Özen M. ve diğ. (2020), yaptıkları işte COVID 19 salgının otomotiv sektöründe tedarikçi seçimi üzerinde olan etkisini araştırmışlardır. AHS, BAHS ve BTOPSIS yöntemleri birlikte kullanılmıştır.

Çelik F. ve diğ. (2021), bir traktör fabrikası için bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımlarından BAHS, BTOPSIS, DEMATEL, Bulanık MOORA yöntemlerini kullanmış ve yöntemlerin sonuçlarını karşılaştırarak en uygun tedarikçinin seçilmesine katkı sağlamışlardır.

Deste M. ve diğ. (2021), kuru kayısı sektörü için tedarikçi seçimi problemini ele almışlardır. Elde ettikleri bulgular ile BTOPSIS yönetimini kullanarak en uygun tedarikçinin seçilmesini sağlamışlardır.

Erbıyık H. ve diğ. (2021), yazmış oldukları makalelerindeki uygulamayı otomotiv sektöründe yer alan tedarikçilerin performanslarını incelemişlerdir. ELECTRE ve SWARA yöntemlerinden yararlanarak en uygun yeşil tedarikçinin seçilmesine olanak sağlamışlardır.

Karabayır A. ve diğ.. (2021), yaptıkları çalışmada farklı büyüklükteki inşaat firmaları için en uygun tedarikçilerin seçimi ile ilgilenmişlerdir. BAHS ve BTOPSIS yöntemlerinin entegrasyonu ile seçimlerini yapmışlardır.

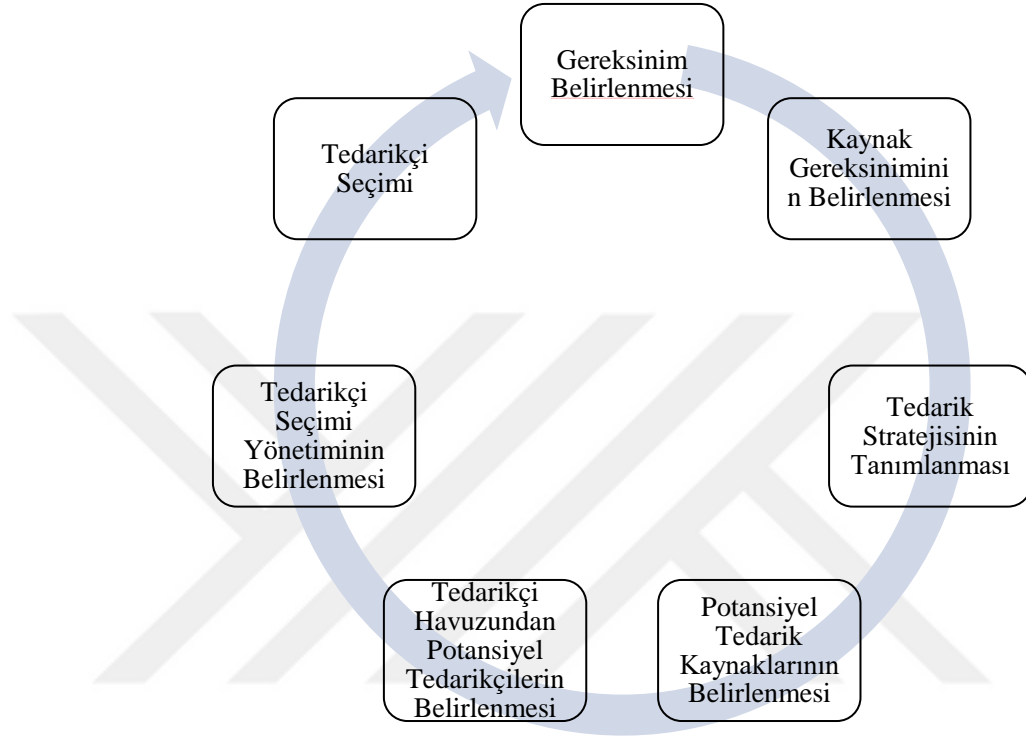
Karagöz E. (2022), tez çalışmasında bir işletmenin maliyet, kalite ve teslimat açısından en iyi tedarikçilerini seçmek için BAHS yönetimini kullanmıştır.

Tablo 9.1.'de yeşil tedarikçi seçim kriterlerinin literatür taraması sonucundaki özeti verilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda en fazla kullanılan kriterler fiyat-maliyet, kalite, çevre yönetim sistemleri, yeşil yetkinlikler (yeşil imaj), teslimat, teslimat süresi vb olarak görülmektedir. Ayrıca yeşil tasarım, kirlilik oranı, yeşil üretim, teknoloji yetkinliği de sıklıkla tercih edilen kriterlerdir. Kriterler yapılan uygulamalara, ihtiyaçlara, şirketlerin tercihlerine ve değerlendirme kriterlerine göre değişkenlik göstermektedir. Tez uygulamasında, uygulamanın yapıldığı firmanın talep etmiş olduğu kriterler de göz önüne alınarak ana kriterler olarak; maliyet, kalite, teslimat ve yeşil yetkinler tercih edilmiştir. Alt kriterlerde ise; ürüne ait maliyet, pazarlık payı, taşıma maliyeti, şirket prosedürlerine uygunluk, hatalı ürün gönderme oranı, talep edilen zamanda teslimat, enerji verimlilik oranı, sertifikalar, üst yönetim desteği ve sosyal sorumluluk tercih edilerek gerekli işlemler yapılmıştır. Kriterlerin açıklamaları ile ilgili bilgiler de ilerleyen sayfalarda detaylı olarak açıklanmıştır.

Tablo 9.1. Yeşil Tedarikçi Seçim Kriterleri

Yazar	Fiyat- Maliyet	Teslimat	Teslim Süresi	Taşıma Maliyeti	Esneklik	Servis Seviyesi	Standartlara Uyumluluk	Red Oranı	Dizayn Yeteneği	Kalite	Kalite Yönetim Sistemi	Yeşil Yetkinlikler (İmal)	Yeşil Geri Dönüşüm	Yeşil Üretim	Yeşil Lojistik	Yeşil Satın Alma	Yeşil Tasarım	Enerji Verimliliği	Kirlilik Önleme	Atık- Kirlilik Üretimi	Emisyon Seviyesi	Çevre Yönetim Sistemi	Teknoloji Yetkinliği	Yönetim Desteği	Sosyal Sorumluluk
Noci, G. (1997)	x											x						x	x	x					
Humphreys, P. ve diğ. (2023)									x			x										x		x	
Lee, A. ve diğ. (2009)	x	x	x		x				x	x	x	x							x			x	x	x	
Dobos, I. ve diğ. (2014)	x		x							x											x				
Hashemi, S. ve diğ. (2014)	x	x			x					x				x					x	x		x	x	x	
Gürel, Ö. Ve diğ. (2015)	x		x	x		x			x		x		x						x	x		x			
Galankashi, M. ve diğ. (2015)	x	x	x							x							x	x	x		x				
Denizhan, B. ve diğ. (2017)	x	x	x			x	x	x		x			x						x						x
Lu, Z. ve diğ. (2018)	x	x	x	x	x																x	x			
Çelik, b. ve diğ. (2018)	x		x	x		x		x		x				x					x			x	x		x
Kılınç, S. (2018)					x																	x			
Supçiller, A. ve diğ. (2018)	x	x	x	x	x	x				x															
Gupta, S. ve diğ. (2019)	x					x				x									x			x			
Haeri ve Rezaei (2019)	x	x								x									x	x			x	x	
Gao, H. ve diğ. (2019)	x			x			x	x	x	x				x							x	x	x		
Çınar, A. ve diğ. (2019)										x				x		x	x					x			
Madenoğlu, F. (2019)	x	x								x															
Javad, M. ve diğ. (2020)	x												x	x		x					x	x			
Ardalı, Z. (2020)														x	x	x	x								
Soyer, A. ve diğ. (2020)	x										x	x			x							x	x	x	x
Erbıyık, H. ve diğ. (2021)	x									x					x									x	
Sharafi, H. ve diğ. (2022)														x		x	x					x			
Goodarzi, F. ve diğ. (2022)					x				x			x		x								x	x		

Şekil 9.1.'de belirtildiği gibi tedarikçilerin seçilmesinde odaklanılan konu tanımlanan gereksinime uygun tedarikçinin seçilmesidir. Alınması gereken her bir şeyin tam olarak tanımlanarak, bunları temin edilecek olan tedarikçilerin hepsinin birden seçilmesi çok önemlidir (Kağncıoğlu, 2007).



Şekil 8. Tedarikçi Seçimi ve Seçim Süreci

Tedarikçi tercihinin en önemli hedefi, kuruluşun ihtiyacı ile doğru orantılı olan ihtiyaçlarını, uygun bir maliyetlendirme ile sürekli bir şekilde tedarik edebilecek yüksek nitelikli tedarikçilerin seçilmesidir. Etkatif bir tedarikçi seçimi aşamasında, taraflar kârlarını yükseltebilmek için tedarikçi seçimine ve performansına etki eden faktörleri dikkate almaları gerekmektedir (Yang ve diğ., 2008).

Geleneksel tedarikçi seçiminde birçok işletme fiyat kriterini ön planda tutmaktadır. Ancak fiyat tek başına bir tedarikçinin seçilmesi için yeterli bir unsur değildir. Tedarikçilerin fiyatlarının yanında, ürün ya da hizmetleri teslim süreleri, teknik yetkinlikleri, finansal yapıları gibi birçok detay göz önüne alınmalıdır. Seçim kriterlerinin detaylandırılması ve çeşitlendirilmesi ile birlikte tedarikçiler daha iyi analiz edilerek işletme için uygun tedarikçinin seçimi yapılabilir.

İşletmelerin tedarikçi seçimine verdikleri önem ile uzun dönemli tedarikçi ilişkileri kurup ürünlerinin ya da hizmetlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilirler.

