

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME İLE  
TEMİZLİK FİRMASI SEÇİMİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Sümeyye BAYINDIR**

**Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Dr.Öğr.Üyesi Halil İbrahim DEMİR**

**Şubat 2021**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME İLE  
TEMİZLİK FİRMASI SEÇİMİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Sümeyye BAYINDIR**

**Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Bu tez 19/02/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.**

**Jüri Başkanı**

**Üye**

**Üye**

## **BEYAN**

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Sümeyye BAYINDIR

18.03.2021

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırma konusunun planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, bana her zaman yardımcı olan sorduğum her soruyu sabırla dinleyip mutlaka cevaplandıran aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim DEMİR'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez çalışması kapsamında verileri bulmamda yardımcı olan Selahattin Şiker'e teşekkür ederim.

Tez danışman hocam olmayan ancak akademik derslerde bana yol gösteren Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği bölümündeki hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak beni bu günlere getiren hayatımın her anında maddi manevi beni destekleyen, sabırla dinleyen özellikle tez sürecinde bana inanan ve pes etmemem için beni yüreklendiren annem Nuray BAYINDIR, babam Hikmet BAYINDIR, kardeşlerim Melike ve Muhammet BAYINDIR'a sonsuz teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLolar LİSTESİ .....	vii
ÖZET.....	x
SUMMARY .....	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2.	
TEDARİKÇİ SEÇİMİ.....	4
2.1. Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Kriterler .....	5
2.2. Kamu Sektöründe Tedarikçi Seçimi.....	8
2.3. Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Yöntemler .....	9
BÖLÜM 3.	
LİTERATÜR TARAMASI .....	10
BÖLÜM 4.	
ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME .....	13
BÖLÜM 5.	
BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME.....	15

5.1. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci .....	16
5.1.1.Genişletilmiş analiz (Chang 1996) yöntemi.....	18
5.2. Bulanık TOPSIS Yöntemi .....	20
5.3. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Beraber Kullanıldığı Çalışmalar.....	26
BÖLÜM 6.	
PROBLEMİN TANIMI.....	28
BÖLÜM 7.	
UYGULAMA .....	30
7.1. Tedarikçi Karar Kriterlerinin Belirlenmesi .....	30
7.2. Bulanık AHP Uygulaması .....	31
7.2.1.Bulanık AHP duyarlılık analizi .....	40
7.3. Bulanık TOPSIS Yöntemi Uygulaması.....	43
7.3.1.Bulanık TOPSIS duyarlılık analizi.....	51
BÖLÜM 8.	
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	55
KAYNAKÇA .....	59
ÖZGEÇMİŞ .....	<b>HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	: Analitik Ağ Süreci
AYKÖ	: Atık yönetimi ve Kirlilik önleme
BA	: Bilgi açıklama
BNİÇ	: Bulanık negatif ideal çözüm
BPIÇ	: Bulanık pozitif ideal çözüm
ÇÇÖ	: Çok çok önemli
ÇÇÖKÖ	: Çok çok önemli ile Kesinlikle Önemli
ÇH	: Çalışanların hak ve Menfaat
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ÇM	: Çevresel maliyetler
ÇÖ	: Çok önemli
ÇÖÇÇÖ	: Çok önemli ile çokçok önemli
ÇY	: Çevresel yeterlilikler
ÇYS	: Çevresel yönetim sistemi
EDÖ	: Eşit derecede önemli
EKAP	: Elektronik Kamu Alımları Platformu
EKÖ	: Eşit ile kısmen önemli
ELECTRE	: Eleme ve seçim ifade gerçeklik
ES	: Esneklik
HD	: Hizmetin Doğruluğu
HF	: Hizmetin Fiyatı
HK	: Hizmetteki Kar
HKA	: Hizmetin Kalitesi
HS	: Hizmetin Süresi
İSG	: İş sağlığı ve güvenliği

KÇÖ	: Kısmen ila çok önemli
KÖ	: Kısmen önemli
KÖ	: Kesinlikle Önemli
MA	: Matematiksel Analitik
MP	: Matematiksel Programlama
N	: Nitel yöntemler
ÖK	: Ödeme Koşulları
PH	: Paydaşların hakları
PROMETHEE	: Tercih sıralaması organizasyonu değerlendirme
TFY	: Teknik ve Finansal Yeterlilik
TK	: Tesisler ve Kapasite
TOPSIS	: İdeal Çözüme Benzerliklerine göre Sıralama
VIKOR	: Çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm
YARGE	: Yeşil arge ve inovasyon
YTS	: Yeşil tasarım ve Satınalma
YY	: Yeşil yönetim
YZ	: Yapay Zeka



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Tedarikçi seçimde kritik başarı faktörleri .....	7
Şekil 6.1. Temizlik firması ile ilgili hiyerarşi modeli .....	29
Şekil 7.1. Duyarlılık analizi sonuçları .....	43
Şekil 7.2. Bulanık TOPSIS duyarlılık analiz sonuçları.....	54
Şekil 8.1. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Sonuçları.....	56

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Dickson'ın tedarikçi seçim kriterleri (Benyoucef , ve ark., 2003) .....	6
Tablo 2.2. Tedarikçi seçiminde kritik başarı faktörleri (Cheraghi, ve ark., 2004).....	7
Tablo 2.3. Sürdürülebilir tedarikçi seçim yöntemleri .....	9
Tablo 5.1. Bulanık TOPSIS yöntemleri (Kaya,ve ark., 2007) .....	22
Tablo 5.2. Üçgensel bulanık sayılar ve tersleri .....	26
Tablo 5.3. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Çalışmaları.....	27
Tablo 7.1. Ekonomik Ana Kriter Tablosu.....	30
Tablo 7.2. Çevresel Ana Kriter Tablosu .....	31
Tablo 7.3. Sosyal Ana Kriter Tablosu.....	31
Tablo 7.4. KV 1 Ana kriterlerin anket karşılaştırması .....	32
Tablo 7.5. KV 2 Ana kriterlerin anket karşılaştırması .....	32
Tablo 7.6. KV 3 Ana kriterlerin anket karşılaştırması .....	32
Tablo 7.7. Ana kriterlerin bulanık üçgensel sayılarla ikili karşılaştırılması .....	33
Tablo 7.8. Ana kriterlerin sentetik değerlerin karşılaştırma sonuçları ve ağırlık vektörü.....	34
Tablo 7.9. KV 1 Ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için sözel karşılaştırma matrisi .....	34
Tablo 7.10. KV 2 Ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için sözel karşılaştırma matrisi.....	35
Tablo 7.11. KV 3 Ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için sözel karşılaştırma matrisi.....	35
Tablo 7.12. Ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlıkları .....	36
Tablo 7.13. Çevresel ana kriterinin alt kriterleri için bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlıkları .....	36

Tablo 7.14. Sosyal ana kriterinin alt kriterleri için bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlıkları .....	37
Tablo 7.15. Hizmetin fiyatı alt kriterine göre alternatifler için bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlık vektörü.....	37
Tablo 7.16. Ekonomik ana kriteri alt kriterleri için hesaplanan alternatif ağırlıkları	38
Tablo 7.17. Çevresel ana kriteri alt kriterleri için hesaplanan alternatif ağırlıkları ..	38
Tablo 7.18. Sosyal ana kriteri alt kriterleri için hesaplanan alternatif ağırlıkları .....	39
Tablo 7.19. Alternatiflere ilişkin Bulanık AHP metoduna göre hesaplanan nihai ağırlıklar .....	39
Tablo 7.20. Ekonomik ana kriteri alt kriterleri için hesaplanan alternatif yeni ağırlıkları .....	40
Tablo 7.21. Duyarlılık analizi için alternatiflere ilişkin Bulanık AHP metoduna göre hesaplanan yeni nihai ağırlıklar.....	41
Tablo 7.22. Çevresel ana kriteri alt kriterleri için hesaplanan alternatif yeni ağırlıkları .....	41
Tablo 7.23. Duyarlılık analizi için alternatiflere ilişkin Bulanık AHP metoduna göre hesaplanan yeni nihai ağırlıklar.....	42
Tablo 7.24. Duyarlılık analizi farklı kriter ağırlıkları için Bulanık AHP metoduna göre alternatiflerin yeni nihai ağırlıkları .....	42
Tablo 7.25. Seçim kriterleri Bulanık AHP'den gelen ağırlıklar .....	44
Tablo 7.26. Karar vericilerin alternatif değerlendirmeleri .....	45
Tablo 7.27. Bulanık TOPSIS karar matrisi .....	46
Tablo 7.28. Bulanık normalize karar matrisi .....	47
Tablo 7.29. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi ( $\tilde{V}$ ) .....	48
Tablo 7.30. Bulanık pozitif ideal çözüme uzaklıklar tablosu.....	49
Tablo 7.31. Bulanık negatif ideal çözüme uzaklıklar tablosu .....	49
Tablo 7.32. Toplam ideal çözüme olan uzaklıkları.....	50
Tablo 7.33. Alternatif değerleri.....	50
Tablo 7.34. Ekonomik ana kriteri alt kriterlerine göre hesaplanan yeni kriter genel ağırlıkları .....	51
Tablo 7.35. Birinci senaryo duyarlılık analizi için alternatiflere yakınlık katsayıları	51

Tablo 7.36. Çevresel ana kriteri alt kriterlerine göre hesaplanan yeni kriter genel ağırlıkları .....	52
Tablo 7.37. İkinci senaryo duyarlılık analizi için alternatiflere yakınlık katsayıları .	52
Tablo 7.38. Üçüncü senaryo için kullanılacak Bulanık AHP'den gelen yeni ağırlıklar .....	53
Tablo 7.39. Üçüncü senaryo duyarlılık analizi için alternatiflere yakınlık katsayıları .....	53



## ÖZET

Anahtar kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS, Tedarikçi Seçimi, Dış Kaynak Kullanımı, Kamu Sektörü

Günlük hayatta firmalar için tedarikçi seçimi maliyet ve fayda açısından bakıldığında karar verilmesi zor bir problem haline dönüşmektedir. Bu seçimlerde firmalar için çok fazla kriter kullanılabilen ve bu da çözümü zorlaştırmaktadır. Bu zor karar sonucu firmalar yanlış seçimler yapabilmektedir. Bu nedenle alternatifler arasında seçim yaparken geliştirilen bilimsel metotların kullanılması önemli olmakta ve bu metotlar hem daha kolay karar vermemizi sağlamakta hem de daha doğru karar vermemize imkan tanımaktadır. Özellikle kamu sektöründe yapılan tedarikçi seçimlerinde, dış kaynak kullanımı olarak ele alınan kendisi dışındaki bir firmadan hizmet alımlarında, ihale esaslı çalışıldığından genellikle maliyet kriteri göz önüne alınarak seçimler yapılmaktadır ve bu kararlar ile yanlış seçimlere gidilebilmektedir. Kamu sektöründe öncelikle gerekli olan ihtiyaç belirlenir ve bu ihtiyaca göre duyuru yapılarak firmaların ihaleye girmesi sağlanır.

Tedarikçi seçimi gibi çok alternatifli ve çok kriterli problemlerin çözümünde, kararları doğru verebilmek adına, devreye literatürde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri girmektedir. ÇKKV (Çok kriterli karar verme) yöntemleri sayesinde karar vericiler her bir kriteri tüm alternatifler bazında sırasıyla değerlendirir ve istenilen kriterler için en iyi sonucu veren alternatif en ideal çözümü oluşturur. ÇKKV yöntemlerinden klasik yöntemler yerine günümüzde yaygınca kullanılan bulanık yöntemler kullanılmaktadır. Bulanık yöntemler sayesinde veriler net bir sayısal karşılık yerine dilsel ifadeler kullanılarak karar vericinin kriterler ve alternatifler arasında doğru değerlendirilmesi kolaylaşmaktadır.

Burada ÇKKV yöntemlerinden olan Bulanık AHP kullanılarak kriterler kendi aralarında ve alternatifler her bir kritere göre değerlendirilmiştir. Bulanık TOPSIS yöntemi ile Bulanık AHP yönteminde elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak en uygun tedarikçi belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatüre bakıldığında Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS metotlarıyla tedarikçi seçimi problemi çok fazla karşılaşılmışına rağmen özellikle kamu sektöründe bu alanda yapılan çalışma azdır ve bu çalışmada temizlikçi firması seçimi problemi göz önüne alınmıştır.

Chang'in önerdiği bulanık önem ölçeği dönüşüm skalası kullanılarak dış kaynak firmalar karşılaştırılmıştır. Elde edilen verilere göre Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS metotları kullanılarak firmalar arasında seçim yapılmıştır. Çalışma Kamu sektöründe ihale yöntemiyle dış kaynak firma seçimine alternatif bir yöntem olarak uygulanmış ve fayda sağlayacağı düşünülmüştür.

# **SELECTING A CLEANING COMPANY WITH FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION MAKING**

## **SUMMARY**

Keywords: Multi Criteria Decision Making, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS, Supplier Selection, Outsourcing, Public Sector

In daily life, supplier selection turns into a difficult problem to decide in terms of cost and benefit. In these choices, too many criteria can be used for companies, which makes the solution difficult. As a result of this difficult decision, companies can make wrong choices. For this reason, it is important to use the scientific methods developed when choosing between alternatives, and these methods both enable us to make easier decisions and enable us to make more correct decisions. Especially in the selection of suppliers in the public sector which is considered as outsourcing, the selection is usually made by considering the cost criteria, and these decisions can lead to wrong choices. First of all, the necessary need in the public sector is determined and the companies are made to participate in the tender by making an announcement according to this need.

In the solution of multi-alternative and multi-criteria problems such as supplier selection, multi-criteria decision making methods used in the literature are used in order to make correct decisions. By using the methods of MCDM (Multi-Criteria Decision Making), decision makers evaluate each alternatives on the basis of each criterion, respectively, and find best solution that gives the best result when all desired criteria are considered concurrently. Today, fuzzy methods are widely used instead of classical methods in MCDM. Thanks to fuzzy methods, it is easier to make the right decision between criteria and alternatives by using linguistic expressions instead of a clear numerical equivalent of the data.

Considering the literature, although the problem of supplier selection is encountered with Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods, there is little work done in this field, especially in the public sector, and the problem of choosing a cleaning company was taken into account in this study. Outsourcing companies were compared using the fuzzy significance scale conversion scale proposed by Chang. According to the data obtained, a selection was made among the companies by using Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods. The study has been applied in the public sector as an alternative method to outsourcing company selection by tender method and it is thought to be beneficial.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Günlük hayatımızda aklımıza gelebilecek iş hayatı, okul hayatı, günlük yaşantımızın hemen hemen her alanda belirli sorunlarla karşı karşıya kalırız. Bu sorunları çözebilmek için belirli kararlar almak zorunda kalabiliriz. Bu kararları verirken sonucun doğru, yanlış veya başarılı, başarısız olacağını aslında bilmek en azından tahmin etmek isteriz. Günümüzde rekabet ortamı dünya üzerinde giderek artmakta ve bu zorlu rekabet ortamından firmalar en az zararla çıkmak istemektedir. Bu en az zararla çıkma ihtiyacı firmaların seçimlerinde maalesef “en ucuz tedarikçi seçme” yaklaşımını ortaya çıkarmaktadır. Bu düşünce tarzı firmaların tedarikçilerini belirlerken maliyeti düşürme çabasına girerek aslında düşük kaliteli tedarik edilen kaynaklarla yapılan işin kalitesini düşürerek ters etki olarak maliyetlerin yükselmesine neden olabilir. Bu gibi sonuçlardan dolayı firmalar için tedarikçi seçim kararı stratejik öneme sahiptir.

Stratejik öneme sahip olan karar verme süreci kolay bir durum olmamakla beraber aslında birçok durumla ilişkilidir. Bu durum karar verilirken seçim yapılacak alternatifleri ve bu alternatiflere bağlı bir sürü ölçütleri içerir. Ölçütler seçim yapabilmemiz için alternatiflerin değerlendirilerek azaltma yönünde gitmemizi ve sonucunda en iyi alternatifle yola devam etmemizi sağlar. Firmalar için aldığımız bu kararlar, hedeflerini gerçekleştirme yolunda geleceğini belirlemede önemli etkiye sahip olabilmektedir. Hedefler doğrultusunda alınan kararların özellikle firmaların karlılığını artıracak düzeyde olması önemlidir.