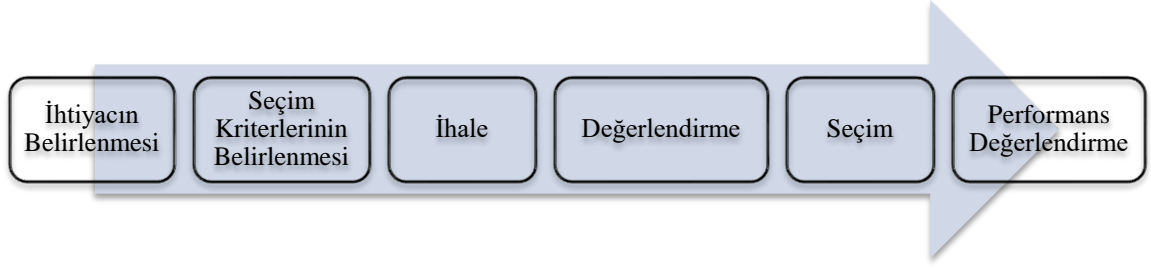
Son yıllarda artan rekabet, üretim yapan firmaları yeni yollar aramaya yönlendirmiştir. Birçok üretici tedarikçileri olan ilişkilerini sadeleştirerek daha efektif hale getirmiş ve onlarla olan ilişkilerinin önem derecesini arttırarak işbirliklerini kuvvetlendirmişlerdir. Tedarikçilerin üretim kapasitelerini arttırmalarına yardımcı olarak daha fazla ürün üretmelerine yardımcı olmuşlar, ürünlerinin kalitelerini arttırmaları konusunda desteklerde bulunarak yeni teknolojik ürünleri kullanmaya teşvik etmişlerdir.

Dünyada yaşanan teknolojik gelişmeler ve sanayileşmenin gün geçtikçe artması nedeniyle çevreye olan zarar da artmaktadır. Bu durum çevre bilincinin gündeme gelmesine ve çevreci ürünlerin kullanılmasına yol açmaktadır. Çevreci yaklaşımlar ile şirketler satın aldıkları ürünlerin içeriklerine, geri dönüşüm sürelerine ve çevreye olan etkilerine daha da önem verir hale gelmişlerdir.

Son zaman dilimlerinde çevre bilincinin önemsenip artması ile tüketiciler için ise çevreye uygun ürünleri tercih etmeye başlamışlardır. Bu talepleri karşılamak amacıyla üreticiler de ürünlerini yeşil yapmak için ürünlerin yaşam döngülerini çevreye duyarlı hale getirmeye çalışmaktadırlar. Bu döngüyü başlatan ise satın alma ve tedarikçi seçimidir.

Şirketler, işletme maliyetlerini düşürmek, rekabet güçlerini arttırmak amacıyla birçok stratejik karar alırlar. Şirketlerin bu kararları arasında çevre bilincini arttırmak amacıyla yeşil faktörleri tedarikçi seçim süreçlerine dahil etmek de vardır.

Geleneksel tedarikçi seçiminde temel süreç Şekil 9.2.'de de görüldüğü gibi ihtiyacın belirlenmesi ile başlar (Igarashi ve diğ., 2013). İhtiyaç belirlendikten sonra ise süreç satın alma departmanına geçer. Satın almacılar da talep edilen ihtiyacı anlayarak bu ihtiyacı karşılayabilecek doğru tedarikçiyi seçmeye odaklanırlar. Aranılan malzeme için gerekli koşulları sağlayabilen tedarikçi adayları arasından yapılacak seçimde pazarlık ya da ihale gibi yöntemler kullanılabilir.



Şekil 9. Tedarikçi Seçimi

Yeşil tedarikçi tercihinde de süreç klasik tedarikçi seçiminde olduğu gibidir. Ancak en önemli farklılık seçim kriterlerinin belirlenmesi ve performansın değerlendirilmesi aşamasında ortaya çıkar.

10. PASLANMAZ ÇELİK SEKTÖRÜNDEKİ BİR FİRMADA YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ UYGULAMASI

Paslanmaz çelik üreten bir üretim tesisindeki ekonomizer alımı için fabrikaya en makul tedarikçi seçimi problemi incelenmiştir. Türkiye'nin ilk ve tek soğuk haddeleme paslanmaz çelik üreticisi konumundaki Güney Kore ortaklı firma 2011 yılında kurulmuştur. Yıllık 300 bin ton üretim kapasitesiyle 2013 yılından beri üretim yapmaktadır. Firmanın yönetim politikaları arasında çevreye ve topluma olabilecek olumsuz etkileri sürdürülebilirlik programları uygulayarak azaltmak yer almaktadır.

Tedarikçilerden alınan hizmetlerin istenilen hedefe ulaşım ulaşmadığını anlamak için performans etkinliklerinin ölçülmesi gerekmektedir. Performans ölçümlerinde kullanılan yöntemlerden birisi etkinlik analizidir. Etkinlik analizi içinde yer alan tekniklerden biri olan Veri Zarflama Analizi bu uygulama kapsamında kullanılan yöntemlerden biridir. Veri Zarflama Analizi kapsamında kullanılacak olan veriler ise paslanmaz çelik sektöründe faaliyet gösteren işletmenin imalat tedarikçilerine ait veri tabanlarından elde edilmiştir. Tedarikçilere ait performans puanları, şirketin tüm tedarikçileri için oluşturduğu her bir sözleşme için yapılan değerlendirme puanlarının yer aldığı veri tabanından alınmıştır. Kalite yönetim sistemi sertifika sayısı ile ilgili veriler, tedarikçilerin yılsonunda değerlendirildikleri veri tabanından, ihale kazanma sayısı verileri, şirketin ERP sisteminde bulunan sözleşmelerin yer aldığı veri tabanından, tasarruf tutarları ise şirketin satın alma departmanı çalışanlarının KPI'larının listelendiği veri tabanındaki cost saving bölümünden alınmıştır. Teslimat ve kapasite verileri ise her ihale için yapılan ve satın alma yöneticileri tarafından onaylanan ihale sonucu analiz raporlarından alınmıştır.

Etkin olan tedarikçiler arasından en makul yeşil tedarikçinin seçilmesi için de Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi uygulanmıştır. BAHS yöntemindeki kriterler ise paslanmaz çelik sektöründeki işletmenin kendi tedarikçileri için belirlediği kriterlerden yararlanılarak belirlenmiştir. Kriterler arasına yeşil tedarikçi seçimi kriterleri de eklenerek işletmenin çevre bilinci yüksek tedarikçiler ile çalışması sağlanmıştır. Bulanık kriterleri kendi arasında karşılaştırmak için anket yönteminden yararlanılmıştır. Anket değerlendirmesi ise aralarında endüstri ve makine mühendislerinin bulunduğu satın alma uzmanları ve mekanik bakım mühendislerinin yer aldığı uzman ekip tarafından

yapılmıştır. Anket sonucunda elde edilen değerlendirmeler sonucunda bulanık olan ifadeler sayısal hale getirilmiştir. BAHS yönetiminin analizi ile her bir kriterin ağırlıkları belirlenmiştir. Anketlere Ekler sayfasından ulaşılabilir.

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden biri olan Bulanık TOPSIS yöntemi ile de ağırlıkları belirlenen kriterlere göre en uygun yeşil tedarikçilerin sıralaması yapılmıştır. Elde edilen sonuca göre de işletmenin ihtiyacı olduğundan destek alabileceği tedarikçi belirlenmiştir.

BAHS ve BTOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanılmasının amacı ise paslanmaz çelik sektöründeki imalat tedarikçilerinin seçiminde entegre bir yöntemi uygulayarak tedarikçi seçimini kuvvetlendirmektir. Ayrıca yapılan literatür araştırmalarında imalat tedarikçilerinin seçimi için VZA, BAHS, BTOPSIS ve yeşil tedarikçi seçim yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamış olmasıdır.

10.1. Ekonomizer Nedir?

Genellikle baca gazlarının çıkardığı atık ısıların kullanılması ile beraber yakıttan tasarruf yapılmasını hedefleyen ve kazanların verimliliğini arttırabilen sistemler ekonomizer olarak tanımlanmaktadır.

Ekonomizerler sayesinde bacalara giden sıcak gazlar üzerindeki ısının bir bölümü geri kazandırılarak sistem üzerinde %3 ile %15 arasında değişen verimlilik artışları sağlanır. Verimlilik artışları sistem üzerinde enerjiden tasarruf edilmesine imkan tanır. Ekonomizerlerin buhar kazanlarındaki uygulama alanları aşağıdaki gibidir:

- Kazanları besleyen suların ilk aşama ısıtılmasında,
- Yeni kazan besleme suyunun ısıtma işlemlerinde,
- Degazörün sahip olması gereken ısı miktarının karşılanmasında,
- Kuruluştaki farklı bir amaçla kullanılacak olan suyun ısıtma işlemlerinde,
- Tesiste bulunan bir alanın ısıtılması amacıyla kullanılan kalorifer sistemi suyunun ısıtılmasında veya ısı takviyesinde.

Çalışmanın amacı uygulamanın yapıldığı kuruluştaki tavlama hattına ait bacaya takılmak üzere üretilecek olan ekonomizer ile buhar kazanlarında bulunan suların ısıtılması amaçlanmaktadır.

10.2. Fabrikanın Ekonomizer Tedarikçisinden Beklentileri

Fabrika ekonomizer alımı ardından enerji tasarrufu elde ederek Verimlilik Arttırıcı Proje başvurusu yapmak istemektedir. Bu sebeple de uygun maliyetli ve verimli ekonomizer üreticisinin tercih edilmesini talep etmiştir. Kuruluşun değerlendireceği tedarikçiden talep ettikleri ise aşağıdaki gibidir:

- Teknik şartnamede belirtilmiş tasarım şartlarına uygun bir şekilde tekliflerini iletmelidir.
- Teklifini iletirken PID ve yerleşim planlarını fabrika ile paylaşmalıdır.
- Tedarikçi kazanç hesabını (baca sıcaklık ve debisine göre elde edilecek ısı kazancı) excel formatı ile ilgili formülleri, tabloları, hesaplama programında kullandığımız değerler ile beraber teklif aşamasında iletmelidir.
- Projede devletten destek alabilmek adına Enerji Bakanlığı Verimlilik Arttırıcı Proje (VAP) teşvikine başvuru yapılacaktır daha sonrasında Tedarikçinin VAP başvurusu açısından danışmanlığı da üstlenmesini istenilmektedir.
- Tedarikçilerin tercih sebeplerinden biri de daha önce tavlama hatlarında bu işi yapmış olmasıdır.