Kamu sektöründe alınan kararlarda ihale bazlı çalışıldığından dolayı bilhassa maliyet kriteri göz önüne alınmaktadır. Türkiye’de ihaleler 2002 yılında yürürlüğe giren 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu dikkate alınarak yapılmaktadır. Bu kanunun amacı sadece maliyet faktörünün ele alınarak ihaleye başvuran isterler arasında seçim

yapmak değil aynı zamanda alınacak hizmet karşılığında ihaleye katılan tedarikçiler arasında eşit davranılarak fesat karıştırılmasını engellemeye çalışmaktır. Kamu sektörüne bağlı firmalar öncelikle hizmet almak istedikleri ihtiyaçları belirleyerek bu ihtiyaçlar çevresinde EKAP (Elektronik Kamu Alımları Platformu) sitesine duyuruları yüklemektedir. Firmalar duyurusu yapılan iş özelinde ihaleye başvurularını yaparlar. İhaleye başvuru yapan tedarikçi firmaların teklifleri yayımı yapan kurumca değerlendirilir. Kurumlar 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu gereğince fiyat dışı unsurları da göz önüne alarak tedarikçilerin hepsine eşit düzeyde yaklaşarak seçimlerini belirlerler. Değerlendirmeler fiyat dışı unsur ne kadar dikkate alınsa da genellikle ekonomik olarak en düşük fiyatı sunan tedarikçi firma üzerine bırakılır. Bu da ne yazık ki fiyat kriteri ağırlığı daha fazla dikkate alınarak değerlendirildiği için tedarikçi tarafından yapılacak işin kalite açısından düşük olmasına ve belki de ileride planlanan maliyetlerde artışlara neden olacaktır.

Kamu'da firmalar kendisi dışındaki bir başka firmadan, kendi kaynaklarını kullanmadan, belirli bir süre boyunca hizmet alımı yapmaktadır. Dış Kaynak Kullanımı olarak da karşımıza çıkan hizmet alımları firmaların hem kendi personelleri ayırmasının ve eğitimin önüne geçmekte, ekstra maliyete girmemekte ve alanında uzman firmalardan stratejik önem kapsayan uzun dönemli iş birlikleri yaparak maliyetini, riskini, kaynaklarını minimize ederek faaliyetlerine devam etmektedir (Bedir ve Eren,2015; Karaoğlan,2016).

Bu tarz tedarikçi seçimi ve dış kaynak kullanımı kararlarında literatürde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleri uygulanmaktadır. ÇKKV yönteminde öncelikle karar verilecek firmalar arasında seçim yapma imkanı sağlayan kriterlerimizi belirlemektir. Sonucu belirlemek için birkaç alternatif ve alternatiflere bağlı bir sürü kriter karşımıza çıkacaktır. Bu kriter ve alternatifler belirlenen uzman kişiler tarafında değerlendirilerek en iyi sonuca ulaşmamızı sağlayacaktır. Önemli olan seçimi yapılacak alternatif tedarikçilerin tüm zayıf ve güçlü yönlerinin tamamı göz önüne alınarak kriterlerin değerlendirilmesidir.



Tedarikçi seçimi ile ilgili kriterler konusunda referans alınan ilk çalışma Dickson'un yapmış olduğu çalışmadır. Dickson (1966) çalışmasında 23 kriterde karar verilen bir ölçüt listesi hazırlamıştır ve bu yaptığı çalışma daha sonraki tedarikçi seçimi çalışmaları için araştırmacılara yol gösterici olmuştur.

Çalışmada Kamu sektörü tedarikçi seçim problemi ÇKKV metotlarından Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmanın uygulama yapılan birinci bölümünde Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kriterler ve alternatiflerin önem dereceleri belirlenmiştir. Kriterler ağırlıklarına göre alternatifler arasında en iyi tedarikçi seçimi yapılmıştır. Uygulamanın ikinci bölümünde Bulanık AHP'den gelen kriter ağırlıkları Bulanık TOPSIS yönteminde entegre edilerek dört alternatif firma arasında en iyi olan tedarikçi belirlenmiştir. Literatüre bakıldığında Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS metoduyla tedarikçi seçimi problemlerinde çok fazla kullanılmasına rağmen özellikle kamu sektöründe bu alanda yapılan çalışma azdır.

Kamu sektöründe temizlik firması seçimi için yayınlanan ihale sonucunda ihaleye başvuru yapan 4 firma, belirlenen Çevresel, Sosyal ve Ekonomik ana kriterlerine bağlı 20 alt kriter kullanılarak değerlendirilmiş ve en yüksek katsayıya sahip tedarikçi seçilmiştir. Çalışma kamu sektöründe yapılan ihale bazlı tedarikçi seçimlerine alternatif bir yöntem oluşturmaktadır.

## **BÖLÜM 2. TEDARİKÇİ SEÇİMİ**

Firmalar kendilerini amaçları doğrultusunda en iyi seviyeye çıkararak ilerlemek isterler. Bu yolda ilerlerken maliyetlerini azaltmak aynı zamanda da kalitesini de artırmak isteyecektir. Bu ilerleyişte ister hizmet isterse, üretim sektörlerinde olsun bir yol arkadaşına ihtiyaç duyacaktır. Tüm bu kriterler altında faaliyetlerini sürdürebilmek için bir tedarikçi arayışına girmesi gerekecektir. Günümüzde pek çok firma hammadde, yarı mamul veya hizmet alımı gibi süreçlerin gerçekleştirilmesinde tedarikçi firmalarından destek almaktadır. Rekabet ortamında en etkin tedarikçi seçimiyle beraber tedarik sistemlerinin yönetimi ve gelişmesi firmaların amaçlarına ulaşma yolunda en önemli adımlardan birini oluşturmaktadır.

Firmalar için bu gereklilik literatürde de Tedarikçi Seçimi konusuyla ilgili çok fazla araştırma yapılmasına sebep olmuştur. Tedarikçi seçimi ile ilgili bilinen ilk araştırma 1950 yılından daha önce ABD Ulusal Standartlar Bürosu aracılığıyla sunulmuştur. Bu çalışmanın temel amacı ABD Savunma Bakanlığı'ndan satın alma sözleşmeleri için en düşük maliyetleri elde etmesiydi, fakat araştırmacıların çoğunluğu tedarikçi seçimi sorununun 1960 yılları ortalarında başladığını savunmaktadır (Jazemi, ve ark., 2011).

Ho vd. (2010) çalışmalarında 2000'den 2008'e kadar uluslararası dergilerde çıkan tedarikçi seçimiyle alakalı makaleleri toplayarak incelemişler ve en yaygın kullanılan kriterleri belirlemişlerdir. Buna göre, ilk olarak, tedarikçi seçim probleminde çözüm metodu için çok sayıda bireysel ve entegre yaklaşımın önerildiği bulunmuştur. İkinci olarak fiyat veya maliyetin en yaygın olarak benimsenen kriter olmadığı görülmüştür. Bunun yerine, tedarikçilerin performansını değerlendirmek için kullanılan en popüler ilk üç kriterin sırayla kalite, teslimat ve fiyat veya maliyet olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tedarikçi seçim problemleri aslında ÇKKV problemleridir ve Muralidharan vd. (2001)' na göre karmaşık problemlerdir. Bunun üç temel nedeni vardır.

- Problemin yapısında çok fazla sayıda ölçüt bulundurması, yer alan ölçütlerin anlaşılabilirliğinin nispeten zor olması ve bu ölçütlerin bazı değerlerinin nitel bazılarının ise nicel olarak ifade edilmesi,
- Seçim aşamasında bazen birbirine zıt düşen ve bazen de birbirini tanımlayan kriterlerin olması,
- Çok fazla sayıda tedarikçinin olması.

## **2.1. Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Kriterler**

Literatüre bakıldığında tedarikçi seçim problemi ile ilgili yapılan birçok farklı çalışmaya rastlanılmaktadır. Tedarikçi seçimine yönelik yapılan ilk çalışmalarda genellikle maliyet kriteri ön planda alınarak tek bir faktör üzerinden çalışılmaktaydı. Daha önceden bahsedildiği gibi yapılan çalışmalarda kalite, teslimat, esneklik gibi faktörler yer alırken son yıllarda yeşil tedarikçi seçimi önem kazanmasıyla birlikte kriterlere dahil edilen çevresel kriterler gibi birçok faktör tedarikçi seçimi sürecinde kullanılmaktadır.

Tedarikçi veya satıcı seçim probleminde kullanılan kriterlerle alakalı referans olan ilk çalışma Dickson tarafından 1966 yılında yapılmış ve bu çalışmaya Ulusal Satınalma Yöneticileri Derneği üyeleri listesinden seçilen 273 satın alma yöneticisinin katıldığı ankete dayanmaktadır. Çalışma sonucunda tedarikçi seçiminde faydalı olabilecek nicel ve nitel 23 ölçüt belirlenerek önem dereceleri de tanımlanmıştır (Dickson, 1966)

Tablo 2.1. Dickson'ın tedarikçi seçim kriterleri (Benyoucef , ve ark., 2003)

No	Kriter	Ortalama Puan	Değerlendirme
1	Kalite	3,508	Çok Önemli
2	Teslimat	3,147	
3	Geçmiş Performansı	2,998	
4	Garanti ve Şikayet Politikaları	2,849	
5	Üretim Yeteneği ve Kapasite	2,775	Oldukça Önemli
6	Fiyat	2,758	
7	Teknik Kapasite	2,545	
8	Finansal Pozisyon	2,514	
9	Prosedürlere Uyum	2,488	
10	İletişim Sistemi	2,426	
11	Ün ve Sektördeki Pozisyonu	2,412	
12	İş Yapma İsteği	2,256	
13	Yönetim ve Organizasyon	2,216	
14	İşlemsel Kontrol	2,211	
15	Onarım Hizmeti	2,187	
16	Davranış	2,12	Ortalama Önemli
17	Etki	2,054	
18	Paketleme Kabiliyeti	2,009	
19	İşçi İlişki Kayıtları	2,003	
20	Coğrafi Konum	1,872	
21	Geçmiş İş Miktarı	1,597	
22	Eğitim Yardımları	1,537	
23	Karşılıklı Düzenlemeler	0,61	Düşük Önemli

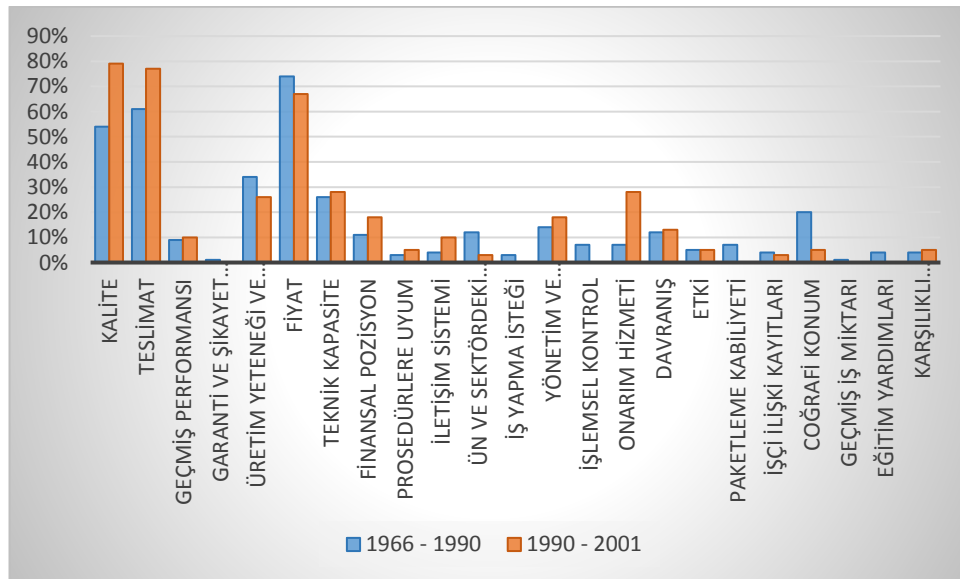
Weber ve arkadaşlarının (1991), Dickson'ın 23 kriterini dikkate alarak ve 1966 yılından beri çıkan 74 makaleyi incelemiştir. İnceledikleri makalelerin %64'ünde çok kriterli karar verme yöntemi kullanıldığında tespit edilmiştir. Cheraghi ve arkadaşları (2004) spesifik olarak, Dickson'ın (1966) tedarikçi seçiminde çığır açan çalışmasında bildirilen kriterleri yeniden incelemiş ve 110'dan fazla araştırma makalesini incelemeye dayalı bir güncelleme sağlamıştır.

Çalışmada, Weber ve arkadaşlarının 1990-2001'e karşı 1966-1990 döneminde bildirilen araştırmada çeşitli kritik başarı faktörlerinin önem düzeylerinde önemli bir değişiklik olduğunu göstermiştir. Tablo 2.2.'de bu önem düzeyleri yer almaktadır.

Tablo 2.2. Tedarikçi seçiminde kritik başarı faktörleri (Cheraghi, ve ark., 2004)

Kriter	1966 - 1990		1990 - 2001		Toplam	
	Makale Sayısı	% Değer	Makale Sayısı	% Değer	Makale Sayısı	% Değer
Kalite	40	54%	31	79%	71	63%
Teslimat	45	61%	30	77%	75	66%
Geçmiş Performansı	7	9%	4	10%	11	10%
Garantiler ve Talep Politikaları	1	1%	0	0%	1	1%
Üretim Yeteneği ve Kapasite	25	34%	10	26%	35	31%
Fiyat	55	74%	26	67%	81	72%
Teknik Yetenek	19	26%	11	28%	30	27%
Finansal Pozisyon	8	11%	7	18%	15	13%
Prosedürlere Uyum	2	3%	2	5%	4	4%
İletişim Sistemi	3	4%	4	10%	7	6%
Sektördeki İtibar ve Konum	9	12%	1	3%	10	9%
İş Arzusu	2	3%	0	0%	2	2%
Yönetim ve Organizasyon	10	14%	7	18%	17	15%
İşlemsel Kontrol	5	7%	0	0%	5	4%
Onarım Hizmeti	7	7%	11	28%	18	16%
Davranış	9	12%	5	13%	14	12%
Etki	4	5%	2	5%	6	5%
Paketleme Yeteneği	5	7%	0	0%	5	4%
Çalışan İlişki Kayıtları	3	4%	1	3%	4	4%
Coğrafi Konum	15	20%	2	5%	17	15%
Geçmişteki İş Miktarı	1	1%	0	0%	1	1%
Eğitim Yardımları	3	4%	0	0%	3	3%
Karşılıklı Düzenlemeler	3	4%	2	5%	5	4%

1990-2001'e karşı 1966-1990 yılları arasında yapılan araştırmanın yüzdelerle karşılaştırma grafiği Şekil 2.1.'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Tedarikçi seçimde kritik başarı faktörleri

## 2.2. Kamu Sektöründe Tedarikçi Seçimi

Kamu sektöründeki firmalar kendi imkanları ile ulaşamadıkları mal ve hizmet ihtiyaçlarını özel sektörden temin etmeye çalışırlar. Bu süreçte ihtiyaçlarını karşılayacak tedarikçileri bulmak için yayınlanan ihalelere başvuru yapan firmalar arasından seçim yaparlar. Bu seçim birçok kritere bağlı olduğunda dikkat gerektiren ve seçimi zorlaştıran unsurlar da içermektedir.

Türkiye’de son yıllarda yürürlüğe giren kamu yönetim reform çalışmaları çerçevesinde büyük çaplı değişikliklerin yapıldığı bölümlerden birisi olan kamu eksiltme ve artırmalarını düzenleyip kontrol eden kamu ihale sistemidir. Kamu ihale sistemindeki ana değişiklikler 2002 başlarında yürürlüğe giren 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu ile yapılmıştır.

Kamu sektöründe tedarikçi seçiminde ihaleler aracılığı ile başvuru yapan firmalar arasında seçim yapılarak ilerlenmektedir. 2002 yılına kadar kullanılan 2886 Sayılı Devlet İhale Kanunu’na göre fiyat kriterinin dışında başka bir kriteri dikkate almadan tedarikçi seçimi yapmaları mümkündür (Erbaşı, 2012).

2002 yılında yürürlüğe giren 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu sayesinde kamu firmalarında fiyat dışındaki kriterleri de dikkate alarak tedarikçi seçimi yapılabilmektedir. Kanunun ‘Temel İlkeler’ başlığı altında yer alan 5’inci maddesi gereğince gerçekleştirilecek ihalelerde; saydamlığa, rekabete, eşit muameleye, güvenilirliğe, gizliliğe, kamuoyu denetimine, ihtiyacın uygun şart ve zamanda karşılanabilmesine ve kaynakların etkin bir şekilde kullanılması ile sorumlu tutuldukları belirtilmiştir. Bu hususta Kanun’da belirtilen istisnai haller dışında, ihalenin uygun araçlarla ilan edilmesi, tüm kurumlara açık olması ve ihale için gerekli rekabet ortamının sağlanması gerekmektedir. Bununla beraber en önemli nokta ihalede en uygun fiyatın oluşturulmasıdır.

İhale yayınlandıktan sonra ihaleye başvuranlar arasında teklifler belirlenen komisyon tarafınca değerlendirilir ve ihale genellikle ekonomik olarak en düşük teklifi veren

tedarikçi üzerinde bırakılır (İlhan, 2013). Bu durumda bazen firmalardan istenilen kaliteyi, kaynağı, yeterliliği sağlayamama ve hizmetin zamanında yapılamaması gibi problemlerle karşılaşmak mümkün hale gelmektedir. Bu gibi durumlara karşılaşmamak, en düşük fiyat çerçevesinde tutmamak ve kamu idarelerinin zarara uğramasını engellemek ve süreci daha etkin yürütebilmek için çok kriterli karar verme tekniklerini kullanmak daha faydalı olacaktır.

### 2.3. Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Yöntemler

Tedarikçi seçimiyle ilgili literatürde yapılan araştırmalar geçmişten günümüze incelendiğinde birçok farklı çalışma ile karşılaşmaktayız. Tedarikçi seçim yöntemleri ile ilgili en çok karşılaşılan çalışmalar çok kriterli karar verme yöntemleridir. Bu yöntemleri beş ana başlık altında toplamak gerekirse; lineer(doğrusal) ağırlıklandırma, maliyet tabanlı, matematiksel programlama ve istatistiksel modeller, yapay zeka uzman sistem modelleri olarak karşımıza çıkmaktadır (Ofloğlu & Miran, 2014). Memari ve arkadaşları (2019) yeşil ve sürdürülebilir uygulamalara yönelik uygun tedarikçi seçim problemine ilişkin yaptıkları çalışmada temel yaklaşımlar olarak nitel yöntemler, matematiksel programlama, matematiksel analitik, yapay zekâ ve hibrit modeller olarak ayırmıştır. Tablo 2.3.'te bu modelleme yaklaşımlarının sınıflandırılmasını göstermektedir.

Tablo 2.3. Sürdürülebilir tedarikçi seçim yöntemleri

Sürdürülebilir Tedarikçi Seçim Yöntemleri				
Nitel Yöntemler (N)	Tek Modeller			Hibrit Modeller
	Matematiksel Programlama (MP)	Matematiksel Analitik (MA)	Yapay Zeka (YZ)	
Delphi	Karışık Tamsayı Doğrusal Programlama	AHP	Durum Tabanlı Çıkarsama	N + MA
		ANP	Bulanık Mantık	N + MA + YZ
Kalite Fonksiyon Dağılımı	Hedef Programlama	Veri Zarflama Analizi	Gri Sistem Teorisi	
		TOPSIS	Kaba Kümeleme Teorisi	MP + MA
		PROMETHEE	Yapay Sinir Ağları	MP + YZ
Balık Kılıçığı Diyagramı	Doğrusal Olmayan Programlama	ELECTRE	Parçacık Sürü Optimizasyonu	MA + YZ
		VIKOR	Genetik Algoritma	MP + MA + YZ
		DEMATEL	Diferansiyel Evrim Algoritması	
	Doğrusal Programlama	Diğer yöntemler		

### **BÖLÜM 3. LİTERATÜR TARAMASI**

Literatüre incelendiğinde Tedarikçi Seçimi her zaman karşımıza çıkan bir problem olarak gözükmektedir. Günümüzde çoğu firma hammadde, yarı mamul veya hizmet satınalma gibi süreçleri gerçekleştirip hedefleri doğrultusunda ilerlemek için tedarikçi firmalarına ihtiyaç duymakta ve firmalardan destek almaktadır. Rekabet ortamının giderek kızışması ve alternatif firmaların sayısının artması ile doğru kararı vermek zorlaşmaktadır. Bu nedenle en etkin tedarikçi seçimiyle beraber tedarik sistemlerinin yönetimi ve gelişmesi firmaların amaçlarına ulaşma yolunda en önemli adımlardan birini oluşturmaktadır.

Tedarikçi seçimi karşımıza firmaların kendi içerisindeki hammadde, yarımamul ve hizmet alım ihtiyaçlarına göre fason üretim, dış kaynak kullanımı gibi şekillenerek araştırmalara konu olmuştur.

Dış kaynak kullanımının firmalar için birçok faydası vardır. Bunlardan en önemlisi uzun dönemde iş birlikleri yaparak uzman firmadan destek almak ve bu işbirliği sayesinde maliyetini azaltıp ekstra personel yetiştirme maliyetinden de kaçınabilmektedir. Kamu sektöründe ihale esaslı çalışıldığından tedarikçi seçimlerinde alanında uzman firmalardan dış kaynak kullanarak kendi bünyesinde personelleri ve kaynaklarını kullanarak süreçlerini yürütmektedir.

Tayyar ve Arslan (2013) Türkiye’de hazır giyim sektörünün önemli düzeyde ihtiyacı olan en iyi fason işletmeyi seçebilmek adına ÇKKV yöntemlerinden AHP ve VIKOR kullanarak bir çalışma yapmışlardır. Karaoğlan (2016) Ankara’da yer alan bir otel işletmesi için fotoğraf hizmetleri için dış kaynak kullanım seçim probleminde DEMATEL ve VIKOR yaklaşımını kullanarak alternatifler arasından seçim yapmaya çalışmıştır. Eren ve Gür (2017)’de online bir alışveriş sitesi dağıtım kanalı için dış



kaynak ihtiyacını üçüncü parti lojistik firma seçim probleminde kullanarak AHP ve TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Akyüz (2012) mobilya sektörü ambalaj tedarikçi seçim probleminde Bulanık VIKOR yaklaşımını kullanarak iki alternatifin uzlaştırıcı çözüm olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Özdağolu ve Özdağoğlu (2007) çalışmalarında AHP ve Bulanık AHP'nin dilbilimsel değerlendirmeler ile çok yönlü karar verme süreçlerinin karşılaştırılmasını yapmıştır. Güner ve Mutlu (2005) Denizli'de faaliyet gösteren bir mermer-traverten işletmesi için dört tedarikçi arasındaki en iyi seçimini Bulanık AHP yöntemi kullanarak değerlendirmiştir. Seçme ve Özdemir (2008) bir mobilya fabrikası için stratejik tedarikçi seçim problemini Bulanık AHP yöntemini kullanarak analiz etmiştir. Akman ve Alkan (2006) Kocaeli'de otomotiv yan sanayisinde performans değerlemesinde, Karabıçak vd. (2020) aynı sektörde kalıp firması tedarikçi seçiminde, Çalık (2018) Yeşil Tedarikçi Seçimi probleminde, Büyüközkan (2012) çalışmasında yeşil tedarikçi seçimi için değerlendirme kriterlerinin göreceli ağırlıklarını belirlemede, Öztürk ve Başkaya (2012) bir ekmek fabrikası için un tedarikçisi seçiminde, Ünal vd. (2019) Antalya'da otel işletmesi için tedarikçi seçiminde, Çelik vd. (2016) otomotiv sektöründe tedarikçi seçim probleminde Bulanık AHP yöntemini uygulamıştır.

Yıldırım ve Timör (2019) ise çalışmalarında otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için kriterlerin önem derecelerini Bulanık AHP yöntemi ile belirlerken, tedarikçi alternatiflerini değerlendirmek üzere COPRAS-F ve COPRAS-G yöntemlerini kullanmışlardır. Akay ve Pehlivan (2018) cep telefonu seçiminde, Aydın ve Eren (2018) ülkemizde hava savunma sanayisi tedarikçi seçim probleminde ağırlıkları belirlemede ÇKKV tekniklerinden Bulanık AHP yöntemini entegre ederek uygulamıştır.

Yüksek Lisans tezlerinde Ünver (2010) İngiltere'de bir gıda firması seçimi için Tedarikçi Seçimi problemlerinde, Ülker (2019) lider seçiminde, Aydın (2018) projelerin önceliklendirilmesinde, Ardalı (2020) yeşil tedarikçi seçimi için

değerlendirme kriterlerinin belirlenmesinde Bulanık AHP yaklaşımından faydalanmıştır.

Ecer (2007) mağaza kuruluş yeri seçiminde, Özçakar ve Demir (2011) bir gıda fabrikası tedarikçi seçiminde, Kannan vd. (2014) elektronik şirketi için yeşil tedarikçi seçiminde, Karaatlı vd. (2016) performans değerlendirme, Koca ve Taşer (2018) Eskişehir’de bir banka için doğru finansman müşteri seçiminde, Özdemir ve Seçme (2010) mobilya fabrikası tedarikçi seçiminde, Çınar (2010) kuruluş yeri seçiminde, Doğanlap (2016) öğretim üyelerini değerlendirme çalışmasında, Tekez ve Bark (2016) mobilya sektörü tedarikçi seçiminde, Değermenci ve Ayvaz (2016) bankacılık sektöründe personel seçiminde, Kargı (2016) bir tekstil firması tedarikçi seçiminde, Güler vd. (2018) Ar-Ge projeleri seçim sürecinde, Yıldız ve Demir (2019) Türkiye’nin ilk yerli otomobil üretimi için kuruluş yeri seçiminde, Koç (2020) ilk kez hazır beton sektöründe üreticilerin seçiminde, Singh vd. (2020) güvenilirlik tahmininde ve Söyleyici (2020) Yüksek Lisans Tezinde Bulanık TOPSIS yönteminden faydalanmıştır.

Özen ve Borat (2020) otomotiv yan sanayi sektöründe tedarikçi seçimi için AHP, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yaklaşımı kullanarak alternatif firmalar arasında seçim yapılmaya çalışılmıştır.

## **BÖLÜM 4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME**

İnsan doğası gereği yapacağı işlerde karar verme durumunda kalır. Bu karar verme sürecinde insanoğlu zaman zaman bilinçli ya da bilinçsiz olarak her anlarını karar verme süreci ile geçirmektedir. Karar verme sürecinden anlaşılacak istenilen birden çok kriterin, alternatifin olduğu durumlardan bahsedilmektedir. Karşımıza çıkan bu süreçte alternatifler arasından seçim yaparak karar veririz.

İnsanoğlu nasıl her anını karar vermekle geçiriyorsa firmalar da istedikleri hedeflere ulaşabilmek adına karar vermek zorundadır. Bu karar verme süreci günümüzdeki rekabetçi ortamda daha da önem kazanmıştır. Bu durumda kararı veren kişiler için süreç zorlaşacaktır ve yanlış karar verme durumları ile karşılaşılabilir.

Literatürde bu tarz problemleri çözebilmek için ÇKKV teknikleri geliştirilmiştir. ÇKKV 1960'lı yıllarda karar verme sürecinde etkin olacak ve süreci yönlendirecek araçların kullanılmasına ihtiyaç duyulması ile geliştirilmeye başlamıştır. Yöntemde ulaşılmak istenilen hedefe birden fazla kriterin belirlendiği, seçme için değerlendirilen ölçütlerin her birinin kendine özel avantaj ve dezavantajlarının bulunduğu durum altında karar verme işlemi zorlaşmaktadır.

ÇKKV yöntemlerini kullanmamızda amaç seçenek ve ölçüt sayılarının birden fazla olması halinde karar verme sistemini kontrol altına alabilmek ve nihai karara mümkün mertebe hızlı ve kolay elde etmektir (Urfalıoğlu & Genç, 2013).

ÇKKV yöntemlerinde tedarikçi seçimi, performans değerlendirme, ders seçim problemleri, kuruluş yeri seçim problemleri gibi birçok çalışmada kullanılmaktadır. Karşımıza sıklıkla çıkan ÇKKV yöntemleri aşağıdaki şekildedir.

- Analitik Hiyerarşı Prosesi (AHP)
- Analitik Ağ Süreci (ANP)
- TOPSIS
- DEMATEL
- VIKOR
- PROMETHEE
- ELECTRE

Bu çalışmada Bulanık ÇKKV teknikleri kullanıldığından yalnızca AHP ve TOPSIS ile ilgili kısa bilgi verilip uygulanan yöntem ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.



## **BÖLÜM 5. BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME**

Bulanık ÇKKV yönteminde klasik ÇKKV yönteminden farklı olarak net sayılar kullanılmamaktadır. Kriterleri ve alternatifleri değerlendirmek için insan yorumuna açık çok iyi, iyi gibi sözel ifadeler kullanılmaktadır.

Azerbaycan asıllı L.A. Zadeh (1965) tarafından ilk kez geliştirilen bulanık küme teorisi temel olarak insan düşünce ve algısındaki belirsizliklerle ilgilenmekte ve bu belirsizlikleri sayısallaştırmaya çalışmaktadır. İnsanların fiziki durumlar karşısındaki bilgi ve yorumları genelde kişisel görüşleri şeklinde ortaya çıkmaktadır (Şen, 2001).

Bulanık ÇKKV tekniklerinde 0-1 gibi kesin yargılar kullanılmadığı ve seçim sürecini kolaylaştırdığı için günümüzde tedarikçi seçim problemlerinde çoğunlukla kullanılmaktadır. Klasik ÇKKV yöntemlerinde tutarsızlık gibi sorunlarla karşılaşıldığı için de Bulanık ÇKKV yöntemlerinin kullanımı önem kazanmıştır. Bulanık ÇKKV yöntemleri aşağıdaki gibidir.

- Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)
- Bulanık TOPSIS
- Bulanık PROMETHEE
- Bulanık Ağırlıklı Toplam
- Bulanık Ağırlıklı Çarpım
- Bulanık DEMATEL
- Bulanık VIKOR
- Bulanık ELECTRE

Literatürde Bulanık ÇKKV yöntemlerinden en fazla karşılaştığımız ve kullanılan yöntemler Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleridir. Çalışmamızda da bu yöntemler kullanılmıştır.

### 5.1. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) birden fazla alternatif arasından seçim yapmamızı kolaylaştıran, alternatifleri kıyaslamaya yardımcı olan ve ilk defa Saaty tarafından ortaya atılan bir yaklaşımdır. AHP problemi bakıldığında aslında bir hiyerarşik ÇKKV tekniğidir. ÇKKV problemlerini çözümlene noktasında bu teknik uygulandığında Saaty tarafından açıklanan [1-9] ölçüt skalası kullanılmaktadır (Saaty, 1990). Kriterlerin ve alternatiflerin kıyaslanmasında karar vericilerden bu skala dikkate alınarak değerlendirilmesi istenilir. Bu süreçler altında AHP incelendiğinde nicel ve nitel verileri içinde barındırdığından anlaşılması ve uygulanabilirliği kolaydır fakat [1-9] skalası sadece sayısal verileri içerdiğinden çözüm esnasında tutarsızlıklar oluşturabilmektedir. Meydana gelen bu tutarsızlıklar karar verme seçimi sürecini etkilemekte ve çözümü zorlaştırmaktadır.

Klasik AHP’de karşımıza çıkan durumlar, kullandığımız [1-9] skalasında yer alan gerçek sayılardan kaynaklı çözümün zorlaşması, karar vericilerin kriterleri ve alternatifleri daha rahat kıyaslayabilmesi adına Bulanık AHP metodu bulanık problemleri çözebilmek amacı ile geliştirilmiştir (Mahmoodzadeh, ve ark., 2007). Klasik AHP yöntemi belirsizlik altında karar verme sürecini gerçek ortama tam anlamıyla yansıtamadığından dolayı, bulanık mantıkla entegre ederek Bulanık AHP olarak geliştirilen yöntem ortaya atılmıştır. Bu teknikte karar vericiler çoğunlukla kesin ve net yargılar içeren nitelendirmelerde sayısal ifadeler kullanmak yerine, problemi gerçek ortama daha doğru şekilde aktarmamızı imkan sağlayan ara değerlerden oluşarak çözümü daha güvenilir bulmaktadır (Zhu, ve ark., 1999).

İnsanın doğası gereği düşüncelerinde var olan sözel ifadeleri sayısala dönüştürerek kullanmamıza olanak sağlayan bulanık kümeler teorisi, Klasik AHP’de uzman kişilerin değerlendirmesiyle elde edilen bilgilerin net sayılarla ifade edilen kıyaslamaları Bulanık AHP yönteminde insan düşüncesini tam yansıtarak dilsel ifadelerle çözümü kolaylaştırır.

Bulanık AHP metodunda karar matrislerinde yer alan çok kriterli kıyaslamalar karar vericinin değerlendirmesine göre dönüştürülen bulanık sayılardır (Kahraman, ve ark., 2003). Bulanık AHP, karar vericinin belirsizliğini hesaba katmak ve tutarsızlıkların önüne geçebilmek için tam-net değer yerine belirli aralıklardan oluşan dilsel değerleri kullanmaktadır (Kahraman, 2008).