10.3. VZA Yönetimi ile Etkin Tedarikçi Belirleme

Çalışmada paslanmaz çelik sac üreten bir firmada en çok çalışılan yedi tedarikçinin performans etkinliği veri zarflama analizi yönetimi ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı ise sürekli çalışılan tedarikçilerden en etkin performans gösteren üç tedarikçiyi seçmektir. Çözüm aracı olarak Excel solver'dan yararlanılmıştır.

Birinci Adım Karar Verme Birimlerinin Seçimi: Çalışmanın anlamlı bir sonuca ulaşabilmesi için karar verme birimlerinin birbirine benzer niteliklerde olması önemlidir. Modelde kullanılan karar verme birimleri uygulamanın yapıldığı şirketin onaylı tedarikçileri arasında yer alan genel imalat grubunda bulunan en çok çalışılan 7

fırmadır. Şirketin gizlilik politikaları sebebiyle tedarikçi isimleri paylaşılmamıŐtır. Tedarikçiler, Tedarikçi A1, Tedarikçi B2, Tedarikçi C3, Tedarikçi D4, Tedarikçi E5, Tedarikçi F6 ve Tedarikçi G7 olarak isimlendirilmiŐtir.

İkinci Adım Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi: Sonuçların kabul edilebilirliği aşıısından girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi aşaması bir VZA analizinde çok önemli dir. Çünkü karar verme birimlerinin etkinliklerinin değerlendirilmesinde girdi ve çıktı değişkenlerinin doğrudan etkisi vardır.

Uygulamada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri aşağıdaki Şekilde tanımlanmıŐtır:

- Kapasite: Tedarikçilerin üretim alanlarında çalıŐtırdıkları toplam personel sayısıdır.
- İhale Kazanma Sayısı: İlgili iŐler için her yedi firmadan da teklif alınan ihalelerde tedarikçinin o ihaleyi alma sayısıdır.
- Tedarikçi Değerlendirme Puanı: Her sözleşme için iÇin tamamlanmasının ardından tedarikçiler ilgili iş için değerlendirilmektedir. Uygulamada değerlendirme puanlarının ortalamaları alınmıştır.
- Kalite Yönetim Sistemi Sertifika Sayısı: Tedarikçilerin ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 ve ISO 27001 sertifika sayısıdır. Şirketin tedarikçi seçim kriterlerinde kalite yönetim sistemi sertifikalarının olup olmadığı da kontrol edildiğinden dolayı bu değişken de uygulamaya eklenmiştir.
- Teslimat: SipariŐ tarihinden ürünlerin teslim edilmesine kadar geçen süredir. Tüm sipariŐlerin ortalama teslim süreleri alınarak veriler tabloya yazılmıŐtır.
- Tasarruf Tutarı: İhale bütçe fiyatı ile sözleşme toplam bedeli arasındaki fark tasarruf tutarıdır (cost saving). Tedarikçiler ile yapılan sözleŐmelere göre oluşan her bir tedarikçinin tasarruf tutarları toplamı alınmıştır.

Şirketin amacı sürekli olarak çalıştıkları tedarikçilerin yüksek performans göstermeleri, tedarikçi puanlarının yüksek olması, kalite yönetim sistemi sertifika sayılarının, ihale kazanma sayılarının ve ihale sonucunda ilgili tedarikçilerden elde edilen tasarruf miktarlarının artması olduğundan dolayı tedarikçi değerlendirme puanı, sertifika sayısı, ihale kazanma sayısı ve tasarruf miktarları çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir.

İşlerin kısa sürede bitmesi ve çalışan sayısının fazla olması şirketin talepleri arasında olduğundan dolayı teslimat ve kapasite de girdi değişkenleri olarak seçilmiştir.

Üçüncü Adım Analiz Yapılacak Verilen Elde Edilmesi: Girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesinin ardından tüm KVB'lerine ait verilerin elde edilmesi gerekmektedir. Verilerin doğru ve güvenilir kaynaklardan elde edilmesi analiz sonucunun anlamlı çıkması açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmadaki veriler uygulamanın yapıldığı şirketin veri tabanlarından alınmıştır. Tablo 10.1.'de verilerin tamamı görülmektedir.

Tedarikçi değerlendirme puanları verileri, şirketin tüm tedarikçileri için oluşturduğu her bir sözleşme için yapılan işle değerlendirme puanlarının yer aldığı veri tabanından alınmıştır. Kalite yönetim sistemi sertifika sayısı ile ilgili veriler, tedarikçilerin yıl sonunda değerlendirildikleri veri tabanından alınmıştır. İhale kazanma sayısı verileri, şirketin ERP sisteminde bulunan sözleşmelerin yer aldığı veri tabanından alınmıştır. Tasarruf tutarı, şirketin satın alma departmanı çalışanlarının KPI'larının listelendiği veri tabanındaki cost saving (maliye bölümünden alınmıştır. Teslimat ve kapasite verileri, her ihale için yapılan ihale sonucu yapılan ve satın alma yöneticileri tarafından onaylanan ihale sonucu analiz raporlarından alınmıştır.

Tablo 10.1. Analiz Verileri

Tedarikçiler	Çıktı Değişkenleri				Girdi Değişkenleri	
	Tedarikçi Değerlendirme Puanı	Kalite Yönetim Sistemi Sertifika Sayısı	İhale Kazanma Sayısı	Tasarruf Tutarı (Cost Saving \$)	Teslimat (İşi Tamamla Süresi)	Kapasite (Üretim Çalışan Sayısı)
TA1	87.15	1	81	43,065	38	12
TB2	91.13	2	36	15,267	36	9
TC3	91.88	1	8	8,766	31	15
TD4	93.00	2	33	123,069	54	18
TE5	89.06	1	26	13,952	35	10
TF6	89.54	0	185	55,661	33	13
TG7	86.92	1	14	3,995	26	8

Dördüncü Adım VZA Modelinin Seçilmesi ve Etkinlik Analizinin Yapılarak Etkinliğin Ölçülmesi: Tedarikçilerin performans etkinliğinin ölçülmesinde girdi yönelimli CCR modeli kullanılmıştır. Denklem 1’deki formülasyon Excel’de model haline getirilip uygulanmıştır.

Beşinci Adım Excel’de Veri Tablosunun Model Haline Getirilmesi ve Excel Formüllerinin Yazılması: Tablo 10.1.’deki veriler Şekil 10.1.’deki gibi Excel çalışma sayfasına eklenmiştir. Ağırlık hesaplamaları için girdi değişkenleri sütunun yanına çıktı, girdi ve fark için “Ağırlıklı Hesaplamalar” sütunu eklenmiştir. Excel Çözücü tarafından ağırlıkların hesaplanması için de çıktı ve girdi değişkenlerin altında “Ağırlıklar” satırı oluşturulmuştur. Ağırlıklar satırındaki veriler model tamamlandıktan sonra Excel Çözücü tarafından otomatik olarak hesaplanacaktır.

Ağırlıklı hesaplamalar sütunundaki girdi ve çıktı hesaplamaları için aşağıdaki Topla.Çarpım formülü kullanılmıştır. Fark için de çıktı – girdi hesaplaması yapılmıştır.

$$\text{Çıktı için } =+ \text{TOPLA.ÇARPIM}(D4:G4; \$B\$13: \$E\$13) \quad (10.1)$$

$$\text{Girdi için } =+ \text{TOPLA.ÇARPIM}(H4: I4; \$F\$13: \$G\$13) \quad (10.2)$$

$$\text{Fark için } =+ J4- K4 \quad (10.3)$$

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1			Çıktı Değişkenleri			Girdi Değişkenleri		Ağırlıklı Hesaplamalar		
2	Tedarikçi	Tedarikçi	Kalite	İhale	Tasaruf	Teslimat	Kapasite			
3	r	Değerlendirme Puanı	Yönetim Sistemi Sertifikası	Kazanma Sayısı	Tutarı (Cost Saving \$)	(İşi Tamamlama Süresi)	(Üretim Çalışan Sayısı)	Çıktı	Girdi	Fark
4	T1	87.15	1	81	43,065	38	12	0	0	0
5	T2	91.13	2	36	15,267	36	9	0	0	0
6	T3	91.88	1	8	8,766	31	15	0	0	0
7	T4	93.00	2	33	123,069	54	18	0	0	0
8	T5	89.06	1	26	13,952	35	10	0	0	0
9	T6	89.54	0	185	55,661	33	13	0	0	0
10	T7	86.92	1	14	3,995	26	8	0	0	0
11										
12										
13										
14		Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	G1	G2			
15	Ağırlıklar									
16										
17										
18	Tedarikçi	T1								
19	Çıktı	0%								
20	Girdi	0%								
21										
22										
23										

Şekil 10. Veri Tablosunun Excel'de Model Olarak Gösterilmesi

Şekil 13. Excel'de Kısıtlamaların Seçilmesi

Yedinci Adım Etkinlik Değerlerinin Bulunması: Excel Solver'ın çalıştırılmasından sonra sonuç bölümünde her bir tedarikçi için etkinlik skorları bulunmuştur. Tablo 10.2.'de Tedarikçi 1 için etkinlik skoru örnek olarak verilmiş olup diğer tedarikçilerin de etkinlik skorları yukarıda yazıldığı gibi hesaplanmıştır.

Tablo 10.2. Tedarikçi 1 için Etkinlik Skoru

Tedarikçiler	Çıktı Değişkenleri				Girdi Değişkenleri		Ağırlıklı Hesaplamalar		
	Tedarikçi Değerlendirme Puanı	Kalite Yönetim Sistemi Sertifika Sayısı	İhale Kazanma Sayısı	Tasarruf Tutarı (Cost Saving \$)	Teslimat (İşi Tamamlama Süresi)	Kapasite (Üretim Çalışan Sayısı)	Çıktı	Girdi	Fark
T1	87.15	1	81	43,065	38	12	1	1	0
T2	91.13	2	36	15,267	36	9	1	0.776	0
T3	91.88	1	8	8,766	31	15	1	1.192	0
T4	93.00	2	33	123,069	54	18	1	1.491	0
T5	89.06	1	26	13,952	35	10	1	0.846	0
T6	89.54	0	185	55,661	33	13	1	1.054	0
T7	86.92	1	14	3,995	26	8	1	0.668	0

	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	G1	G2
Ağırlıklar	0.00736	0.00000	0.00018	0.00001	0.00346	0.07241

Tedarikçi	T1
Çıktı	94%
Girdi	100%

Girdi Yönelimli CCR Sabit Getirili Modeli ile yapılan hesaplamalar sonucunda T2, T4, T6 ve T7'nin etkin olduğu, T1, T3 ve T4'ün etkin olmadığı tespit edilmiştir. Tablo 10.3.'de her bir tedarikçi için etkinlik durumları gösterilmiştir. Etkin olan tedarikçiler için BAHS yönetimi uygulanıp en uygun tedarikçi belirlenecektir.

Tablo 10.3. Tedarikçilerin Etkinlik Durumları

KVB	Etkinlik Skoru	Etkinlik Durumu
T1	%94	Etkin Değil
T2	%100	Etkin
T3	%90	Etkin Değil
T4	%100	Etkin
T5	%89	Etkin Değil
T6	%100	Etkin
T7	%100	Etkin

10.4. BAHS ile En Uygun Yeşil Tedarikçinin Seçimi

Ekonomizer firması açısından tedarikçi tercih koşulları belirlenmiştir. Ana ve alt kriterler Tablo 10.4.'te gösterilmiştir.

Tablo 10.4. Tedarikçi Seçim Kriterleri

Amaç	Ekonomizer Tedarikçisi Tercihi			
Kriterler	Maliyet	Kalite	Teslimat	Yeşil Yetkinlikler
Alt Kriterler	M1: Ürüne ait maliyet	K1: Şirket prosedürlerine uygunluk	T1: Talep edilen zamanda teslimat	Y1: Enerji verimlilik oranı
	M2: Pazarlık payı	K2:Hatalı Ürün Gönderme Oranı	T2: Kaliteli teslimat	Y2: Sertifikalar
	M3: Taşıma Maliyeti			Y3: Üst yönetim desteği
				Y4: Sosyal sorumluluk

10.4.1. Maliyet Ana Kriteri ve Alt Kriterleri

Ürünün satın alma maliyeti, ödeme şartları ve maliyetle ilgili diğer kriterleri içeren ve değerlendiren kriterdir. Alt kriterleri ise:

Ürünün Maliyeti: Ürünün firmaya olan satın alma maliyetidir.

Pazarlık Payı: Satın alınan miktara bağlı fiyat indirimidir.

Taşıma Maliyeti: Tedarikçiden müşteriye ürünün ulaştırılması sürecindeki lojistik maliyetidir.

10.4.2. Kalite Ana Kriteri ve Alt Kriterleri

Fabrikanın talep ettiği kalite standartlarına uygunluktur. Alt kriterleri ise:

Şirket Standartlarına Uygunluk: Fabrikanın teknik şartnamesine ve prosedürlerine olan uygunluktur.

Hatalı Ürün Gönderme Oranı: Teknik şartname standartlarına uygun olmayan ürünün gönderilmesidir.

10.4.3. Teslimat Ana Kriteri ve Alt Kriterleri

Ekonomizerin fabrikanın talep ettiği şekilde teslim edilmesidir. Alt kriterler ise:

Talep Edilen Zamanda Teslimat: Ekonomizerin talep edilen zaman teslim edilmesidir.

Kaliteli Teslimat: Ekonomizerin tesliminde kullanılan araç, paketlenme, yükleme, indirme gibi teslimat ile ilgili kriterlerin en uygun şekilde sağlanmasıdır.

10.4.4. Yeşil Yetkinlikler Ana Kriteri ve Alt Kriterleri

Çevreye olan etkileri minimize etmeyi amaçlayan kriterlerdir.

Enerji Verimlilik Oranı: Yıllık doğalgaz ve elektrikten elde edilen enerji tasarruflarıdır.

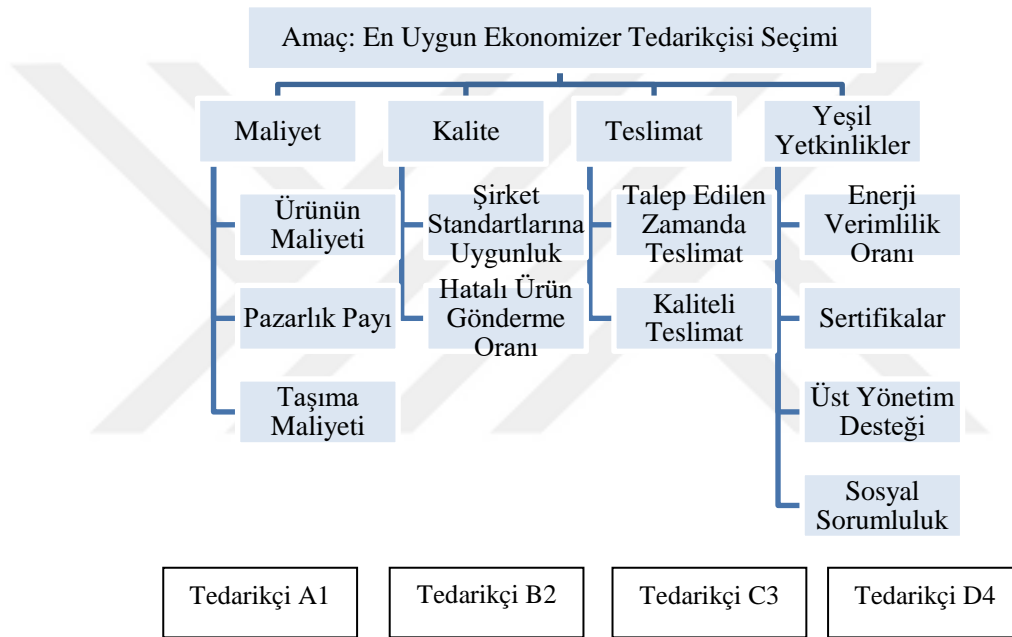
Sertifikalar: Tedarikçinin çevreye zarar vermeden üretim yaptığına dair sertifikalardır.

Üst Yönetim Desteği: Yeşil tedarikçilerden alım yapılmasının üst yönetim tarafından desteklenmesi ve şirket politikalarının bu yönde belirlenmesidir.

Sosyal Sorumluluk: Tedarikçinin çevresel değerlere önem verdiğini gösteren sosyal sorumluluk projeleri ve uygulamalarıdır.

10.4.5. Analitik Hiyerarşi Ağ Yapısının Oluşturulması ve Anket Çalışması

Ana ve alt kriterler hazırlandıktan sonra 4 tedarikçi için Şekil 10.5.'te verilen hiyerarşik yapı meydana getirilir.



Şekil 14. Karar Problemine Ait Hiyerarşik Yapı

Tedarikçileri seçmek için yararlanılan sözel ifadelerin bulanık sayılara çevrilmesi için anket verilerinden destek alınmıştır. Kriterleri birbiri içlerinde kıyaslamak için bir anket (EK-1), tedarikçileri de bu kriterlere göre kıyaslayabilmek adına ikinci bir anket (EK-2) de oluşturulmuştur. Anket araştırması için alanında uzmanlaşmış dört kişiden destek alınmıştır:

- Karar Verici: Satın alma proses lideri (Endüstri Mühendisi)
- Karar Verici: Satın alma birim yöneticisi (Endüstri Mühendisi)
- Karar Verici: Yatırım mühendisi (Makine Mühendisi)
- Karar Verici: Üretim müdürü (Metalurji ve Malzeme Mühendisi)

Anket sonucuna istinaden gelen verileri aritmetik ortalaması bulunarak ana kriterler için Tablo 10.5.'teki bulanık ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 10.5. Ana Kriterlerin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	Maliyet			Kalite			Teslimat			Yeşil Yetkinlikler		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Maliyet	1.00	1.00	1.00	2.50	3.50	4.50	4.25	5.25	6.25	1.25	2.00	2.75
Kalite	0.24	0.32	0.52	1.00	1.00	1.00	4.25	5.25	6.25	1.75	2.75	3.75
Teslimat	0.17	0.21	0.28	0.17	0.20	0.26	1.00	1.00	1.00	6.00	7.00	8.00
Yeşil Yetkinlikler	0.48	0.58	0.88	0.27	0.38	0.63	0.13	0.15	0.17	1.00	1.00	1.00

10.4.6. BAHS Çözümü

Ana kriterlere ait karşılaştırma matrisinin hazırlanmasının ardından ana kriterlerin ağırlıkları için aşağıdaki hesaplamalar yapılır:

Birinci Adım: Kriter i'ye istinaden bulanık sentetik mertebe değeri göre hesaplanır.

$$S_m = (9, 11,75, 14,50) * (0,03, 0,03, 0,04) = (0,24, 0,37, 0,57)$$

$$S_k = (7,24, 9,32, 11,52) * (0,03, 0,03, 0,04) = (0,19, 0,30, 0,45)$$

$$S_t = (7,34, 8,41, 9,54) * (0,03, 0,03, 0,04) = (0,19, 0,27, 0,37)$$

$$S_{yk} = (1,88, 2,10, 2,67) * (0,03, 0,03, 0,04) = (0,05, 0,07, 0,10)$$

İkinci Adım: Bulanık sentetik mertebe değerleri hesaplanması akabinde bu verilerden sentez değerler elde edilir.