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak Klasik AHP yönteminde gerçek sayılar kullanıldığı için karar vericilerin karar verme sürecindeki zorluk kolaylaştırılarak belirsizliği gidermek daha mümkün olabilmektedir. Bulanık AHP neticesinde karar vericiler “İyi”, “Daha iyi”, “Orta” şeklindeki dilsel ifadeleri kullanarak kıyaslamalar yapılabilmektedir. Sözel ifadelerin kullanılması, uzmanların kıyaslamaları daha kolay yapmalarını sağlamaktadır. Bulanık AHP'nin de klasik AHP'ye göre üstünlükleri kısaca şu şekilde sıralanabilmektedir (Güner, 2005):

1. Bulanık sayılar kullanıldığından bireylerin belirlenen kriterlerin kıyaslanmasını gerçek değerlere nazaran daha iyi yansıtabilmesidir.
2. Bulanık sayılar, karar vericilerin ana amacına ulaşmak için yapılan çözüm değerlendirmesinde kolaylık sağlamaktadır.

Bulanık AHP yöntemini kullanmanın en önemli artısı, çoklu kriterleri baz alırken getirdiği kolaylıktır. Deterministik alternatifleri oluşturabilmek karar vericiler için daha zor olacağından, bu durumun yerine algı-tabanlı yargı aralıkları kullanılabilir. Bu ifadeye ilave olarak, AHP metodundaki alternatifler mecburen karar vericilerin algısına dayanarak sayısal yargıları ifade eder. Bu nedenle bulanık yaklaşım daha doğru bir karar verme süreci oluşturmaktadır (Kuo, ve ark., 1997).

Daha kolay karar verme ve daha doğru sonuçlar elde edebilme açısından Bulanık AHP ÇKKV tekniklerinden en fazla kullanılan yöntemlerden biri haline gelmiştir. Literatüre bakıldığında bu durum araştırmacıların çalışmalarına da yansımaktadır. Seçim problemlerinde belki de en çok kullanılan yöntemlerden birisidir. Tedarikçi seçimi ile ilgili literatürde bu alanda çok fazla çalışma mevcuttur.

Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) yaptıkları çalışmada, ilk kez üçgensel üyelik fonksiyonlarıyla tanımladıkları bulanık değerleri kullanmışlardır. Karar vericiler öncelik değerlerinin bulunmasında logaritmik regresyondan yararlanan çalışmada bulanık ortamda verilen puanları kullanarak bir üniversite için profesörler arasından en iyi seçim için çözüm aranmıştır. Matematiksel ve uygulama yaratıcılığı, yönetsel beceriler ve insani yönler açısından üç profesör adayını bulanık sayılarla değerlendirmişler ve çalışmada önerilen yaklaşımla en iyi aday seçilmiştir. Pala (2016) üniversiteden mezun olacak öğrenciler özelinde yaptığı çalışmada meslek seçiminde AHP ve Bulanık AHP yöntemini kullanmıştır.

### 5.1.1. Genişletilmiş analiz (Chang 1996) yöntemi

Bulanık AHP yönteminin uygulandığı karar problemlerinin bir çoğunda Genişletilmiş Analiz yöntemi kullanılmıştır. (Chang, 1996) Bulanık AHP yöntemini kullanarak değerlendirmek için bir yöntem geliştirmiştir. Chang'ın genişletilmiş analiz metoduna göre, her bir kriter ve her bir alternatif dikkate alınarak mertebeye analizi uygulanır. Böylelikle her bir kriter için *m tane mertebeye analiz* değerleri elde edilir. Bu değerleri aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Burada tüm  $M_{gi}^j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) 'ler üçgensel bulanık sayılardır.

Probleme ait hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra, hiyerarşide yer alan elemanların ikili karşılaştırmaları bulanık sayılar kullanılarak yapılır. İkili karşılaştırmalarla matrislerin elde edilmesinden sonra Chang'ın mertebeye analizi adımları aşağıdaki gibi açıklanabilir.

**Adım 1:** Her bir kritere göre bulanık sentetik mertebenin değeri Denklem 5.1'deki gibi tanımlanır. Bu işlem bir bakıma, klasik AHP yöntemindeki normalizasyon işlemine benzemektedir.



$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (5.1)$$

Bu formülasyonda yer alan ifadeler (Denklem 5.2) ve (Denklem 5.3) kullanılarak hesaplanmaktadır.

Denklem 5.2 numaralı ifade de belirlenmiş bir matris için m genişletme analiz değerleri için bulanık toplama işlemi yapılır. Örneğin birinci satır için S değerini hesaplıyorsak, 1. satırda kesişen sütunların tüm l değerlerini toplayıp yazarız, tüm m değerlerini toplayıp yazarız, tüm u değerlerini toplayıp yazarız.

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{j=1}^m l_i, \sum_{j=1}^m m_i, \sum_{j=1}^m u_i) \quad (5.2)$$

(Denklem 5.3) numaralı ifade de ise, burada elde ettiğimiz karşılaştırma matrisindeki tüm l değerlerini, tüm m değerlerini, tüm u değerlerini toplayıp yazarız. Sonrasında üçgensel bulanık sayılarda ters alma işlemi yapılır.

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{j=1}^m u_i}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m m_i}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m l_i} \right) \quad (5.3)$$

**Adım 2:**  $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ 'nın olabilirlik derecesi şu şekilde tanımlanır:

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \\ 0, & l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer durumlar} \end{cases} \quad (5.4)$$

Burada her iki durum için de kesişim noktası bulunur.  $M_1$  ve  $M_2$ 'yi karşılaştırabilmek için  $V(M_2 \geq M_1)$  ve  $V(M_1 \geq M_2)$  değerinin ikisi de gerekmektedir.

**Adım 3:** Bu adımda her kriter için tüm V değerleri bulunarak karşılaştırılır ve her kriter için elde edilen minimum değer alınır. Tüm kriterler için alınan minimum değerler birleştirilerek ağırlık vektörü elde edilir.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (5.5)$$

**Adım 4:** W bulanık olmayan sayı olmak üzere ağırlık vektörü normalize edilir.

$$W = \left[ \frac{d'(A_1)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)}, \frac{d'(A_2)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)}, \dots, \frac{d'(A_n)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)} \right]^T \quad (5.6)$$

Güngör tez çalışmasında Denizli’de bir işletmede (2005) yılında yapılan tedarikçi seçimi probleminde klasik AHP ile değerlendirilen kriterlerin ve alternatiflerin matrislerini (Chen, 1996) dönüştürme cetvelini kullanarak bulanıklaştırmıştır.

Denizhan ve ark. (2017) yılında yaptıkları Yeşil Tedarikçi Seçimi çalışmasında da Klasik AHP ve Bulanık AHP yöntemleri kullanarak tedarikçiyi belirlemişler ve bu çalışmada da Chang (1996) skalasını kullanmışlardır.

## 5.2. Bulanık TOPSIS Yöntemi

ÇKKV tekniklerinde en sık karşılaşılan ve Bulanık AHP ile entegre halinde kullanılabilen bir diğer yöntem Bulanık TOPSIS’dir. TOPSIS yöntemi aslında “İdeal Çözüme Benzerliklerine göre Sıralama Tekniği” dir.

TOPSIS yöntemi ilk defa Hwang ve Yoon (1981) yılında bahsederek önermiştir. Klasik TOPSIS’in temel prensibi seçilecek alternatiflerin pozitif ideal çözümüne en yakın ve negatif ideal çözümüne en uzak mesafede olmasıdır (Ertuğrul & Karakaşoğlu, 2007). Yöntemde ifade edilen uzak ve yakın mesafeden kastımız çözüm yönteminde belirlenen fayda ve maliyet kriterlerine yakınlık uzaklık konusudur. Bu şekilde alternatifler arasında sıralama yapılarak pozitif ideal çözümüne en yakın olan alternatif seçilir. Burada alternatifler ve kriterler sayısal verilerle ifade edilir. Pek çok koşul altında, net veriler gerçek hayat durumlarını modellemek için yetersizdir.

Günlük hayatta karşımıza çıkan problemleri, insan görüşleri belirsiz olduğundan, net verilerle ifade edemediğimiz, sözel olarak insan düşünce yapısına daha yakın olan dilsel ifadeler kullanılarak kıyaslama yapabiliriz (Hana & Trimi, 2018). Bunu yapabilmek için, Zadeh tarafından geliştirilen, Bulanık AHP’de de açıkladığımız, karar verme problemlerinde kullanılan belirsizlik ve dilsel kavramları ele almak ve ölçmek için bulanık kümeler teorisi ortaya atılmıştır.

Bulanık ÇKKV tekniklerinden birisi olan ve alternatiflerin sıralamasında kullanılan Bulanık TOPSIS metodu, nicel ve nitel kriterlerle çalışan esnek bir yapıya sahip yöntemdir. Bu yöntemde Klasik TOPSIS metodundan farklı olarak dilsel ifadelerle kriter ağırlıklarını alternatifler doğrultusunda performanslarını hesaplayarak, alternatiflerin kendi arasında sıra (rank) değerine göre sıralanmasını ve böylece kıyaslama imkanı sunmaktadır. Problemden belirlenen alternatifler veya seçenekler kendi arasında sıralanırken en iyi çözüm olarak belirlenen alternatif, pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklıklar olarak tanımlanmaktadır. Bu durum TOPSIS yöntemine has olarak, tüm kriterlerin tekdüze olacak şekilde artan veya azalan bir değişime sahip olduğu varsayılarak yapılır (Özdemir, 2015)

Literatürde geliştirilen birden fazla bulanık TOPSIS teknikleri mevcuttur. Bu yöntemler kullanılan yöntemlerden ve bulanık sayılardan kaynaklı farklılıklar oluşturmaktadır. Bazı araştırmacılar üçgensel bulanık sayıları tercih ederken bazıları ise yamuksal bulanık sayıları tercih ederek çalışmalarını yapmaktadır.

TOPSIS yöntemiyle ilgili ilk olarak bulanık değerler kullanılarak yapılan çalışma 1989 yılında Negi tarafından yazılan doktora tezi sayesinde başlanmış sonrasında 1992 yılında Chen ve Hwang yayımladıkları kitap ile devam ettirmişlerdir. Ancak Bulanık TOPSIS algoritması tamamlanmamıştır. Yapılan araştırmalarla bu eksiklikler tamamlanmaya çalışılmıştır (Dündar, ve ark., 2007). Kaya vd. (2007) yaptığı çalışmada Bulanık TOPSIS yöntemlerini kıyaslayarak özet bir tablo oluşturmuştur. Tablo 5.1.’de özet tablo görülmektedir.

Tablo 5.1. Bulanık TOPSIS yöntemleri (Kaya,ve ark., 2007)

Kaynak	Kriter Ağırlığı	Bulanık Sayı Çeşidi	Sıralama Yöntemi	Normalizasyon Yöntemi	Örnek
<b>Chen ve Hwang (1992)</b>	Bulanık Sayılar	Yamuk	Lee ve Li'nin genel ortalama yöntemi	Doğrusal normalizasyon	
<b>Chen (2000)</b>	Bulanık Sayılar	Üçgen	Bulanık pozitif ve negatif ideal çözümler (1,1,1) ve (0,0,0) olarak alınmıştır.	Doğrusal normalizasyon	Personel Seçim Problemi
<b>Chu (2002)</b>	Bulanık Sayılar	Üçgen	Liou ve Wang'ın "1992" sıralama yöntemi	Yenilenmiş Manhattan uzaklığı	Tesis Yeri Seçim Problemi
<b>Tsaur vd. (2002)</b>	Kesin Değerler	Üçgen	Zhao ve Govind'in "1991" ağırlık merkezi yöntemi	Vektör normalizasyonu	Hava Yollarında Servis Kalitesi
<b>Zhang ve Lu (2003)</b>	Kesin Değerler	Üçgen	Bulanık pozitif ve negatif ideal çözümler (1,1,1) ve (0,0,0) olarak alınmıştır.	Manhattan uzaklığı	
<b>Chu ve Lin (2003)</b>	Bulanık Sayılar	Üçgen	Kaufmann ve Gupta'nın "1988" önerdiği ortalama yöntemi	Doğrusal normalizasyon	Robot Seçimi
<b>Chen vd. (2006)</b>	Bulanık Sayılar	Yamuk	Bulanık pozitif ideal çözüm maksimum değerler ve negatif ideal çözüm minimum değerler	Doğrusal normalizasyon	

2007-2017 yılları arasında dört temel veri tabanını kullanarak sadece Bulanık TOPSIS üzerinde yapılan çalışmalara odaklanarak bir araştırma makalesi yazılmış ve 170 makede kullanılan yöntemler sınıflandırılmıştır. Makale sonucuna göre en çok kullanılan ve tercih edilen yöntemin bulanık set 1 sayıları yani üçgensel bulanık sayılar olduğu gözükmemektedir (Salih, ve ark., 2019). Ayrıca Bulanık TOPSIS için üçgensel bulanık sayılar mı yoksa yamuksal bulanık sayılar mı kullanılmalı kararına vermek için yapılan çalışma sonucunda küçük farklılıkların sıralamaya etki etmediği bu nedenle iki tür bulanık sayının da kullanılabilceği fakat işlem kolaylığı ve hızlılığı açısından üçgensel bulanık sayılar kullanım avantajının daha fazla olacağı sonucuna varılmıştır (Ecer, 2007).

Bu araştırmalar sonucunda alışmamızda (Chen, 2000) tarafından geliştirilmiş olan Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Kullanılan yöntem türüne göre Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS 5’li, 6’lı, 7’li ve 9’lu skala olarak değişebilmektedir. Kullanılan skala sayısı ne kadar fazla ise hassasiyet o kadar fazladır. Bulanık AHP’ de kullanılan ölçeklerden biri Chang (1996) tarafından geliştirilen sözel değişkenler ve bu sözel değişkenler için tasvir edilen ensel bulanık sayılardır. Bunun nedeni Klasik AHP’de Satty [1-9] skalası ile değerlendirilen anketlerin bulanık sayılara dönüştürülmesindeki kolaylığıdır. Çalışmamızda bu skala kullanılarak dilsel ifadeler ensel bulanık sayılara dönüştürülmüştür.

Ouma ve arkadaşları (2015) Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS metodunu bakım nceliklendirme çalışmasında kıyaslamış ve iki metot için de Tablo 5.2.’deki ölçeklendirmeyi kullanmışlardır. Yuen (2014)’de yaptığı Bulanık Bilişsel Ağ Süreci alışmasında Bulanık AHP karşılaştırmak için bu sözel ifadeleri kullanmıştır.

Karakış (2019) alışmasında özel okullarda ğretmen seçimi Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS metodunu entegre kullanarak bir karar destek sistemi nerisi sunmuştur.

Burada Bulanık TOPSIS yönteminin algoritması aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

**Adım 1:** Karar vericilerin bulunduğu bir grup oluşturulur ve problemde kullanılacak kriterler tanımlanır. Burada karar vericiler ‘k’ ile gösterilmektedir.

**Adım 2:** Kriterlerin önem ağırlıkları için uygun dilsel değişkenler tanımlanır. Kriterlere göre alternatifler ele alınarak dilsel değişkenler aracılığıyla belirlenir.

**Adım 3:** Kriterlerin belirlenen önem ağırlıkları ve ele alınan alternatifler için belirlenen dilsel değişkenlerin ensel bulanık karşılıkları yazılır.

**Adım 4:** Bir önceki adımda tanımlanan her bir kriterin önem ağırlıkları Denklem 5.7 ile hesaplanır.

$$W_j = \frac{1}{k} [w_j^1 + w_j^2 + \dots + w_j^k] \quad (5.7)$$

**Adım 5:** Tüm karar vericilerin değerlendirmeleri tek sayıya indirildikten sonra karar problemi aşağıdaki gibi matris formatında gösterilir. D bulanık matrisini, W her bir kriterler için önem ağırlıklarını gösteren bulanık karar matrisini oluşturur.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \dots & \tilde{X}_{1j} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{X}_{i1} & \dots & \tilde{X}_{ij} & \dots & \tilde{X}_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{X}_{m1} & \dots & \tilde{X}_{mj} & \dots & \tilde{X}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_{11}, \tilde{w}_{12}, \dots, \tilde{w}_{1n}] \quad (5.8)$$

**Adım 6:** Bulanık karar matrisi (Denklem 5.9) kullanılarak normalize edilmiş bulanık karar matrisine dönüştürülür. Bu formülasyonda belirtilen B faydayı, C ise maliyeti yansıtan kriterleri tanımlamaktadır.

$$r_{ij} = \left( \frac{a_{ij} b_{ij} c_{ij}}{c_j^* c_j^* c_j^*} \right), \quad j \in B, c_j^* = \max c_{ij}$$

$$r_{ij} = \left( \frac{a_j^- a_j^- a_j^-}{c_{ij}^- b_{ij}^- a_{ij}^-} \right), \quad j \in C, a_j^- = \min a_{ij} \quad (5.9)$$

**Adım 7:** Normalize edilmiş bulanık karar matrisi ağırlıklarla formülasyon (Denklem 5.10) çarpılarak ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi elde edilir.

$$V_{ij}^k = r_{ij}^k * w_{ij}^k \quad (5.10)$$

**Adım 8:** Her bir alternatifler için bulanık pozitif ideal çözüm (BPİÇ,  $\tilde{A}^+$ ) ve bulanık negatif ideal çözüm (BNİÇ,  $\tilde{A}^-$ ) aşağıdaki (Denklem 5.11) kullanılarak hesaplanır.

$$\begin{aligned}\tilde{A}^+ &= (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+) \\ \tilde{A}^- &= (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \\ \tilde{v}_j^+ &= \max_i \{\tilde{v}_{ij3}\}, \quad \tilde{v}_j^- = \min_i \{\tilde{v}_{ij1}\}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n\end{aligned}\quad (5.11)$$

Chen (2000) her bir alternatif için standart olacak şekilde  $A^+$  değerlerini (1,1,1) ve  $A^-$  değerlerini ise (0,0,0) almıştır.