Üçüncü Adım: Satırların hepsi birbiri ile kıyaslanır. Her satır için el edilen azami değerler bir araya getirilerek ağırlık vektörü elde edilir.

$$W^l = (1, 0,739, 0,569, 0)^T$$

Dördüncü Adım: Üçüncü adımda bulunan ağırlık vektörü standart edilerek ağırlık vektörü (W) hesaplanır.

$$W = (0,433, 0,320, 0,246, 0)$$

Ana kriterlere ait ağırlıkların hesap edilmesinin akabinde alt kriterlerin ikili kıyaslama matrisleri oluşturulur. Tablo 10.6'da maliyet kriterlerinin, Tablo 10.7'de kalite

kriterlerinin, Tablo 10.6.'da teslimat ve Tablo 10.7.'de yeşil yetkinlik kriterlerinin karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 10.6. Maliyet Kriterleri Karşılaştırma Matrisi

	Ürünün Maliyeti			Pazarlık Payı			Taşıma		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Ürünün Maliyeti	1.00	1.00	1.00	4.00	5.00	6.00	1.25	2.25	3.25
Pazarlık Payı	0.18	0.22	0.30	1.00	1.00	1.00	3.50	4.50	5.50
Taşıma	0.31	0.46	0.88	0.19	0.24	0.33	1.00	1.00	1.00

$$W_m = (0,633, 0,367, 0, 0)$$

Tablo 10.7. Kalite Kriterleri Karşılaştırma Matrisi

	Şirket Standartlarına Uygunluk			Hatalı Ürün Gönderme Oranı		
	l	m	u	l	m	u
Şirket Standartlarına Uygunluk	1.00	1.00	1.00	2.75	3.75	4.75
Hatalı Ürün Gönderme Oranı	0.24	0.33	0.54	1.00	1.00	1.00

$$W_k = (1,0)$$

Tablo 10.8. Teslimat Kriterleri Karşılaştırma Matrisi

	Talep Edilen Zamanda Teslimat			Kaliteli Teslimat		
	l	m	u	l	m	u
Talep Edilen Zamanda Teslimat	1.00	1.00	1.00	4.75	5.75	6.75
Kaliteli Teslimat	0.16	0.20	0.26	1.00	1.00	1.00

$$W_t = (1,0)$$

Tablo 10.9. Yeşil Yetkinlikler Karşılaştırma Matrisi

	Enerji Verimlilik Oranı			Sertifikalar			Üst Yönetim Desteği			Sosyal Sorumluluk		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Enerji Verimlilik Oranı	1.00	1.00	1.00	3.25	4.25	5.25	1.25	2.25	3.25	3.00	3.75	4.50
Sertifikalar	0.20	0.25	0.33	1.00	1.00	1.00	5.00	6.00	7.00	4.25	5.25	6.25
Üst Yönetim Desteği	0.31	0.46	0.88	0.15	0.18	0.22	1.00	1.00	1.00	3.50	4.50	5.50
Sosyal Sorumluluk	0.39	0.43	0.49	0.18	0.22	0.29	0.19	0.24	0.32	1.00	1.00	1.00

$$W_y = (0,442, 0,506, 0,052, 0)$$

Koşulların hemen hemen hepsine göre bütün firmalar analiz edilerek çözüme devam edilir. Tablo 10.10.'da yeşil yetkinlikler için önem ağırlıkları görülmektedir.

Tablo 10.10. Yeşil Yetkinlikler için Önem Ağırlıkları

	YY1	YY2	YY3	YY4	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0.442	0.506	0.052	0.000	
Tedarikçi A1	0.597	0.381	1.000	0.468	0.5088
Tedarikçi B2	0.403	0.325	0.000	0.532	0.3425
Tedarikçi C3	0.000	0.294	0.000	0.000	0.1487
Tedarikçi D4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000

Diğer koşullar için ise tedarikçi kıyaslamaları yapılır. Bütün kaynak verileri toparlandığında hedef ana ölçütleri için önem ağırlıkları Tablo 10.11.'de verildiği şekildedir. Tabloda da görüleceği gibi Tedarikçi A1 ekonomizer alımı için en mantıklı tedarikçi olarak belirlenmiştir.

Tablo 10.11. Amaç Ana Ölçütleri

	Maliyet	Kalite	Teslimat	Yeşil Yetkinlikler	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0.433	0.320	0.246	0.000	
Tedarikçi A1	0.601	0.401	0.379	0.509	48%
Tedarikçi B2	0.399	0.221	0.383	0.342	34%
Tedarikçi C3	0.000	0.378	0.238	0.149	18%
Tedarikçi D4	0.000	0.000	0.000	0.000	0%

10.5. BTOPSIS ile En Uygun Yeşil Tedarikçinin Seçimi

Ekonomizer ihalesi kapsamındaki dört tedarikçiden hangisinin en iyi yeşil tedarikçi olarak seçilmesi için BTOPSIS yönetimi de kullanılmıştır. BAHS yönetimi ile karşılaştırılacağından dolayı yine aynı kriterler ve alt kriterler seçilmiştir. Seçim kriterleri, satın alma proses lideri, satın alma birim yönetmeni, teknik departman yatırım sorumlu mühendis ve üretim müdürünün ortak görüşleri alınarak dilsel ifadeler aşağıdaki Tablo 10.12.'de ifade edilmiştir. Ana kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında, bir adet ideal sonuca ulaşabilmek adına alt kriterlerin ağırlıklarının geometrik ortalaması alınmıştır.

Tablo 10.12. Seçim Kriterlerinin Değerlendirilmesi

Kriterler	Önem Derecesi	l	m	u
Maliyet		0.43	0.63	0.79
M1: Ürünün maliyeti	(0.9, 1, 1)	0.9	1	1
M2: Pazarlık payı	(0.3, 0.5, 0.7)	0.3	0.5	0.7
M3: Taşıma Maliyeti	(0.3, 0.5, 0.7)	0.3	0.5	0.7
Kalite		0.79	0.95	1.00
K1: Şirket standartlarına uygunluk	(0.9, 1, 1)	0.9	1	1
K2:Hatalı Ürün Gönderme Oranı	(0.7, 0.9, 1)	0.7	0.9	1
Teslimat		0.52	0.71	0.84
T1: Talep edilen zamanda teslimat	(0.9, 1, 1)	0.9	1	1
T2: Kaliteli teslimat	(0.3, 0.5, 0.7)	0.3	0.5	0.7
Yeşil Yetkinlikler		0.21	0.45	0.65
Y1: Enerji verimlilik oranı	(0.7, 0.9, 1)	0.7	0.9	1
Y2: Sertifikalar	(0.1, 0.3, 0.5)	0.1	0.3	0.5
Y3: Üst yönetim desteği	(0.3, 0.5, 0.7)	0.3	0.5	0.7
Y4: Sosyal sorumluluk	(0.1, 0.3, 0.5)	0.1	0.3	0.5

Bir sonraki aşamada ise alternatiflerin seçim kriterlerine göre değerlendirilmesi yapılmış ve aşağıdaki Tablo 10.13.'de hazırlanmıştır.

Tablo 10.13. Alternatiflerin Üçgen Bulanık Sayılarla Gösterimi

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Tedarikçi A1	Tedarikçi B2	Tedarikçi C3	Tedarikçi D4
Maliyet	M1	(9, 10,10)	(7, 9, 10)	(1, 3, 5)	(1, 3, 5)
	M2	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(1, 3, 5)	(1, 3, 5)
	M3	(7, 9, 10)	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)
Kalite	K1	(9, 10,10)	(5, 7, 9)	(1, 3, 5)	(0, 1, 3)
	K2	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)
Teslimat	T1	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)
	T2	(9, 10,10)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)
Yeşil Yetkinlikler	Y1	(9, 10,10)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)
	Y2	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(1, 3, 5)	(0, 1, 3)
	Y3	(9, 10,10)	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)	(0, 1, 3)
	Y4	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(1, 3, 5)	(1, 3, 5)

Her alternatif için alt kriterin değerlendirilmesinin geometrik ortalaması alınarak ana kriter için üçgen bulanık sayılar elde edilmiş ve aşağıda Tablo 10.14.'de verilen bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 10.14. Bulanık Karar Matrisi

	Maliyet			Kalite			Teslimat			Yeşil Yetkinlikler		
Tedarikçi A1	7.61	9.32	10.00	7.9	9.5	10.0	6.71	8.37	9.49	7.94	9.49	10.00
Tedarikçi B2	2.76	5.13	7.05	5.0	7.0	9.0	7.00	9.00	10.00	4.79	6.85	8.68
Tedarikçi C3	1.44	3.56	5.59	1.0	3.0	5.0	1.73	3.87	5.92	1.73	3.87	5.92
Tedarikçi D4	1.71	3.98	6.08	0.0	2.2	4.6	3.87	5.92	7.94	0.00	2.28	4.61

Maliyet ve teslimat minimize, kalite ve yeşil yetkinlikler maksimize edilip normalize edilerek bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Tablo 10.15.'te gösterilmiştir.

Tablo 10.15. Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi

	min			max			min			max		
	1.44			10.0			1.73			10.0		
	Maliyet			Kalite			Teslimat			Yeşil Yetkinlikler		
	<i>0.43</i>	<i>0.63</i>	<i>0.79</i>	<i>0.79</i>	<i>0.95</i>	<i>1.00</i>	<i>0.52</i>	<i>0.71</i>	<i>0.84</i>	<i>0.21</i>	<i>0.45</i>	<i>0.65</i>
Tedarikçi A1	0.14	0.15	0.19	0.79	0.95	1.00	0.15	0.17	0.21	0.79	0.95	1.00
Tedarikçi B2	0.20	0.28	0.52	0.50	0.70	0.90	0.14	0.16	0.21	0.48	0.69	0.87
Tedarikçi C3	0.26	0.41	1.00	0.10	0.30	0.50	0.24	0.37	0.83	0.17	0.39	0.59
Tedarikçi D4	0.24	0.36	0.84	0.00	0.22	0.46	0.18	0.24	0.37	0.00	0.23	0.46

Seçim kriterlerinin her birinin karar verenler için değişik önem ağırlıklarına sahip olduğu ele alınarak, ağırlıklı normalize edilen bulanık karar matrisi hazırlanır ve Tablo 10.16.'da gösterilir.

Tablo 10.16. Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi

	Maliyet			Kalite			Teslimat			Yeşil Yetkinlikler		
Tedarikçi A1	0.06	0.10	0.15	0.63	0.90	1.00	0.08	0.12	0.18	0.17	0.43	0.65
Tedarikçi B2	0.09	0.18	0.41	0.40	0.66	0.90	0.07	0.11	0.17	0.10	0.31	0.56
Tedarikçi C3	0.11	0.26	0.79	0.08	0.28	0.50	0.13	0.26	0.70	0.04	0.17	0.38
Tedarikçi D4	0.10	0.23	0.66	0.00	0.21	0.46	0.09	0.17	0.31	0.00	0.10	0.30

Sonraki adımda pozitif ve negatif ideal çözümler aşağıdaki denklem ile hesaplanıp Tablo 10.17.'de sonuçlar gösterilmiştir.

Tablo 10.17. Negatif ve Pozitif İdeal Çözümün Belirlenmesi

	Maliyet			Kalite			Teslimat			Yeşil Yetkinlikler		
Tedarikçi A1	0.06	0.10	0.15	0.63	0.90	1.00	0.08	0.12	0.18	0.17	0.43	0.65
Tedarikçi B2	0.09	0.18	0.41	0.40	0.66	0.90	0.07	0.11	0.17	0.10	0.31	0.56
Tedarikçi C3	0.11	0.26	0.79	0.08	0.28	0.50	0.13	0.26	0.70	0.04	0.17	0.38
Tedarikçi D4	0.10	0.23	0.66	0.00	0.21	0.46	0.09	0.17	0.31	0.00	0.10	0.30
A*	0.11	0.26	0.79	0.63	0.90	1.00	0.13	0.26	0.70	0.17	0.43	0.65
A-	0.06	0.10	0.15	0.00	0.21	0.46	0.07	0.11	0.17	0.00	0.10	0.30

Bundan sonraki süreçte alternatiflerin sahip olduğu bulanık olumlu ideal çözüme olan uzaklıkları ve bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklıkları aşağıdaki denklem ile hesaplanmış ve Tablo 10.18.'de gösterilmiştir.

Tablo 10.18. Her Kriter için di+ ve di- Değerleri

	d+				d-			
	Maliyet	Kalite	Teslimat	Yeşil Yetkinlikler	Maliyet	Kalite	Teslimat	Yeşil Yetkinlikler
Tedarikçi A1	0.38	0.00	0.31	0.00	0.00	0.62	0.01	0.29
Tedarikçi B2	0.22	0.20	0.32	0.09	0.24	0.43	0.00	0.20
Tedarikçi C3	0.00	0.56	0.00	0.22	0.47	0.07	0.32	0.07
Tedarikçi D4	0.07	0.62	0.23	0.29	0.17	0.00	0.09	0.00

Uzaklıkların elde edilmesinin ardından her alternatifin her seçim kriteri için hesaplanan di+ ve di- uzaklıkları toplanmış ve bu uzaklıklara bağlı olarak her alternatifin yakınlık katsayıları (CCi) hesaplanarak sonuçlar aşağıdaki Tablo 10.19.'da verilmiştir.

Tablo 10.19. Tedarikçilerin Sıralanması

	d+	d-	CCi	Sıralama
Tedarikçi A1	0.69	0.92	0.57	1
Tedarikçi B2	0.83	0.88	0.51	3
Tedarikçi C3	0.78	0.92	0.54	2
Tedarikçi D4	1.22	0.26	0.17	4

Sonuca göre Tedarikçi A1 birinci sırada olup, tedarikçi C3 ikinci sırada, tedarikçi B2 üçüncü sıradayken, tedarikçi D4 de dördüncü sırada yer almıştır. Bu durumda seçeceğimiz tedarikçi A1'dir.

11. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz koşullarında artan rekabet unsurları ve ekonomik koşullar sebebiyle işletmelerin varlıklarını devam ettirip gelişmeleri ve karlılık oranlarını arttırabilmeleri için maliyetlerini ve giderlerini kontrol altına almaları gerekmektedir. Bu sebeple de işletmeler için tedarikçi seçimi ve özellikle yeşil alana yönelip kendilerine yarar sağlayacak yeşil tedarikçileri seçmeleri önem arz etmektedir. Yaşadığımız çağda maalesef çevresel kirlilik, doğal afetler artmakta ve yaşam koşulları giderek zorlaşmaktadır. Bu durum işletmeleri tedarikçi seçimlerinden başlayarak üretim, lojistik vb tüm alanlarda yeşil aktivitelere yönelmektedir.

İşletmelerin tedarikçi seçimlerinde karşılaştıkları en zor problemlerden biri de dilsel ifadelerin çoğunlukta olmasıdır. Bu bazı durumlarda işletmelerin seçimlerini etkili ve doğru bir şekilde yapmalarına engel olabilmektedir. Oluşan bu problemi ortadan kaldırmak amacıyla bulanık mantık kavramı seçim aşamasında önemli rol oynamıştır.

Bu çalışmada demir çelik sektöründe faaliyet gösteren paslanmaz çelik üreten firmada yapılacak olan ekonomizer yatırımı için öncelikle satın alınan yatırım grubundaki yedi tedarikçisinden hangilerinin etkin olduğunu görmek adına veri zarflama yönetimi kullanılmıştır. Etkin olan tedarikçiler arasından en uygun yeşil tedarikçinin seçimi için de BAHS ve BTOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Her iki yöntemde de A1 numaralı tedarikçi en uygun tedarikçi olarak seçilmiştir. Bu üç yöntemin birlikte kullanılmasındaki amaç ise entegre bir yöntem sistemi oluşturmak ve seçimi garantilemektir. Ayrıca paslanmaz çelik sektöründe tedarikçi seçiminin yapılmasında bu üç yöntemin birlikte kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmadığından dolayı literatüre bu sektör için katkı sağlanmak istenmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda seçilen yöntemler ve uygulama ile paslanmaz çelik sektöründeki firmaların tedarikçilerini seçerlerken yeşil kriterleri de kullanmaları amaçlanmıştır. Ayrıca yeşil anlayışın paslanmaz sektöründe yaygınlaşmasına katkıda bulunulmak istenmiştir.

Bundan sonra yapılacak olan çalışmalar da uzman sayısı arttırılarak ilgili sektör dışındaki uzmanların da görüşleri alınıp farklı bakış açılarıyla kriterlerin puanlaması daha etkili yapılabilir. Ayrıca yeşil yetkinlik kriterleri atırılarak ve farklı çok kriterli

karar verme yöntemlerini de kullanılarak, enerji verimliliğine olanak sağlayacak yeşil tedarikçilerin seçimleri yapılabilir.



KAYNAKLAR

- Abdulvahitoğlu, A., Abdulvahitoğlu A., Kılıç M. (2022). Elektrikli Araç Bataryalarının Bütünleşik Swara-Topsis Metodu ile Değerlendirilmesi, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 37(4), 1061-1076
- Adalı, E., Işık A (2017). Bir Tedarikçi Seçim Problemi İçin Swara Ve Waspa Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı, *International Review of Economics and Management*, 5(4), 56-77. DOI: 10.18825/iremjournal.335408
- Aladağ, Z., Alkan, A., Güler, E., Özdin, Y. (2018), Akademik Birimlerin Veri Zarflama Analizi ve Promethee Yöntemleri ile Performans Değerlendirmesi: Kocaeli Üniversitesi Örneği, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 34 (1), 1-13
- Alinezhad, A., Khalili, J. (2019). *New Methods and Applications in Multiple Attribute Decision Making (MADM)*, Springer Nature Switzerland
- Ardalı, Z. (2020). Bulanık AHS ve Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Yeşil Tedarikçi Seçimi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 619144.
- Arslan, H. (2019). SMART-TOPSIS Hibrit Yöntemi ile Personel Seçimi: Demir-Çelik İşletmelerinde Bir Uygulama, 4. *In Traders Uluslararası Ticaret Kongresi*, Sakarya, 26 Aralık 2019.
- Aslan, M. (2023). Paslanmaz Çelik Malzemenin Fiber Lazerle Kesiminde Taguchi Tabanlı Gra Metoduyla Çoklu Parametre Optimizasyonu. Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa
- Avcı, S., Özcan, B., Aladağ, Z. (2020). Bütünleşik VZA ve LINMAP ile Tübitak Destekli Bilim Merkezlerinin Değerlendirilmesi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(3), 252-262. doi:10.31796/ogummf.755580
- Baş, F. (2021). Sağlık Bakanlığına Bağlı Eğitim ve Araştırma Hastaneleri Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Kullanılarak Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı, Ankara, 663146.
- Benedito, A. (2015). Using a Dominance-based Rough Set Approach for Analysing Business Indicators, *Information Technology and Quantitative Management, Procedia Computer Science*, 55,350 – 359
- Bernasconi, M., Choirat, C., Seri, R. (2010), The Analytic Hierarchy Process and the Theory of Measurement, *Management Science*, 56 (4), 699-711

- Bilici, E., Aksakal, E. (2018), Ar-Ge Proje Seçim Problemine Yeni Bir Yaklaşım ve Çözüm Önerisi: UTA yöntemi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(1), 211-226
- Corrente, S., Greco, S., Stowiiski, R. (2012), Multiple Criteria Hierarchy Process in Robust Ordinal Regression, *Decision Support Systems*, 53(3), 660-674, doi.org/10.1016/j.dss.2012.03.004
- Çaylak M. (2019), TOPSIS Yöntemi ile En Uygun Otel Seçimi, *Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Oğuzhan Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 65-76
- Çınar, A., Uygun, Ö. (2019), Sezgisel Bulanık AHS Yöntemiyle Yeşil Tedarikçi Seçimi, *Zeki Sistemler Teori ve Uygulamaları Dergisi*, 2(2), 24-31, doi:10.38016/jista.515881
- Çelik F., Gültekin, C. (2021). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Tedarikçi Seçimi; Bir Traktör Fabrikası Örneği, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 23(68), 607-619, doi:10.21205/deufmd.2021236822
- Çelik P., Ustasüleyman, T. (2018), Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yeşil Tedarikçilerin Değerlendirilmesi, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(75), 375-390
- Çoşkun, S., Polat, O., Polat, L. (2018), Tedarikçilerin Etkinliklerinin İyileştirilmesine Yönelik Analitik Hiyerarşi Süreci ve Veri Zarflama Analizi Yöntemlerine Dayanan Model Önerisi ve Bir Vaka Çalışması , *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(3), 483-497
- Dağdeviren, M., Aksakal, E. (2010). ANP ve DEMATEL Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4), 905-913
- Demirci, A. (2018). Teori ve Uygulamalarla Veri Zarflama Analizi, Gazi Kitabevi, Ankara
- Deste M., Savaşka, A., Ekinci, Ş. (2021). Kuru Kayısı Sektöründeki İşletmelerde Bulanık Topsis ile Tedarikçi Seçim, *Sakarya İktisat Dergisi*, 10(4), 449-466
- Denizhan B., Yalçınmer A., Berber Ş. (2017). Analitik Hiyerarşi Proses ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemleri Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Seçimi Uygulaması, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 63-78
- Diñçer, H., Görener, A. (2011). Performance Evaluation Using AHS- VIKOR and AHS – TOPSIS Approaches: The Case Of Service Sector, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 29, 244-260