Bu tez çalışmasında ise Chen vd. (2006)'da kullanıldığı gibi,  $A^+$  ve  $A^-$  değerleri için her bir kriterin en iyi en kötü değerleri alınarak problem çözülmüştür.

**Adım 9:** Her alternatif için BPİÇ ve BNİÇ uzaklık değerleri hesaplanır. Uzaklıklar aşağıdaki formüller yardımıyla (Denklem 5.12, Denklem 5.13 ve Denklem 5.14) hesaplanır.

$$d_{ij}^+ = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^+), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.12)$$

$$d_{ij}^- = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.13)$$

$d$  uzaklıkları ifade eder ve Vertex Metodu ile hesaplanır.

$$d_v(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2]} \quad (5.14)$$

$d_{ij}^+$  bir alternatifin normalize bulanık karar matrisindeki değerlerin BPİÇ uzaklıklarının toplamı,  $d_{ij}^-$  ise BNİÇ uzaklıklarının toplamıdır.

**Adım 10:** Her alternatif için yakınlık katsayısı aşağıdaki formül ile (Denklem 5.15) hesaplanır (Chen, ve ark., 2006).

$$CC_{ij} = \frac{d_{ij}^-}{d_{ij}^- + d_{ij}^+}, i = 1, 2, \dots, m \quad (5.15)$$

**Adım 11:** Hesaplanan yakınlık katsayıları kıyaslanarak alternatifler sıralanır ve en fazla katsayıya sahip alternatif en iyi çözüm olarak belirlenir.

Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinde, problemin çözümünde her bir kriterler için kullanılan üçgensel bulanık sayılar Tablo 5.2.' deki gibidir.

Tablo 5.2. Üçgensel bulanık sayılar ve tersleri

Dilsel İfade	Üçgensel Bulanık Sayı			Üçgensel Bulanık Sayıların Tersleri		
	a	b	c	1/c	1/b	1/a
Eşit derecede önemli (EDÖ)	1,00	1,00	2,00	0,50	1,00	1,00
Eşit ile kısmen önemli (EKÖ)	1,00	2,00	3,00	0,33	0,50	1,00
Kısmen önemli (KIÖ)	2,00	3,00	4,00	0,25	0,33	0,50
Kısmen ile çok önemli (KÇÖ)	3,00	4,00	5,00	0,20	0,25	0,33
Çok önemli (ÇÖ)	4,00	5,00	6,00	0,17	0,20	0,25
Çok önemli ile çokçok önemli (ÇÖÇÇÖ)	5,00	6,00	7,00	0,14	0,17	0,20
Çok çok önemli (ÇÇÖ)	6,00	7,00	8,00	0,13	0,14	0,17
Çok çok önemli ile Kesinlikle Önemli (ÇÇÖKÖ)	7,00	8,00	9,00	0,11	0,13	0,14
Kesinlikle Önemli (KEÖ)	8,00	9,00	9,00	0,11	0,11	0,13

### 5.3. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Beraber Kullanıldığı Çalışmalar

Literatür incelendiğinde Bulanık ÇKKV yöntemlerinin kıyaslama ya da entegre olarak birlikte kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Özellikle Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yönteminin entegre olarak kullanıldığı çalışmalarda genellikle Bulanık AHP ile kriter ağırlıkları belirlenirken Bulanık TOPSIS ile en iyi seçim yapılmaya çalışılmaktadır.



Karabayır (2018) yüksek lisans tezinde inşaat ve otomotiv sektörleri için ayrı ayrı kriterler ve alternatifler belirlemiş, bulanık AHP ile kriter ağırlıklarını hesaplarken bulanık TOPSIS ile tedarikçileri sıralayarak en uygun tedarikçi seçilmiştir. Balbaş ve Turan (2019) özel bir tersane işletmesi için inşa edilecek uygun gemi modelini belirlemede Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS metotlarını kullanarak sonuçları değerlendirmişlerdir. Kiraz vd. (2018) çalışmalarında Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS kullanarak Sakarya ili için yatırım öncelikli projelerin belirlenmesinde bu metodları kullanmışlar ve duyarlılık analizi yaparak durumları karşılaştırmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalardan bazıları Tablo 5.3.'de özetlenmektedir.

Tablo 5.3. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Çalışmaları

<b>Yazar</b>	<b>Çalışma Alanı</b>	<b>Tür</b>
Özkan (2013)	Hayvancılık	Yüksek Lisans Tezi
Onat (2020)	Perakende	Yüksek Lisans Tezi
Onat ve Kaçtıoğlu (2019)	Tedarikçi Seçimi	Makale
Yazırdağ (2018)	Jandarma Komutanlığı Uygulama	Yüksek Lisans Tezi
Yacan (2016)	Eğitim	Yüksek Lisans Tezi
Özsarı (2019)	İş Sağlığı ve Güvenliği	Yüksek Lisans Tez
Karimi vd. (2011)	Atık Su Arıtma	Makale
Erdoğan (2018)	Bankacılık	Yüksek Lisans Tezi
Özen (2020)	Otomotiv Yan Sanati	Yüksek Lisans Tezi

## **BÖLÜM 6. PROBLEMİN TANIMI**

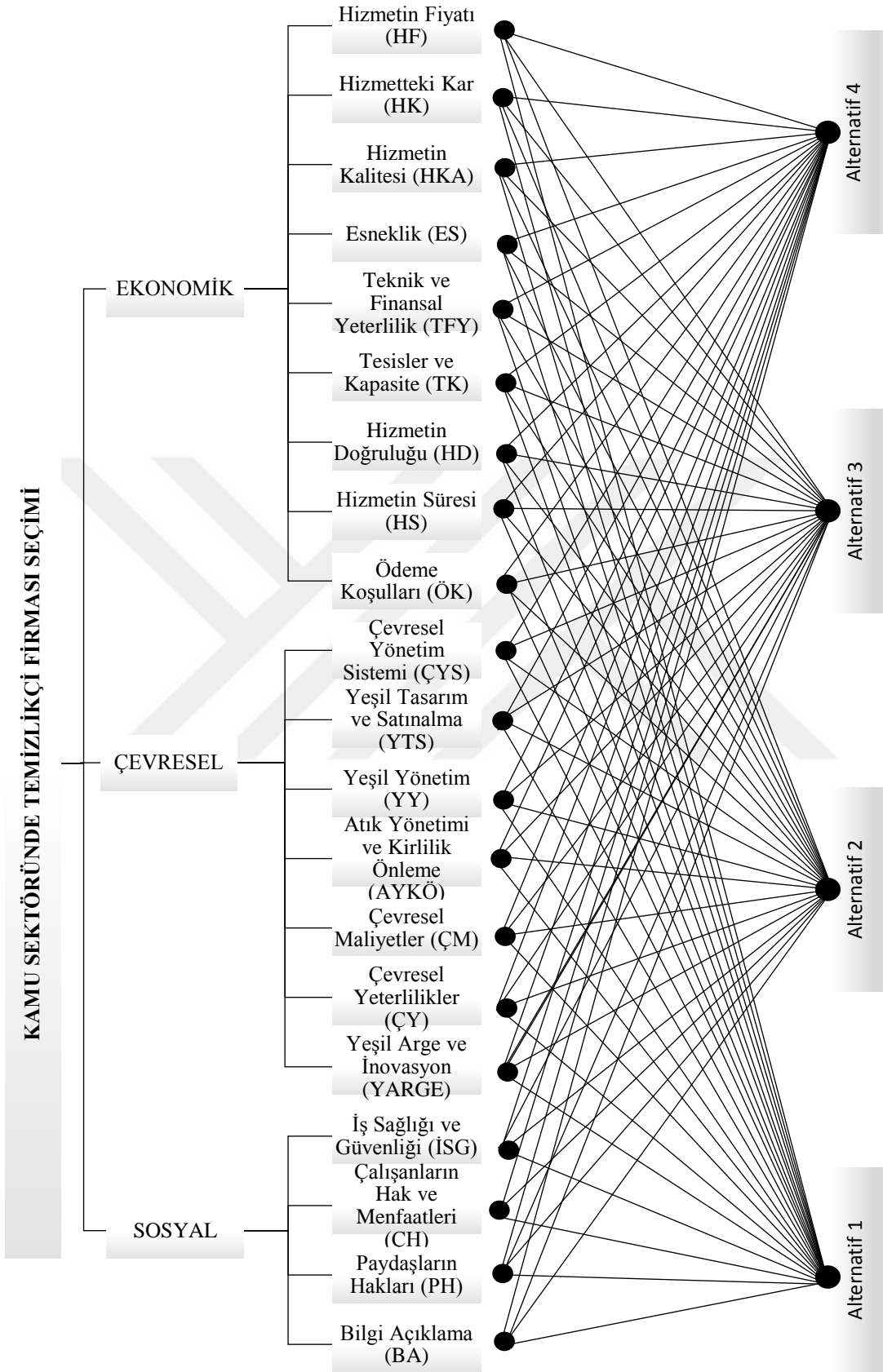
Çalışmada bir kamu firmasında Su ve Kanal İdaresinin hizmet alımında ihtiyacı üzerine açtığı ihaleye başvuru yapan firmalar arasında yapılmıştır.

4734 sayılı İhale Kanununa göre temizlik işi için tedarikçi seçimi ihtiyacı karşılığında firmalar ihaleye başvurmuş ve firmalar komisyon yetkililerince değerlendirilmiştir. Kamu ihalelerinde genellikle ekonomik açıdan en avantajlı teklifi veren firma üzerinde karar verilerek ilerlenmektedir. Yapılan değerlendirmeler nihayetinde komisyon tarafından ihale, en düşük teklifi veren istekli firma üzerinde bırakılmıştır. Bu ihale fiyat dışı unsurları ne kadar dikkate almaya çalışsa da fiyat kriterinin ağırlığı seçim kriterini etkilemektedir.

Çalışmamızda temizlik işi sektöründe çalışan 4 tedarikçi firma üzerinden problem çözümü yapılmış ve gizlilik gereği tedarikçilerin gerçek isimleri kullanılmamıştır.

3 ana kriter ve buna bağlı 20 alt kriter için 9 ölçekli sözel ifadeler kullanılarak karşılaştırılmış ve bulanık üçgensel sayılara dönüştürülerek Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak en iyi tedarikçi seçimi için çalışma yapılmıştır. Bulanık AHP yönteminde hem alternatifler için ağırlıklar bulunarak tedarikçiler belirlenmiş hem de Bulanık AHP yönteminde belirlenen kriter ağırlıkları Bulanık TOPSIS yöntemiyle entegre edilerek de en iyi tedarikçi sıralaması yapılmıştır.

Şekil 6.1.'de probleme ait hiyerarşi modeli yer almaktadır. Çalışmada kullanılan kriter ve alternatifler Şiker (2016) yılında hazırlanan yüksek lisans projesinden faydalanılarak belirlenmiştir.



Şekil 6.1. Temizlik firması ile ilgili hiyerarşi modeli

## BÖLÜM 7. UYGULAMA

Çalışmada kamu sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın temizlik firması ihtiyacı üzerine yayınlanan ihaleye başvuran 4 firma değerlendirilmiştir. Uygulamada 3 ana kriter ve 20 alt kriterler temizlik işi sektöründe çalışan 4 firma Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Daha sonra 3 farklı senaryo için Duyarlılık Analizi uygulanarak her senaryo için değiştirilen kriterlerin ağırlıklarındaki değişiklik ile firma sıralamalarına etkileri incelenmiştir.

### 7.1. Tedarikçi Karar Kriterlerinin Belirlenmesi

Çalışmada 3 ana kriter ve 20 alt kriter üzerinden temizlik firması tedarik seçimi yapılmıştır. Temizlik firması seçimi için ana kriterler; Ekonomik, Çevresel ve Sosyal kriterlerdir. Bu kriterlere bağlı alt kriterler ve açıklamaları Tablo 7.1., Tablo 7.2. ve Tablo 7.3.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.1. Ekonomik Ana Kriter Tablosu

Ekonomik Ana Kriterler	Kriter Açıklaması
Hizmetin Fiyatı (HF)	Makul bir fiyata hizmet temin etme kabiliyeti
Hizmetteki Kar (HK)	Makul bir kar elde etmek
Hizmetin Kalitesi (HKA)	Önemli bir kalite düzeyi sağlamak
Esneklik (ES)	Değişen müşteri beklentilerine hızlı cevap verme problem çözme yeteneği
Teknik ve Finansal Yeterlilik (TFY)	Tedarikçi ile ilgili teknolojik ve mali yönler
Tesisler ve Kapasite (TK)	Tedarikçinin hizmet için tesis ve kapasite gereksinimleri
Hizmetin Doğruluğu (HD)	Şartnameye uygun çalışma
Hizmetin Süresi (HS)	İstenen sürelerde hizmet temin etme kabiliyeti
Ödeme Koşulları (ÖK)	Ödeme vadesi

Tablo 7.2. Çevresel Ana Kriter Tablosu

<b>Çevresel Ana Kriterler</b>	<b>Kriter Açıklaması</b>
<b>Çevresel Yönetim Sistemi (ÇYS)</b>	Çevre koruma için tedarikçi politikalarını planlayan ve uygulayan yapı
<b>Yeşil Tasarım ve Satınalma (YTS)</b>	Çevre dostu uygulamaları tasarım ve satın alma aşamalarına dahil etmek
<b>Yeşil Yönetim (YY)</b>	Hizmetin çevresel performans ve yönetimini en üst düzeye çıkarma kabiliyeti
<b>Atık Yönetimi ve Kirlilik Önleme (AYKÖ)</b>	Hizmeti üretirken atığı ve kirliliği minimum girdi kullanmak
<b>Çevresel Maliyetler (ÇM)</b>	Hizmet çevreye minimum maliyet ve hasar vermelidir
<b>Çevresel Yeterlilikler (ÇY)</b>	Tedarikçinin çevre dostu malzemeler kullanma, temiz teknolojiler uygulama ve kirlilik etkilerinin azaltma yetkinlikleri
<b>Yeşil Arge ve İnovasyon (YARGE)</b>	Tedarikçinin daha temiz teknolojiler, prosesler, uygulamalar ve metotlar inovasyonları yapması için ARGE çabaları sağlama yetkinliği

Tablo 7.3. Sosyal Ana Kriter Tablosu

<b>Sosyal Ana Kriterleri</b>	<b>Kriter Açıklamaları</b>
<b>İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)</b>	Hizmette çalışanların sağlık ve güvenlik ile ilgilidir
<b>Çalışan Hak ve Menfaatleri (ÇH)</b>	Uzun dönemde sürdürülebilir etkinliğe ulaşmak için Çalışanların ilgili faktör ve gereksinimleriyle ilgilidir
<b>Paydaşların Hakları (PH)</b>	Paydaşların ahlaki haklarıyla ilgilidir
<b>Bilgi Açıklama (BA)</b>	Kullanılan malzeme, hizmet sırasında açığa çıkan karbon emisyonu ve toksinler vb. ile ilgili müşteri ve paydaşlarına bilgi sağlama

## 7.2. Bulanık AHP Uygulaması

Ana-alt kriterlerin ve alternatiflerin kıyaslanabilmesi için anket formu hazırlanmıştır. Anket formunu firmada görevli Satınalma Müdürü, İnsan Kaynakları Uzmanı ve Şef olarak görevlerine devam eden alanında uzman üç karar vericiden karşılaştırmaları istenilmiştir. Sözel değişkenlere göre kıyaslanan anket formları sonrasında bulanık sayısal değişkenlere dönüştürülmüştür. Anketteki karar vericilerin değerlendirmelerinden ortak bir değer çıkması için Geometrik Ortalama kullanılarak bulanık ikili karar matrisleri oluşturulmuştur.