- Dobos, I., Vörösmarty, G. (2014), Green Supplier Selection And Evaluation Using DEA-Type Composite Indicators, *Int. J. Production Economics*, 157, 273–278
- Doğan, H. (2020), Türkiye ve AB Ülkelerinin ARGE Verimliliklerinin Entropi-EATWOS Yöntemleri ile Karşılaştırılması, *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 12 (23), 515-533, DOI: 10.38155/ksbd.792763
- Elmas, B., Özkan, T. (2021), Ulaştırma ve Depolama Sektörü İşletmelerinin Finansal Performanslarının SWARA – OCRA Modeli ile Değerlendirilmesi, *İşletme Akademisi Dergisi*, 2(3), 240-253, doi.org/10.26677/TR1010.2021.851
- Erbıyık, H., Kabakçı, G., Erdil, A. (2021). Electre Yöntemi ile Otomotiv Sektöründe Tedarikçi Seçimi: Yeşil Tedarikçi Seçimi Uygulaması, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı*, 24, 421-429
- Ercan, E. (2017). “Bir Tekstil İşletmesi için Desen Programı Seçiminde ARAS ve OCRA Yöntemlerinin Karşılaştırılması”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi / Cilt: 19, Sayı: 1, Haziran 2017*, 83-105
- Ertuğrul, İ. (2018), Ege Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi’ndeki İllerin Ekonomik Değişkenlerinin Multi - Moora Yöntemi İle Analizi, *IV. International Caucasus-Central Asia Foreign Trade and Logistics Congress*, Aydın, 7-8 Eylül 2018
- Ercan, E., Kundakçı, N. (2017), Bir Tekstil İşletmesi için Desen Programı Seçiminde ARAS ve OCRA Yöntemlerinin Karşılaştırılması , *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1), 83-105
- Ergün, M., Korucuk, S., Memiş, S. (2020), Sürdürülebilir Afet Lojistiğine Yönelik İdeal Afet Depo Yeri Seçimi: Giresun İli Örneği, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 144-165, doi:10.28979/comufbed.686301
- Ersöz, F., Kabak, M.(2010). Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması, *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 97 – 125
- Galankashi, M., Chegeni, A., Soleimanyanadegany, A., Memari, A., (2015). Prioritizing Green Supplier Selection Criteria using Fuzzy Analytical Network Process, *Procedia CIRP*, 26, 689 – 694
- Goodarzi, F., Abdollahzadeh, V., Zeinalnezhad, M. (2022). An Integrated Multi-Criteria Decision-Making and Multi-Objective Optimization Framework for Green Supplier Evaluation and Optimal Order Allocation Under Uncertainty, *Decision Analytics Journal*, 4
- Günel S. (2019). Tıpta Uzmanlık Alanı Tercihinin BAHS, Electrace ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kocaeli

- Gürel, Ö., Acar, A., Önden, İ., Gümüş, İ. (2015), Determinants of The Green Supplier Selection, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 181, 131 – 139
- Güzel, D., Çelik, S. (2021), Basit Toplamlı Ağırlıklandırma ve Ağırlıklı Çarpım Yöntemi Kullanılarak Bir Mobilya Üretim İşletmesinde Matkap Seçimi, *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 261-276, DOI: 10.33416/baybem.885085
- Hattat, Ş. (2019). Personel Seçme Problemi: Promethee ve TOPSIS Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Bir Analiz. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı, Erciyes
- Irmak M. (2019). Bir Üniversite Hastanesinde İş Kazalarının İncelenmesi ve Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Alınacak Önlemlerin Sıralandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Ankara, 617173.
- Igarashi, M., Boer, L., Fet, A. (2013). What is required for greener supplier selection? A literature review and conceptual model development, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 19(4), 247–263, doi.org/10.1016/j.pursup.2013.06.001
- Işık A. (2019). Spor Salonlarının Ekonomik Performanslarının TOPSIS Yönetimi ile Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Afyon, 572492.
- İnönü, G. (2022). Entropi Tabanlı Aras ve MOORA Yöntemleri ile Borsa İstanbul'da Finansal Performans Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Aksaray, 744907.
- İzgüden, D., Korucu, K., Söylemez, Ş. (2022). OECD Ülkelerinin Sağlık Göstergeleri ve Sağlık Ekipmanlarının Entropi Temelli ARAS ve SAW Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 13(35), 731-755, DOI: 10.21076/vizyoner.1002922
- Javad, M., Darvishi, M., Javad, A. (2020), Green Supplier Selection for The Steel Industry Using BWM and Fuzzy TOPSIS: A case study of Khouzestan Steel Company, *Sustainable Futures*, 2, doi.org/10.1016/j.sftr.2020.100012
- Kangal, İ. ve diğ. (2022), “Analitik Ağ Süreci ve Veri Zarflama Analizi ile İşletmelerin Etkinlik Ölçümleri Üzerine Bir Uygulama”, *Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Y. 2022, 12(1), 127-156
- Karabıçak Ç., Özdemir, A. (2020). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Kullanılarak Bir Otomotiv Yan Sanayi Firmasında Tedarikçi Seçimi, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(1), 127-156, doi:10.18074/ckuiibfd.927687

- Karabayır A. (2018). Bulanık AHS - Bulanık TOPSIS Yöntemleri Entegrasyonu ile Tedarikçi Seçim Problemi Ve Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 507588.
- Karabayır A., Botsalı, A. (2021). Supplier Selection Among Different Scale Construction Companies Using Fuzzy AHS and Fuzzy TOPSIS, *El-Cezerî Journal of Science and Engineering*, 9(1), 35-48, doi:10.31202/ecjse.933617
- Karagöz E. (2022). Çok Kriterli Karar Verme Ve Veri Madenciliği Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi ve Seviyelendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, 716582.
- Karakul, A., Özaydın, G. (2019). TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri ile Finansal Performans Değerlendirilmesi: XELKT Üzerinde Bir Uygulama, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 60, 68-86
- Keskenler M., Keskenler E. (2017). Bulanık Mantığın Tarihi Gelişimi, *Takvim-i Vekayi*, 5(1), 1-10
- Kılınç, S. (2018). Yeşil Tedarikçi Seçimi İçin Gri İlişkisel Analizine Dayalı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanımı ve Sonuçların İstatistiksel Karşılaştırması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Bursa, 522070.
- Koçak D. (2006). Ekonometri Anabilim Dalı Uygulamalı Yöneylem Araştırması Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara
- Korucuk, S., Memiş, S. (2019). Yeşil Liman Uygulamaları Performans Kriterlerinin DEMETAL Yöntemi ile Önceliklendirilmesi İstanbul Örneği, *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7(16), 134-148, DOI: 10.33692/avrsyad.543735
- Leleur, S. (2018). Systemic Planning - Principles and Methodology For Planning In A Complex World, Published by Polyteknisk, 2008, Second Edition, ISBN 978-87-502-1004-7. As E-book
- Lu, Z., Sun, X., Wang, Y., Xu, G. (2018). Green Supplier Selection in Straw Biomass Industry Based on Cloud Model and Possibility Degree, *Journal of Cleaner Production*, 18, doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.130
- Lukac Z., Kedzo M. (2020). The Financial Efficiency of Small Food and Drink Producers Across Selected European Union Countries Using Data Envelopment Analysis, *European Journal of Operational Research*, 291(2), 586-600, doi.org/10.1016/j.ejor.2020.01.066

- Madenoglu, F. (2019). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Ortamında Yeşil Tedarikçi Seçimi, *Business & Management Studies: An International Journal*, 7(4), 1850-1869
- Noci, G. (1997). Designing 'Green' Vendor Rating Systems For The Assessment Of A Supplier's Environmental Performance, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 3(2), 103-114
- Onat A., Katçioğlu, S. (2019). Bulanık AHS Ve Bulanık Topsis Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi: Perakende Sektöründe Bir Uygulama, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19(37), 65-79
- Öndeş, T., Çalı, M., Aydın, S., Muti, A. (2020). Türkiye’de Bulunan Ticari Bankalar ile Katılım Bankaları’nın ELECTRE Yöntemi ile Performans Analizi, *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(3), 689-710, DOI: 10.16951/atauniiibd.432734
- Ömürbek, N., Karaatlı, M., Balcı, H. (2016). Entropi Temelli MAUT ve SAW Yöntemleri İle Otomotiv Firmalarının Performans Değerlemesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 227-255, doi:10.24988/deuiibf.2016311446
- Özbek, A. (2015). Gönüllü Kuruluşlarda Çalışanların Electre Yöntemine Göre Değerlendirilmesi, *Elektronik ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(54), 219-232
- Özcan, K., Oktay, E. (2020). Ülkelerin İnsani Gelişmişlik Sınıflamalarının UTADIS Yaklaşımı Aracılığıyla Yeniden Hesaplanması ve Değerlendirilmesi, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34 (3), 1153-1180, DOI: 10.16951/atauniiibd.740505
- Özdağoğlu, A., Keleş, M., Eren, F. (2020). SWARA Tabanlı WSM ve CODAS Yöntemleri ile Biyokimya Hormon Cihazı Seçimi, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 371-396
- Özden, Ü. (2008). Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185
- Özkan, M., Özcan, A. (2018). Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Seçilmiş Çevresel Göstergeler Üzerinden Bir Değerlendirme: OECD Performans İncelemesi, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 16(32), 485-508
- Özen M., Borat, O. (2020). Otomotiv Yan Sanayi Sektöründe Tedarikçi Seçiminde AHS, Bulanık AHS Ve Bulanık TOPSIS Yaklaşımı, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19(38), 152-171
- Özgür, M., Soyu, E., Bağcı, H., Demirtaş, C. (2021). Türkşeker Firmalarında Critic ve Eatwios Yöntemiyle Verimlilik Analizi, *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(1), 224-244, DOI: 10.30783/nevsosbilen.877622