Problemin Bulanık AHP yöntemiyle çözülmesinde Excel 'de ilgili şablonlar oluşturulmuş ve gerekli formülasyonlar girilerek sonuca ulaşılmıştır.

Ana Kriterler için üç karar verici (KV) tarafından cevaplanan anket formları Tablo 7.4., Tablo 7.5. ve Tablo 7.6.'da gösterilmiştir.

Tablo 7.4. KV 1 Ana kriterlerin anket karşılaştırması

Ana Kriterler	KEÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ	KÇÖ	KİÖ	EKÖ	EDÖ	EKÖ	KİÖ	KÇÖ	ÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	KEÖ	Ana Kriterler
Ekonomik												X						Çevresel
Ekonomik											X							Sosyal
Çevresel						X												Soysal

Tablo 7.5. KV 2 Ana kriterlerin anket karşılaştırması

Ana Kriterler	KÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ	KÇÖ	KÖ	EKÖ	EDÖ	EKÖ	KÖ	KÇÖ	ÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	KÖ	Ana Kriterler
Ekonomik					X													Çevresel
Ekonomik								X										Sosyal
Çevresel						X												Soysal

Tablo 7.6. KV 3 Ana kriterlerin anket karşılaştırması

Ana Kriterler	KÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ	KÇÖ	KÖ	EKÖ	EDÖ	EKÖ	KÖ	KÇÖ	ÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	KÖ	Ana Kriterler
Ekonomik					X													Çevresel
Ekonomik								X										Sosyal
Çevresel						X												Soysal

Ana kriterlerin seçimlere ilişkin geometrik ortalama hesaplanarak birleştirilmiş ikili kıyaslama matrisi Tablo 7.7.'de verilmiştir.

Örneğin Ekonomik kriterinin Çevresel kritere göre hesaplanan geometrik ortalaması aşağıdaki gibi hesaplanır.

KV 1 için anket cevabı: Kısmen ila çok önemli (KÇÖ) (3, 4, 5)

KV 2 için anket cevabı: Çok önemli (ÇÖ) (4, 5, 6)

KV 3 için anket cevabı: Çok önemli (ÇÖ) (4, 5, 6)

Buna göre üçgensel bulanık sayılar için ( $l, m, u$ ) değerlerinin geometrik ortalaması;

$$l = \sqrt[3]{3 * 4 * 4} = 1,47 \quad m = \sqrt[3]{4 * 5 * 5} = 1,84 \quad u = \sqrt[3]{5 * 6 * 6} = 2,29$$

Tablo 7.7. Ana kriterlerin bulanık üçgensel sayılarla ikili karşılaştırılması

Ana Kriter	Ekonomik			Çevresel			Sosyal		
<b>Ekonomik</b>	1,00	1,00	1,00	1,47	1,84	2,29	0,63	1,10	1,65
<b>Çevresel</b>	0,44	0,54	0,68	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00
<b>Sosyal</b>	0,61	0,91	1,59	0,25	0,33	0,50	1,00	1,00	1,00

Chang (1996)'ın Genişletmiş Analiz Yöntemi'ne göre, (Denklem 5.1)'den yararlanarak tüm ana kriterler için bulanık sentetik mertebenin değerini hesaplamamız gerekmektedir. Sentetik değer formülünden;

$$S_{Ekonomik} = (3.10, 3.94, 4.94) \otimes ((1/13.71), (1/10.73), (1/ 8.40)) = (0.226, 0.368, 0.588)$$

$$S_{Çevresel} = (3.44, 4.54, 5.68) \otimes ((1/13.71), (1/10.73), (1/ 8.40)) = (0.251, 0.423, 0.676)$$

$$S_{Sosyal} = (1.86, 2.24, 3.09) \otimes ((1/13.71), (1/10.73), (1/ 8.40)) = (0.135, 0.209, 0.368)$$

şeklinde hesaplanmıştır. Elde edilen bu vektörleri kullanarak karşılaştırma işlemleri yapılır. Her bir kriteri diğer kriterlerle (Denklem 5.2) numaralı eşitlik yardımıyla karşılaştırılır. Örneğin;

$$V(S_{Ekonomik} \geq S_{Sosyal}) = 1 \quad (m_{ekonomik} = 0.368 \geq m_{sosyal} = 0.209)$$

$$V(S_{Çevresel} \geq S_{Sosyal}) = 1 \quad (m_{çevresel} = 0.423 \geq m_{sosyal} = 0.209)$$

Tablo 7.8. Ana kriterlerin sentetik değerlerin karşılaştırma sonuçları ve ağırlık vektörü

	<b>S</b> Ekonomik	<b>S</b> Çevresel	<b>S</b> Sosyal
<b>S</b> Ekonomik	X	1,000	0,471
<b>S</b> Çevresel	0,858	X	0,353
<b>S</b> Sosyal	1,000	1,000	X
<b>Min Değer</b>	0,858	1,000	0,353
<b>Ağırlık (W)</b>	0,388	0,452	0,160

Tablo 7.8.'de W' ağırlık vektörleri verilmiştir. Değerler (Denklem 5.6) numaralı eşitlik ile normalize edilerek W değerleri bulunmuştur. Buna göre ana kriterlerin önem dereceleri yüzde ile ifade edilirse, temizlikçi firması için ekonomik % 38.8 çevresel % 45.2 ve sosyal % 16 öneme sahiptir. Aynı şekilde bu işlemler belirlenen her alt kriterin ana kriterlerine ve alternatiflerin tüm alt kriterlerine göre nihai sonucu belirten bulanık ikili kıyaslama matrislerine Chang (1996)'ın Genişletilmiş Analizi metodu uygulanmıştır.

Ekonomik ana kriterinin bağlı alt kriterlerinin karşılaştırıldığı anketler sonucu üç karar verici için anket sonuçlarının yansıtıldığı sözel ikili karşılaştırma matrisleri Tablo 7.9., Tablo 7.10. ve Tablo 7.11.'de verilmiştir. Ana kriterlerde hesaplandığı gibi ortak karşılaştırma matrisi için değerler geometrik ortalama ile hesaplanmıştır. Bundan sonraki matrisler geometrik ortalaması hesaplanmış şekilde verilecektir.

Tablo 7.9. KV 1 Ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için sözel karşılaştırma matrisi

	<b>HF</b>	<b>HK</b>	<b>HKA</b>	<b>ES</b>	<b>TFY</b>	<b>TK</b>	<b>HD</b>	<b>HS</b>	<b>ÖK</b>
<b>Hizmetin Fiyatı (HF)</b>	X	KÇÖ							
<b>Hizmetteki Kar (HK)</b>		X							EKÖ
<b>Hizmetin Kalitesi (HKA)</b>	ÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ	X			EKÖ	EDÖ	KIÖ	KÇÖ
<b>Esneklik (ES)</b>	ÇÇÖ	KÇÖ	KIÖ	X	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ	KÇÖ	
<b>Teknik ve Finansal Yeterlilik (TFY)</b>	KÇÖ	KIÖ	KÇÖ		X	EKÖ			
<b>Tesisler ve Kapasite (TK)</b>	ÇÖÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ				X	EDÖ		
<b>Hizmetin Doğruluğu (HD)</b>	KIÖ	ÇÖ			ÇÖ		X	KIÖ	
<b>Hizmetin Süresi (HS)</b>	ÇÖÇÇÖ	KÇÖ			ÇÇÖ	KÇÖ		X	EKÖ
<b>Ödeme Koşulları (ÖK)</b>	KÇÖ			KÇÖ	KIÖ	ÇÖÇÇÖ	KIÖ		X



Tablo 7.10. KV 2 Ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için sözel karşılaştırma matrisi

	HF	HK	HKA	ES	TFY	TK	HD	HS	ÖK
<b>Hizmetin Fiyatı (HF)</b>	X	EKÖ	EDÖ	ÇÖ	ÇÖ	KÇÖ	EKÖ	ÇÖ	
<b>Hizmetteki Kar (HK)</b>		X			KIÖ	EKÖ			
<b>Hizmetin Kalitesi (HKA)</b>		ÇÖ	X	EKÖ	KÇÖ	EKÖ			
<b>Esneklik (ES)</b>		ÇÇÖ		X	KÇÖ	KIÖ			
<b>Teknik ve Finansal Yeterlilik (TFY)</b>					X	EKÖ			
<b>Tesisler ve Kapasite (TK)</b>						X			
<b>Hizmetin Doğruluğu (HD)</b>		KIÖ	KIÖ	EKÖ	KIÖ	KIÖ	X	KIÖ	
<b>Hizmetin Süresi (HS)</b>		ÇÖ	EKÖ	KIÖ	KÇÖ	EKÖ		X	
<b>Ödeme Koşulları (ÖK)</b>	KÇÖ	EKÖ	EDÖ	EDÖ	EKÖ	EKÖ	EDÖ	EDÖ	X

Tablo 7.11. KV 3 Ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için sözel karşılaştırma matrisi

	HF	HK	HKA	ES	TFY	TK	HD	HS	ÖK
<b>Hizmetin Fiyatı (HF)</b>	X	EKÖ	EDÖ	ÇÖ	ÇÖ	KÇÖ	EKÖ	ÇÖ	
<b>Hizmetteki Kar (HK)</b>		X			KIÖ	KÇÖ			EDÖ
<b>Hizmetin Kalitesi (HKA)</b>		KIÖ	X		EKÖ			EDÖ	KIÖ
<b>Esneklik (ES)</b>		ÇÖ	ÇÖ	X	KÇÖ	KIÖ			EDÖ
<b>Teknik ve Finansal Yeterlilik (TFY)</b>					X			EDÖ	
<b>Tesisler ve Kapasite (TK)</b>			EKÖ		KIÖ	X			EDÖ
<b>Hizmetin Doğruluğu (HD)</b>		KÇÖ	KIÖ	KIÖ	KÇÖ	KÇÖ	X	KIÖ	KÇÖ
<b>Hizmetin Süresi (HS)</b>		ÇÖ		KÇÖ		ÇÖ		X	KIÖ
<b>Ödeme Koşulları (ÖK)</b>	KÇÖ				EKÖ				X

Ekonomik, çevresel ve sosyal ana kriterlerinin alt kriterlerinin karşılaştırıldığı bulanık matrisler ve ağırlık vektörleri Tablo 7.12., Tablo 7.13. ve Tablo 7.14.'de verilmiştir.

Matris boyutları büyük olduğu için Ekonomik ve Çevresel ana kriter hesaplanan ikili karşılaştırma matrislerinde sayılar yuvarlanarak virgülden sonra tek hane şeklinde yazılmıştır.

Tablo 7.12. Ekonomik ana kriterinin alt kriterleri için bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlıkları

	HF	HK	HKA	ES	TFY	TK	HD	HS	ÖK	W
HF	1,0;1,0;1,0	1,4; 2,5; 3,6	0,5; 0,5; 0,9	1,3; 1,5; 1,8	1,5; 1,8; 2,3	1,1; 1,4; 1,7	0,6; 1,1; 1,7	1,3; 1,6; 1,9	0,2; 0,3; 0,3	0,11
HK	0,3; 0,4; 0,7	1,0;1,0;1,0	0,2; 0,2; 0,3	0,2; 0,2; 0,2	1,0; 1,4; 2,0	0,8; 1,1; 1,4	0,2; 0,3; 0,3	0,2; 0,2; 0,3	0,7; 1,0; 1,8	0,00
HKA	1,1; 1,9; 2,0	3,4; 4,5; 5,5	1,0;1,0;1,0	0,3; 0,5; 0,7	0,8; 1,3; 1,7	0,7; 1,3; 2,1	0,4; 0,5; 0,8	0,9; 1,1; 2,0	1,8; 2,3; 3,4	0,15
ES	0,6; 0,7; 0,8	4,2; 5,2; 6,2	1,4; 2,0; 2,9	1,0;1,0;1,0	3,6; 4,6; 5,6	2,9; 4,0; 5,0	0,7; 1,0; 1,5	0,5; 0,7; 0,9	0,6; 0,6; 1,1	0,21
TFY	0,4; 0,5; 0,7	0,5; 0,7; 1,0	0,6; 0,8; 1,2	0,2; 0,2; 0,3	1,0;1,0;1,0	0,6; 1,1; 1,7	0,2; 0,3; 0,3	0,3; 0,3; 0,5	0,3; 0,4; 0,8	0,00
TK	0,6; 0,7; 0,9	0,7; 0,9; 1,3	0,5; 0,8; 1,4	0,2; 0,3; 0,3	0,6; 0,9; 1,6	1,0;1,0;1,0	0,4; 0,4; 0,7	0,2; 0,3; 0,4	0,4; 0,4; 0,7	0,00
HD	0,6; 0,9; 1,6	2,9; 3,9; 4,9	1,3; 2,1; 2,5	0,7; 1; 1,3	2,9; 3,9; 4,9	1,4; 2,3; 2,7	1,0;1,0;1,0	2,0; 3,0; 4,0	0,9; 1,1; 1,7	0,20
HS	0,5; 0,6; 0,8	3,6; 4,6; 5,6	0,5; 0,9; 1,1	1,1; 1,1; 1,4	1,9; 2,1; 3,0	3,4; 2,3; 3,4	4,5; 0,3; 0,3	0,5; 1,0;1,0;1,0	1,3; 1,8; 2,9	0,18
ÖK	3,0; 4,0; 5,0	0,6; 1,0; 1,4	0,3; 0,4; 0,6	0,9; 1,6; 1,7	1,3; 2,3; 3,3	1,4; 2,3; 2,8	0,6; 0,9; 1,1	0,3; 0,6; 0,8	1,0;1,0;1,0	0,14

Tablo 7.12.'den, Ekonomik ana kriterine ilişkin alt kriterlerden elde edilen sonuç, kriterlerin yüzde olarak ifade edilirse; esneklik %21, hizmetin doğruluğu %20, hizmetin süresi %18, hizmetin kalitesi %15, ödeme koşulları %14 ve hizmetin fiyatı %11 şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 7.13. Çevresel ana kriterinin alt kriterleri için bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlıkları

	ÇYS	YTS	YY	AYKÖ	ÇM	ÇY	YARGE	W
ÇYS	1,0; 1,0; 1,0	1,0; 1,6; 2,6	0,6; 0,8; 1,3	0,3; 0,4; 0,8	0,3; 0,4; 0,7	0,4; 0,4; 0,7	0,2; 0,3; 0,4	0,06
YTS	0,4; 0,6; 1,0	1,0; 1,0; 1,0	1,3; 2,3; 3,3	0,2; 0,3; 0,4	0,2; 0,3; 0,5	0,6; 0,8; 1,3	0,9; 1,1; 2,0	0,10
YY	0,8; 1,3; 1,8	0,3; 0,4; 0,8	1,0; 1,0; 1,0	0,2; 0,2; 0,3	0,4; 0,4; 0,7	1,0; 1,3; 2,3	0,7; 0,8; 1,6	0,08
AYKÖ	1,3; 2,3; 3,3	2,3; 3,3; 4,3	3,6; 4,6; 5,6	1,0; 1,0; 1,0	0,8; 1,3; 1,8	0,7; 1,0; 1,8	1,0; 1,4; 2,0	0,24
ÇM	1,4; 2,5; 3,6	2,0; 3,1; 4,2	1,4; 2,3; 2,7	0,6; 0,8; 1,3	1,0; 1,0; 1,0	0,3; 0,4; 0,8	0,8; 1,0; 1,6	0,19
ÇY	1,4; 2,3; 2,7	0,8; 1,3; 1,8	0,4; 0,8; 1	0,6; 1,0; 1,4	1,3; 2,3; 3,3	1,0; 1,0; 1,0	0,5; 0,6; 1,3	0,16
YARGE	2,5; 3,7; 4,8	0,5; 0,9; 1,1	0,6; 1,3; 1,4	0,5; 0,7; 1,0	0,6; 1,0; 1,3	0,8; 1,6; 2,1	1,0; 1,0; 1,0	0,17

Tablo 7.13.'e göre, Çevresel ana kriterine ilişkin alt kriterlerden elde edilen sonuç, kriterlerin yüzde olarak ifade edilirse; atık yönetimi ve kirlilik önleme %24, çevresel maliyetler %19, yeşil arge ve inovasyon %17, çevresel yeterlilikler %16, yeşil tasarım ve satın alma %10, yeşil yönetim %8 ve çevresel yönetim sistemi %6 öneme sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 7.14. Sosyal ana kriterinin alt kriterleri için bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlıkları

	<b>İSG</b>	<b>ÇH</b>	<b>PH</b>	<b>BA</b>	<b>Ağırlık (W)</b>
<b>İSG</b>	1,00; 1,00; 1,00	1,52; 1,86; 2,24	3,17; 4,48; 5,45	2,00; 3,11; 4,16	0,51
<b>ÇH</b>	0,45; 0,54; 0,66	1,00; 1,00; 1,00	2,00; 3,11; 4,16	2,52; 3,56; 4,58	0,40
<b>PH</b>	0,18; 0,22; 0,31	0,24; 0,32; 0,5	1,00; 1,00; 1,00	0,28; 0,38; 0,63	0,00
<b>BA</b>	0,24; 0,32; 0,50	0,22; 0,28; 0,40	1,59; 2,62; 3,63	1,00; 1,00; 1,00	0,09

Tablo 7.8.'e göre, sosyal ana kriterine göre alt kriterlerinin ağırlıkları yüzde olarak ifade edilirse; İSG %51 ve çalışanların hak ve menfaatleri %40 ile en önemli kriterler olduğu, bunları bilgi açıklama %9 olarak takip ettiği gözükmektedir.

Her bir alternatifin tüm alt kriterlerine göre karşılaştırıldığı matrisler Excel'de ayrıntılı biçimde incelenerek çözümleri yapılmıştır. Burada örnek olarak, 4 temizlikçi firma alternatiflerinin “hizmetin fiyatı” alt kriterine göre karşılaştırıldığı matris ve ağırlık vektörü Tablo 7.15.'de hesaplanmıştır.

Tablo 7.15.'de hizmetin fiyatı alt kriterinin alternatiflere göre Excel de tek tek hesaplanmıştır. Ekonomik ana kriterine ait diğer 8 alt kriter içinde bu işlem yapılır ve ekonomik ana kriterine ait alt kriterlerin alternatiflere göre toplam ağırlık vektörleri bulunur. Ekonomik ana kriterinin alternatiflerle karşılaştırılması toplam ağırlık vektörlerine eşittir.

Tablo 7.15. Hizmetin fiyatı alt kriterine göre alternatifler için bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlık vektörü

	<b>Alternatif 1</b>	<b>Alternatif 2</b>	<b>Alternatif 3</b>	<b>Alternatif 4</b>	<b>Ağırlık (W)</b>
<b>Alternatif 1</b>	1,0; 1,0; 1,0	3,48; 3,83; 5,24	4,31; 5,31; 6,32	1,82; 2,29; 3,42	1,00
<b>Alternatif 2</b>	0,19; 0,26; 0,29	1,0; 1,0; 1,0	0,63; 0,79; 1,05	0,48; 0,63; 1,26	0,00
<b>Alternatif 3</b>	0,16; 0,19; 0,23	0,95; 1,26; 1,59	1,0; 1,0; 1,0	0,41; 0,63; 1,0	0,00
<b>Alternatif 4</b>	0,29; 0,44; 0,55	0,79; 1,59; 2,08	1,0; 1,59; 2,47	1,0; 1,0; 1,0	0,00

Hizmetin fiyatı alt kriterine göre alternatiflerin bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlık vektörüne bakıldığında Alternatif 1'in %100 ile öncelik ağırlığının hepsini aldığı gözükmemektedir.

Tablo 7.15.'e kritere göre hesaplanan alternatiflerin ağırlıkları bağlantılı alt kriter ağırlıkları ile çarpılarak alternatifler için "Toplam Öncelik Vektörü" elde edilmiştir. "Ekonomik", "Çevresel" ve "Sosyal" ana kriterleri için hesaplanan alternatiflere ilişkin öncelik ağırlıkları, sırasıyla Tablo 7.16., Tablo 7.17. ve Tablo 7.18.'de verilmiştir.

Tablo 7.16. Ekonomik ana kriteri alt kriterleri için hesaplanan alternatif ağırlıkları

	<b>0,11</b>	<b>0,00</b>	<b>0,15</b>	<b>0,21</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,20</b>	<b>0,18</b>	<b>0,14</b>	
<b>Alternatifler</b>	<b>HF</b>	<b>HK</b>	<b>HKA</b>	<b>ES</b>	<b>TFY</b>	<b>TK</b>	<b>HD</b>	<b>HS</b>	<b>ÖK</b>	<b>Toplam W</b>
<b>Alternatif 1</b>	1,00	0,09	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,36	0,26	<b>0,30</b>
<b>Alternatif 2</b>	0,00	0,36	0,60	0,22	0,00	0,65	0,24	0,01	0,00	<b>0,19</b>
<b>Alternatif 3</b>	0,00	0,29	0,40	0,00	0,66	0,35	0,56	0,00	0,33	<b>0,22</b>
<b>Alternatif 4</b>	0,00	0,25	0,00	0,37	0,34	0,00	0,21	0,63	0,40	<b>0,29</b>

Tablo 7.17. Çevresel ana kriteri alt kriterleri için hesaplanan alternatif ağırlıkları

	<b>0,06</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>0,24</b>	<b>0,19</b>	<b>0,16</b>	<b>0,17</b>	
<b>Alternatifler</b>	<b>ÇYS</b>	<b>YTS</b>	<b>YY</b>	<b>AYKÖ</b>	<b>ÇM</b>	<b>ÇY</b>	<b>YARGE</b>	<b>Toplam W</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>Alternatif 2</b>	0,21	0,11	0,16	0,25	0,52	0,00	0,28	<b>0,25</b>
<b>Alternatif 3</b>	0,79	0,69	0,72	0,40	0,00	0,62	0,22	<b>0,40</b>
<b>Alternatif 4</b>	0,00	0,19	0,12	0,35	0,48	0,38	0,50	<b>0,35</b>

Tablo 7.18. Sosyal ana kriteri alt kriterleri için hesaplanan alternatif ağırlıkları

	<b>0,51</b>	<b>0,40</b>	<b>0,00</b>	<b>0,09</b>	
<b>Alternatifler</b>	<b>İSG</b>	<b>ÇH</b>	<b>PH</b>	<b>BA</b>	<b>Toplam W</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>Alternatif 2</b>	0,00	0,18	0,07	1,00	<b>0,16</b>
<b>Alternatif 3</b>	0,85	0,43	0,74	0,00	<b>0,60</b>
<b>Alternatif 4</b>	0,15	0,40	0,19	0,00	<b>0,24</b>

Elde edilen çözümler sonucunda her bir alternatifin bu kriterlerden aldığı toplam ağırlıklar hesaplanacak ve sonuca ulaşılmış olacaktır. Tablo 7.19. 'da Bulanık AHP metoduna göre alternatiflerin öncelik vektörü verilmiştir.

Tablo 7.16., Tablo 7.17. ve Tablo 7.18.'den hesaplanan verileri kullanarak her bir alternatifin bu kriterlerden aldığı toplam öncelik ağırlıkları ile Tablo 7.8.'den gelen ana kriter ağırlıklarıyla çarpılarak tüm alternatifler için nihai öncelik ağırlıklar Tablo 7.19.'da hesaplanarak gösterilmiştir.

Tablo 7.19. Alternatiflere ilişkin Bulanık AHP metoduna göre hesaplanan nihai ağırlıklar

<b>Ana Kriterlerin Ağırlık Vektörü</b>	<b>0,39</b>	<b>0,45</b>	<b>0,16</b>	
<b>Alternatifler</b>	<b>EKONOMİK</b>	<b>ÇEVRESEL</b>	<b>SOSYAL</b>	<b>Toplam W</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,30	0,00	0,00	<b>0,12</b>
<b>Alternatif 2</b>	0,19	0,25	0,16	<b>0,21</b>
<b>Alternatif 3</b>	0,22	0,40	0,60	<b>0,37</b>
<b>Alternatif 4</b>	0,29	0,35	0,24	<b>0,31</b>

Tablo 7.19.'da hesaplanan Bulanık AHP sonuçlarına göre, en yüksek ağırlığı (0.37) olarak bulunan temizlik firması olarak belirlenen Alternatif 3'ün seçilmesi gerektiği

görülmüştür. Bunu, sırasıyla Alternatif 4, Alternatif 2 ve Alternatif 1 takip etmektedir.

### 7.2.1. Bulanık AHP duyarlılık analizi

Bulanık AHP’de karar vericinin yargılarının bireyden bireye değişebileceği ve yahut bireylerin düşüncelerinde zaman geçtikçe farklılaşabileceği ihtimali dikkate alındığında nihai karar sonuçlarında farklılıkların da oluşabileceği gözükmemektedir. Duyarlılık analizi bu gibi durum farklılıkları göz önüne alındığında sonucun değişkenliğini gözlemlemek adına geliştirilen bir metottur. Değişiklik yapılan kriterlerin çözümü nasıl etkileyeceğini tespitinde bizlere bir alternatif sunmaktadır. Uygulamada duyarlılık analizleri 3 farklı senaryo üzerinden yapılmıştır.

**1.Senaryo:** Ekonomik ana kriterinin alt kriterlerinde eşit ve sıfır çıkan ağırlık değerlerinin, daha farklı uzman kişilere sorulduğunda ya da zamanla değişeceği düşünüldüğünde farklı ağırlıklar verilerek duyarlılık analizi yapılmıştır. En yüksek ağırlık Hizmetin Kalitesi (HKA) ardından Hizmetin Fiyatı (HF)’ye verilmiştir. Verilen yeni ağırlıklar için alternatif öncelikli ağırlıklar Tablo 7.20.’de, Bulanık AHP sonucu nihai yeni ağırlıklar ise Tablo 7.21.’deki gibidir.

Tablo 7.20. Ekonomik ana kriteri alt kriterleri için hesaplanan alternatif yeni ağırlıkları

Eski Değerler	0,11	0,00	0,15	0,21	0,00	0,00	0,20	0,18	0,14	
Yeni Ağırlık Vektörler	0,20	0,10	0,25	0,10	0,01	0,04	0,15	0,10	0,05	
Alternatifler	HF	HK	HKA	ES	TFY	TK	HD	HS	ÖK	Toplam W
Alternatif 1	1,00	0,09	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,36	0,26	0,30
Alternatif 2	0,00	0,36	0,60	0,22	0,00	0,65	0,24	0,01	0,00	0,27
Alternatif 3	0,00	0,29	0,40	0,00	0,66	0,35	0,56	0,00	0,33	0,25
Alternatif 4	0,00	0,25	0,00	0,37	0,34	0,00	0,21	0,63	0,40	0,18

Tablo 7.21. incelendiğinde en yüksek ağırlık HKA ve HF için verilmiş, diğer ağırlıklar bunların çevresinde değiştirilmiştir. Alternatif 1 HF Ekonomik kriterler altında en yüksek öncelikli ağırlıklı değerine sahip olmasına rağmen 1. Senaryo ve Hesaplanan Bulanık AHP sonuçlarının aynı sıralamaya sahip olduğu yine en yüksek

ağırlığı (0.38) olarak bulunan Alternatif 3'nin seçilmesi gerektiği görülmüştür. Bunu, sırasıyla Alternatif 4, Alternatif 2 ve Alternatif 1 takip etmektedir. Bu duyarlılık analizine göre sıralama aynı çıksa da Alternatif 2 güçlenerek puanını artırırken, Alternatif 4 öncelikli ağırlığı zayıflamıştır.

Tablo 7.21. Duyarlılık analizi için alternatiflere ilişkin Bulanık AHP metoduna göre hesaplanan yeni nihai ağırlıklar

<b>Ana Kriterlerin Ağırlık Vektörü</b>	<b>0,39</b>	<b>0,45</b>	<b>0,16</b>	
<b>Alternatifler</b>	<b>EKONOMİK</b>	<b>ÇEVRESEL</b>	<b>SOSYAL</b>	<b>Toplam W</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,30	0,00	0,00	<b>0,12</b>
<b>Alternatif 2</b>	0,27	0,25	0,16	<b>0,24</b>
<b>Alternatif 3</b>	0,25	0,40	0,60	<b>0,38</b>
<b>Alternatif 4</b>	0,18	0,35	0,24	<b>0,27</b>

**2.Senaryo:** Günümüzde giderek önem kazanan yeşil tedarikçi konusu düşünüldüğünde yeni senaryoya göre hesaplanan ve değişecek alt kriter ağırlıkları Çevresel ana kriterine aittir. Burada da tedarikçi seçiminde çevreselci bakış açısına sahip olmayan bir değerlendirme yapılarak alt kriter ağırlıkları değiştirilerek Bulanık AHP sonuçları hesaplanmıştır. En yüksek ağırlık Çevresel Maliyet (ÇM) kriterine verilirken diğer kriter ağırlıkları buna göre şekillenmiştir. Verilen yeni ağırlıklar için alternatif öncelikli ağırlıklar Tablo 7.22.'de, Bulanık AHP sonucu nihai yeni ağırlıklar ise Tablo 7.23.'deki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 7.22. Çevresel ana kriteri alt kriterleri için hesaplanan alternatif yeni ağırlıkları

<b>Eski Değerler</b>	<b>0,06</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>0,24</b>	<b>0,19</b>	<b>0,16</b>	<b>0,17</b>	
<b>Yeni Ağırlık Vektörü</b>	0,05	0,06	0,06	0,16	0,37	0,15	0,15	
<b>Alternatifler</b>	<b>ÇYS</b>	<b>YTS</b>	<b>YY</b>	<b>AYKÖ</b>	<b>ÇM</b>	<b>ÇY</b>	<b>YARGE</b>	<b>Toplam W</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>Alternatif 2</b>	0,21	0,11	0,16	0,25	0,52	0,00	0,28	<b>0,30</b>
<b>Alternatif 3</b>	0,79	0,69	0,72	0,40	0,00	0,62	0,22	<b>0,31</b>
<b>Alternatif 4</b>	0,00	0,19	0,12	0,35	0,48	0,38	0,50	<b>0,38</b>

Tablo 7.23. incelendiğinde 2. Senaryo ve Hesaplanan Bulanık AHP sonuçları kıyaslandığından Alternatif 4'ün güçlenerek toplam öncelik ağırlığının (0.33) olarak hesaplandığı, seçilmesi gereken birinci tercih olarak karşımıza çıkmıştır. Bunu, sırasıyla Alternatif 3, Alternatif 2 ve Alternatif 1 takip etmektedir. Alternatif 1 en iyi Ekonomik değere sahip olurken diğer kriterler arasında en kötü olduğundan sıralamada yine son tercih olarak kalmıştır.

Tablo 7.23. Duyarlılık analizi için alternatiflere ilişkin Bulanık AHP metoduna göre hesaplanan yeni nihai ağırlıklar

<b>Ana Kriterlerin Ağırlık Vektörü</b>	<b>0,39</b>	<b>0,45</b>	<b>0,16</b>	
<b>Alternatifler</b>	<b>EKONOMİK</b>	<b>ÇEVRESEL</b>	<b>SOSYAL</b>	<b>Toplam Ağırlık Vektörü</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,30	0,00	0,00	<b>0,12</b>
<b>Alternatif 2</b>	0,19	0,30	0,16	<b>0,23</b>
<b>Alternatif 3</b>	0,22	0,31	0,60	<b>0,32</b>
<b>Alternatif 4</b>	0,29	0,38	0,24	<b>0,33</b>

**3.Senaryo:** Burada alt kriterlerin ağırlıklarında hiçbir değişiklik yapılmamış, ana kriterlerin ağırlıklarına yeni değerler verilerek Bulanık AHP sonucuna ulaşılmıştır. Sosyal ana kriterine ait ağırlığında çok değişiklik yapılmadan, Ekonomik ve Çevresel ana kriterlerinin ağırlıklarında öncelik tam ters yönde olacak şekilde yüksek ve birbirine yakın değerler verilerek oynamalar yapılmış ve sonuç Tablo 7.24.'de hesaplanmıştır.