- Sayın, A., Köse, M. (2019). Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamalarının İşletme Performansı ve Rekabet Edebilirliğe Etkisi - İmalat Sanayisinde Bir Firma Analizi ve Uygulaması, *Article in Social Sciences Studies Journal*, 49, 6422-6434
- Sharafi, H., Soltanifar, M., Lotfi, F. (2022), Selecting A Green Supplier Utilizing The New Fuzzy Voting Model and The Fuzzy Combinative Distance-Based Assessment Method, *EURO Journal on Decision Processes*, 10, doi.org/10.1016/j.ejdp.2021.100010
- Soyer, A., Türkay, A. (2020). Yeşil Satın Alma Ve Yeşil Tedarikçi Seçimi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(4), 1202 – 1222, DOI: 10.21923/jesd.706339
- Supçiller, A., Deligöz, K. (2018). Tedarikçi Seçimi Probleminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Uzlaşık Çözümü, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 18. Eylül Özel Sayısı, 355-368, DOI: 10.18092/ulikidince.352742
- Şimşek, A., Çatır, O. ve Ömürbek N., (2015). TOPSIS ve Moora Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi: Turizm Sektöründe Bir Uygulama, *Balıkesir University The Journal of Social Sciences Institute*, 18(33), 133
- Şenol O., Gençtürk M. (2017), Veri Zarflama Analiziyle Kamu Hastaneleri Birliklerinde Verimlilik Analizi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 29, 265-286
- Shin H. (2006). An Extension of TOPSIS for Group Decision Making, *Mathematical and Computer Modelling*, 45, 801–813
- Tavassoli, M., Sea, R. (2019). Predicting Group Membership of Sustainable Suppliers Via Data Envelopment Analysis And Discriminant Analysis, *Sustainable Production and Consumption*, 18, 41-52
- Tezsürücü, D., Sofyalıoğlu Ç., (2015). AHS – VZA Yöntemi ile Tedarikçilerin Performans Değerlendirmesi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 33, 113-128
- Turgutlu, T. (2006). Perakende Sektöründe Veri Zarflama Analizi ve Analitik Hiyerarşik Süreç Yaklaşımlarıyla Tedarikçi Performans Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Ekonometri Programı, İzmir, 189547.
- Topdemir S. (2019). AHS-TOPSIS Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi: Doğalgaz Sektöründe Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 547267.
- Üzgül, T. (2006). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 182738.

- Yanık, S. (2021). Türk Bankacılık Sektöründe Piyasa Yapısı, Etkinlik ve Performans İlişkisi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Ankara, 662658.
- Yıldız, B., Yerdelen Kaygın, C., Yılmaz, T. (2020). İmalat Sektöründeki İşletmelerin Finansal Performanslarının Ölçülmesi: Bir Veri Zarflama Analizi (VZA) Uygulaması, *Turkish Studies Economy*, 15(1), 613- 628, <https://dx.doi.org/10.29228/TurkishStudies.39429>
- Yang, X. (2014). Nature-Inspired Optimization Algorithms Multi-Objective Optimization, 14, 197-211
- Yaşar, S., Poyraz, Z., Yumuşak, R., Eren, T. (2022), ANP ve PROMETHEE Yöntemleri ile Akıllı Şehir Analizi: Ankara’da Bir Uygulama, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*: 8(1), 15-28
- Yaprak İ., Doğan, N. (2019). Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi: İlgili Literatüre Dayalı Bir Mevcut Durum Analizi, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 15(4), 1143-1165, DOI: 10.17130/ijmeh.2019456402



EKLER

EK- A

Anket 1 : Kriterlerin Karşılaştırılması

	Eşit önem(1,1,1)	Daha önemli(1,2,3)	Biraz daha fazla önemli(2,3,4)	Çok daha önemli(3,4,5)	Kuvvetli derecede önemli(4,5,6)	Biraz daha kuvvetli derecede önemli(5,6,7)	Çok kuvvetli derecede önemli(6,7,8)	Çok çok kuvvetli derecede önemli(7,8,9)	Tamamıyla önemli(8,9,9)
Ana Kriterlerin Karşılaştırılması									
Maliyet									Kalite
Maliyet									Teslimat
Maliyet									Teknik
Kalite									Teslimat
Kalite									Teknik
Teslimat									Teknik
Maliyet Kriterleri Karşılaştırması									
Ürünün maliyeti									Pazarlık payı
Ürünün maliyeti									Taşıma
Pazarlık payı									Taşıma
Kalite Kriterleri Karşılaştırması									
Şirket standartlarına uygunluk									Hatalı ürün gönderme oranı
Teslimat Kriterleri Karşılaştırması									
Talep edilen zamanda teslimat									Kaliteli teslimat
Teknik Kriterlerin Karşılaştırması									
Enerji verimlilik oranı									Sertifikalar
Enerji verimlilik oranı									Üst yönetim desteği
Enerji verimlilik oranı									Sosyal sorumluluk
Sertifikalar									Üst yönetim desteği
Sertifikalar									Sosyal sorumluluk
Üst yönetim desteği									Sosyal sorumluluk

EK -B

Anket 2 : Tedarikçilerin Alt Kriterlere Göre Karşılaştırılması

	Eşit önem(1,1,1)	Daha önemli(1,2,3)	Biraz daha fazla önemli(2,3,4)	Çok daha önemli(3,4,5)	Kuvvetli derecede önemli(4,5,6)	Biraz daha kuvvetli derecede önemli(5,6,7)	Çok kuvvetli derecede önemli(6,7,8)	Çok çok kuvvetli derecede önemli(7,8,9)	Tamamıyla önemli(8,9,9)
M1: Ürünün maliyeti									
Tedarikçi 1									Tedarikçi 2
Tedarikçi 1									Tedarikçi 3
Tedarikçi 1									Tedarikçi 4
Tedarikçi 2									Tedarikçi 3
Tedarikçi 2									Tedarikçi 4
Tedarikçi 3									Tedarikçi 4
M2: Pazarlık payı									
Tedarikçi 1									Tedarikçi 2
Tedarikçi 1									Tedarikçi 3
Tedarikçi 1									Tedarikçi 4
Tedarikçi 2									Tedarikçi 3
Tedarikçi 2									Tedarikçi 4
Tedarikçi 3									Tedarikçi 4
M3: Taşıma									
Tedarikçi 1									Tedarikçi 2
Tedarikçi 1									Tedarikçi 3
Tedarikçi 1									Tedarikçi 4
Tedarikçi 2									Tedarikçi 3
Tedarikçi 2									Tedarikçi 4
Tedarikçi 3									Tedarikçi 4
K1: Şirket standartlarına uygunluk									
Tedarikçi 1									Tedarikçi 2
Tedarikçi 1									Tedarikçi 3
Tedarikçi 1									Tedarikçi 4
Tedarikçi 2									Tedarikçi 3
Tedarikçi 2									Tedarikçi 4
Tedarikçi 3									Tedarikçi 4
K2: Hatalı Ürün Gönderme Oranı									
Tedarikçi 1									Tedarikçi 2
Tedarikçi 1									Tedarikçi 3
Tedarikçi 1									Tedarikçi 4
Tedarikçi 2									Tedarikçi 3
Tedarikçi 2									Tedarikçi 4
Tedarikçi 3									Tedarikçi 4
T1: Talep edilen zamanda teslimat									
Tedarikçi 1									Tedarikçi 2
Tedarikçi 1									Tedarikçi 3
Tedarikçi 1									Tedarikçi 4
Tedarikçi 2									Tedarikçi 3
Tedarikçi 2									Tedarikçi 4
Tedarikçi 3									Tedarikçi 4
T2: Kaliteli Teslimat									
Tedarikçi 1									Tedarikçi 2

Tedarikçi 1										Tedarikçi 3
Tedarikçi 1										Tedarikçi 4
Tedarikçi 2										Tedarikçi 3
Tedarikçi 2										Tedarikçi 4
Tedarikçi 3										Tedarikçi 4
Y1: Enerji verimlilik oranı										
Tedarikçi 1										Tedarikçi 2
Tedarikçi 1										Tedarikçi 3
Tedarikçi 1										Tedarikçi 4
Tedarikçi 2										Tedarikçi 3
Tedarikçi 2										Tedarikçi 4
Tedarikçi 3										Tedarikçi 4
Y2: Sertifikalar										
Tedarikçi 1										Tedarikçi 2
Tedarikçi 1										Tedarikçi 3
Tedarikçi 1										Tedarikçi 4
Tedarikçi 2										Tedarikçi 3
Tedarikçi 2										Tedarikçi 4
Tedarikçi 3										Tedarikçi 4
Y3: Üst yönetim desteği										
Tedarikçi 1										Tedarikçi 2
Tedarikçi 1										Tedarikçi 3
Tedarikçi 1										Tedarikçi 4
Tedarikçi 2										Tedarikçi 3
Tedarikçi 2										Tedarikçi 4
Tedarikçi 3										Tedarikçi 4
Y4: Sosyal sorumluluk										
Tedarikçi 1										Tedarikçi 2
Tedarikçi 1										Tedarikçi 3
Tedarikçi 1										Tedarikçi 4
Tedarikçi 2										Tedarikçi 3
Tedarikçi 2										Tedarikçi 4
Tedarikçi 3										Tedarikçi 4

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Aslan R., Şahin Y., Bulanık AHS Yöntemi ile Paslanmaz Çelik Fabrikasına En Uygun Ekonomizer Tedarikçisi Seçimi, *Uluslararası Marmara Fen Bilimleri Kongres*, Kocaeli, 10-11 Aralık 2021.



ÖZGEÇMİŞ

Eğitimin hayatının ilk aşamalarını ilk, orta öğrenim ve liseyi Kocaeli’de tamamladı. 2010 yılında başladığı Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünden 2014 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. 2014 yılında uluslararası bir şirkette satın alma departmanında görevini yerine getirmektedir.