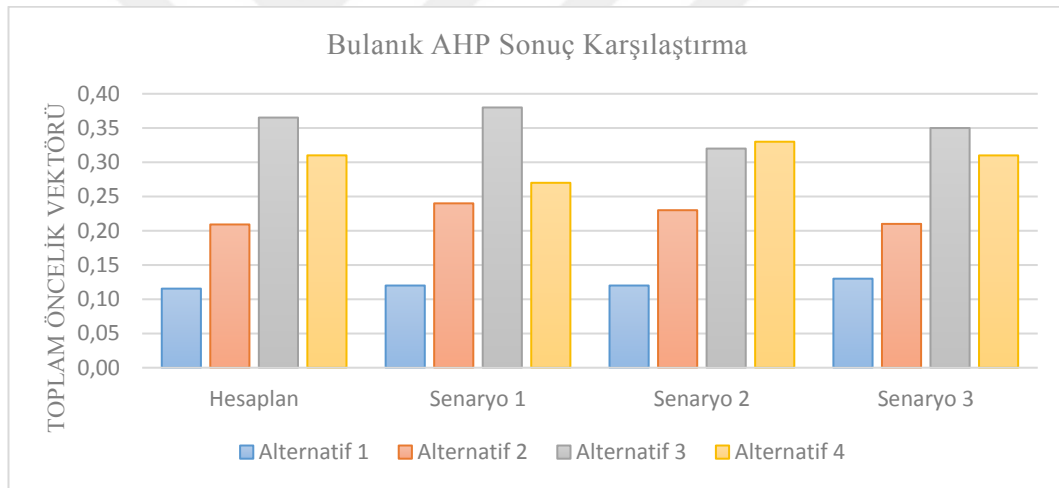
Tablo 7.24. Duyarlılık analizi farklı kriter ağırlıkları için Bulanık AHP metoduna göre alternatiflerin yeni nihai ağırlıkları

<b>Eski Ağırlıklar</b>	<b>0,39</b>	<b>0,45</b>	<b>0,16</b>	
<b>Ana Kriterlerin Ağırlık Vektörü</b>	0,45	0,40	0,15	
<b>Alternatifler</b>	<b>EKONOMİK</b>	<b>ÇEVRESEL</b>	<b>SOSYAL</b>	<b>Toplam Ağırlık Vektörü</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,30	0,00	0,00	0,13
<b>Alternatif 2</b>	0,19	0,25	0,16	0,21
<b>Alternatif 3</b>	0,22	0,40	0,60	0,35
<b>Alternatif 4</b>	0,29	0,35	0,24	0,31



Tablo 7.24.'e göre 3. Senaryo ve Hesaplanan Bulanık AHP değerleri kıyaslandığında Alternatif 3 yine en yüksek ağırlık ile birinci sırada tercih edilmesi gerekirken, bunu sırayla Alternatif 4, Alternatif 2 ve Alternatif 1 takip etmektedir.

Şekil 7.1.'de görüldüğü gibi duyarlılık analizi sonuçlarına göre Bulanık AHP sonuçları sıralaması büyük ölçüde benzerlik taşımaktadır. Sonuçlara bakıldığında Hesaplanan, 1. Senaryo ve 3. Senaryoya göre alternatif sıralamaları eşittir, değerlendirilen önem ağırlıklarına göre alternatiflerinden en yüksek toplam öncelik ağırlığına sahip olan Alternatif 3 seçilmesi gereken tedarikçi olarak karşımıza çıkmaktadır. Sadece 2. Senaryoda Alternatif 4 daha güçlenerek Alternatif 3'ün önüne geçmiş ve birinci sıralamada yer almıştır. Her senaryo için bakıldığında firmanın temizlikçi firması olan Alternatif 1'i tercih etmemesi gerektiği anlaşılmaktadır.



Şekil 7.1. Duyarlılık analizi sonuçları

### 7.3. Bulanık TOPSIS Yöntemi Uygulaması

Tüm ana ve alt kriterlerin ağırlıkları Bulanık AHP yöntemi uygulanarak belirlenmişti. Belirlenen dört alternatif firma arasından en iyi tedarikçi seçimi için Bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmıştır.

Uygulamada Bulanık TOPSIS yönteminde belirlenen kriterlerden “Hizmetin Fiyatı”, “Hizmetin Süresi” ve “Çevresel Maliyetler” firma seçiminde azı daha iyi olan

kriterlerdir. En iyi ideal çözüme ulaşabilmek için seçim kriterlerinde yer alan bu üç kriterin minimize edilmesi gerekmektedir. Tablo 7.25.'de seçim kriterlerinin en iyi tedarikçi seçimi için belirlenen kriterler amacımıza ulaşmak için pozitiflik ya da negatiflik durumuna göre Bulanık AHP'den gelen ağırlıklar ile “max” ya da “min” yazılarak özet tabloda gösterilmiştir.

Tablo 7.25. Seçim kriterleri Bulanık AHP'den gelen ağırlıklar

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Seçime Etkisi	Ana Kriter Önem Ağırlık	Alt Kriter Önem Ağırlık	Kriter Genel Ağırlık
<b>EKONOMİK</b>	Hizmetin Fiyatı (HF)	MIN	<b>0,388</b>	0,11	0,043
	Hizmetteki Kar (HK)	MAX		0,00	0,000
	Hizmetin Kalitesi (HKA)	MAX		0,15	0,059
	Esneklik (ES)	MAX		0,21	0,081
	Teknik ve Finansal Yeterlilik (TFY)	MAX		0,00	0,000
	Tesisler ve Kapasite (TK)	MAX		0,00	0,000
	Hizmetin Doğruluğu (HD)	MAX		0,20	0,079
	Hizmetin Süresi (HS)	MIN		0,18	0,071
	Ödeme Koşulları (ÖK)	MAX		0,14	0,055
	<b>ÇEVRESEL</b>	Çevresel Yönetim Sistemi (ÇYS)		MAX	<b>0,452</b>
Yeşil Tasarım ve Satınalma (YTS)		MAX	0,10	0,046	
Yeşil Yönetim (YY)		MAX	0,08	0,035	
Atık Yönetimi ve Kirlilik Önleme (AYKÖ)		MAX	0,24	0,110	
Çevresel Maliyetler (ÇM)		MIN	0,19	0,087	
Çevresel Yeterlilikler (ÇY)		MAX	0,16	0,072	
Yeşil Arge ve İnovasyon (YARGE)		MAX	0,17	0,076	
<b>SOSYAL</b>	İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)	MAX	<b>0,160</b>	0,51	0,082
	Çalışanların Hak ve Menfaatleri (ÇH)	MAX		0,40	0,064
	Paydaşların Hakları (PH)	MAX		0,00	0,000
	Bilgi Açıklama (BA)	MAX		0,09	0,014

Bulanık AHP yöntemiyle elde edilen üç ana kriterin ağırlık değerleri ile birbiriyle ilişkili ana kriterler altında yer alan alt kriterlerin ağırlık değerleri çarpılarak toplam

20 alt kriterin genel ağırlık değerleri Tablo 7.25.'de hesaplanmıştır. Burada en yüksek ağırlığa sahip olan ana kriterin 0,452 ile Çevresel faktörler olduğu gözükmektedir. Çevresel ana kriterine bağlı en yüksek öncelik ağırlığı AYKÖ için 0,24 olarak hesaplanmıştır. Birbiriyle ilişkili ana ve alt kriterlerin ağırlıkları çarpılarak örneğin AYKÖ alt kriterinin toplam kriterler içindeki ağırlığı 0,11 olarak hesaplanmıştır.

Bulanık TOPSIS yönteminde de Bulanık AHP'de olduğu gibi anket formları sadece alternatifler için firmada görevli Satınalma Müdürü, İnsan Kaynakları Uzmanı ve Şef olarak görevlerine devam eden alanında uzman üç karar vericiden karşılaştırmaları istenilmiştir. Sözel değişkenlere göre kıyaslanan anket formları sonrasında bulanık sayısal değişkenlere dönüştürülmüştür. Anketteki karar vericilerin değerlendirmelerinin ortalaması alınarak bulanık karar matrisleri oluşturulmuştur. Alternatifler için üç karar verici (KV) tarafından cevaplanan anket formlarının bulunduğu matris Tablo 7.26.'da gösterilmiştir.

Tablo 7.26. Karar vericilerin alternatif değerlendirmeleri

	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3			Alternatif 4		
	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3
HF	KİÖ	ÇÖ	KÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	KÇÖ	ÇÖ	ÇÖÇÇÖ
HK	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÖ	KEÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÖÇÇ	ÇÇÖKÖ	ÇÖÇÇ	KEÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÖÇÇ
HKA	EKÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	KEÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ
ES	ÇÇÖKÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ	KÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ	EKÖ	KİÖ	KÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ
TFY	KÇÖ	ÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÖ	ÇÖÇÇÖ	KEÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖ
TK	EDÖ	KİÖ	EDÖ	ÇÇÖ	KEÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	ÇÖ	ÇÖ
HD	EKÖ	KÇÖ	ÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	KEÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ
HS	KEÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ	KÇÖ	ÇÇÖ	ÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ	KİÖ	KİÖ
ÖK	KEÖ	KEÖ	KEÖ	ÇÖ	KİÖ	KÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ
ÇYS	EKÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ	KEÖ	KEÖ	KEÖ	ÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ
YTS	EDÖ	KİÖ	EKÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	KEÖ	ÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ
YY	EKÖ	KÇÖ	KİÖ	KEÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	KEÖ	KEÖ	KEÖ	ÇÇÖ	KEÖ	ÇÖ
AYKÖ	EDÖ	KİÖ	KİÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	KEÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	KEÖ
ÇM	KİÖ	KÇÖ	ÇÖ	EKÖ	EKÖ	EDÖ	KÇÖ	KÇÖ	ÇÖÇÇÖ	EKÖ	EKÖ	KÇÖ
ÇY	KÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	KEÖ	KEÖ	KEÖ	KEÖ	KEÖ
YARGE	EDÖ	EDÖ	EDÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	KEÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ
İSG	EDÖ	EKÖ	EKÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÖ	KÇÖ	KEÖ	KEÖ	KEÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ
ÇH	EKÖ	KİÖ	EDÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖKÖ	KEÖ	ÇÇÖ
PH	EKÖ	KÇÖ	KİÖ	ÇÖ	ÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÇÖKÖ	KEÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖ	ÇÖÇÇÖ
BA	EKÖ	KİÖ	ÇÖÇÇÖ	KEÖ	KEÖ	KEÖ	ÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖKÖ	ÇÖÇÇÖ	ÇÇÖ

Tablo 7.27.'de KV'lerin değerlendirmelerinden ortak Bulanık TOPSIS karar matrisi elde edilmiştir. Bulanık TOPSIS karar matrisi 20 kriteri içerdiği ve sığmadığı için

Alternatifler sütuna kriterler satırlara gelecek şekilde tablo verilmiştir. Bulanık AHP ile hesaplanan kriter ağırlıklarını entegre ederek Bulanık TOPSIS yöntemini çözdüğümüz için, Bulanık TOPSIS her bir kriter için önem ağırlıklarını hesaplamamıza gerek kalmadan Adım 5’de yer alan Denklem (5.8)’deki eşitlikle ilerleyeceğiz.

Tablo 7.27. Bulanık TOPSIS karar matrisi

$\tilde{D}$	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3			Alternatif 4		
<b>HF</b>	3,00	4,00	5,00	5,33	6,33	7,33	5,67	6,67	7,67	4,00	5,00	6,00
<b>HK</b>	5,67	6,67	7,67	6,67	7,67	8,33	6,67	7,67	8,33	6,00	7,00	8,00
<b>HKA</b>	3,00	4,00	5,00	7,00	8,00	8,67	6,33	7,33	8,33	5,00	6,00	7,00
<b>ES</b>	5,33	6,33	7,33	4,00	5,00	6,00	2,00	3,00	4,00	4,67	5,67	6,67
<b>TFY</b>	4,00	5,00	6,00	5,00	6,00	7,00	6,67	7,67	8,33	6,00	7,00	8,00
<b>TK</b>	1,33	1,67	2,67	7,00	8,00	8,67	6,33	7,33	8,33	4,67	5,67	6,67
<b>HD</b>	2,67	3,67	4,67	5,67	6,67	7,67	7,00	8,00	8,67	5,67	6,67	7,67
<b>HS</b>	6,67	7,67	8,33	4,00	5,00	6,00	5,00	6,00	7,00	2,67	3,67	4,67
<b>ÖK</b>	8,00	9,00	9,00	3,00	4,00	5,00	4,33	5,33	6,33	6,00	7,00	8,00
<b>ÇYS</b>	3,33	4,33	5,33	6,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	4,67	5,67	6,67
<b>YTS</b>	1,33	2,00	3,00	5,33	6,33	7,33	7,00	8,00	8,67	5,33	6,33	7,33
<b>YY</b>	2,00	3,00	4,00	6,67	7,67	8,33	8,00	9,00	9,00	6,00	7,00	7,67
<b>AYKÖ</b>	1,67	2,33	3,33	6,33	7,33	8,33	6,67	7,67	8,33	7,00	8,00	8,67
<b>ÇM</b>	3,00	4,00	5,00	1,00	1,67	2,67	3,67	4,67	5,67	1,67	2,67	3,67
<b>ÇY</b>	3,67	4,67	5,67	5,33	6,33	7,33	7,33	8,33	8,67	8,00	9,00	9,00
<b>YARGE</b>	1,00	1,00	2,00	6,00	7,00	8,00	6,33	7,33	8,33	7,00	8,00	8,67
<b>İSG</b>	1,00	1,67	2,67	4,00	5,00	6,00	8,00	9,00	9,00	6,33	7,33	8,33
<b>ÇH</b>	1,33	2,00	3,00	5,67	6,67	7,67	6,67	7,67	8,67	7,00	8,00	8,67
<b>PH</b>	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	7,33	8,33	9,00	5,67	6,67	7,67
<b>BA</b>	2,67	3,67	4,67	8,00	9,00	9,00	6,00	7,00	8,00	6,00	7,00	8,00

Bulanık TOPSIS karar matrisine ait tüm kriterler, Bulanık TOPSIS adımlarında açıkladığımız Adım 6’da yer alan formülasyon yardımıyla Microsoft Excel’de normalizasyon işlemi yapılarak her bir kriterler [0,1] aralığına indirgenmiştir. Burada kriterlerin fayda ve maliyet özellikleri gözetilerek hesaplanmıştır.

Örneğin Hizmetin Fiyatı kriterinin etkisi minimum yönde olduğundan Alternatif 1 için aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$r_{ij} = \left( \frac{3}{5}, \frac{3}{4}, \frac{3}{3} \right), \quad \min a_j^- = (3,00; 4,00; 5,00)$$

Bu formülasyon yardımıyla *Alternatif 1* için normalizasyon sonrası üçgensel bulanık sayılar (0,6; 0,75; 1,00) olarak hesaplanmıştır.

Tablo 7.28. Bulanık normalize karar matrisi

	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3			Alternatif 4		
<b>HF</b>	0,60	0,75	1,00	0,41	0,47	0,56	0,39	0,45	0,53	0,50	0,60	0,75
<b>HK</b>	0,68	0,80	0,92	0,80	0,92	1,00	0,80	0,92	1,00	0,72	0,84	0,96
<b>HKA</b>	0,35	0,46	0,58	0,81	0,92	1,00	0,73	0,85	0,96	0,58	0,69	0,81
<b>ES</b>	0,73	0,86	1,00	0,55	0,68	0,82	0,27	0,41	0,55	0,64	0,77	0,91
<b>TFY</b>	0,48	0,60	0,72	0,60	0,72	0,84	0,80	0,92	1,00	0,72	0,84	0,96
<b>TK</b>	0,15	0,19	0,31	0,81	0,92	1,00	0,73	0,85	0,96	0,54	0,65	0,77
<b>HD</b>	0,31	0,42	0,54	0,65	0,77	0,88	0,81	0,92	1,00	0,65	0,77	0,88
<b>HS</b>	0,32	0,35	0,40	0,44	0,53	0,67	0,38	0,44	0,53	0,57	0,73	1,00
<b>ÖK</b>	0,89	1,00	1,00	0,33	0,44	0,56	0,48	0,59	0,70	0,67	0,78	0,89
<b>ÇYS</b>	0,37	0,48	0,59	0,67	0,78	0,89	0,89	1,00	1,00	0,52	0,63	0,74
<b>YTS</b>	0,15	0,23	0,35	0,62	0,73	0,85	0,81	0,92	1,00	0,62	0,73	0,85
<b>YY</b>	0,22	0,33	0,44	0,74	0,85	0,93	0,89	1,00	1,00	0,67	0,78	0,85
<b>AYKÖ</b>	0,19	0,27	0,38	0,73	0,85	0,96	0,77	0,88	0,96	0,81	0,92	1,00
<b>ÇM</b>	0,20	0,25	0,33	0,38	0,60	1,00	0,18	0,21	0,27	0,27	0,38	0,60
<b>ÇY</b>	0,41	0,52	0,63	0,59	0,70	0,81	0,81	0,93	0,96	0,89	1,00	1,00
<b>YARGE</b>	0,12	0,12	0,23	0,69	0,81	0,92	0,73	0,85	0,96	0,81	0,92	1,00
<b>İSG</b>	0,11	0,19	0,30	0,44	0,56	0,67	0,89	1,00	1,00	0,70	0,81	0,93
<b>ÇH</b>	0,15	0,23	0,35	0,65	0,77	0,88	0,77	0,88	1,00	0,81	0,92	1,00
<b>PH</b>	0,22	0,33	0,44	0,56	0,67	0,78	0,81	0,93	1,00	0,63	0,74	0,85
<b>BA</b>	0,30	0,41	0,52	0,89	1,00	1,00	0,67	0,78	0,89	0,67	0,78	0,89

İlk çözüm yönteminde kullandığımız ve Tablo 7.28.'de yer alan Bulanık AHP ile hesaplanan kriter ağırlıkları Bulanık TOPSIS yöntemine entegre edilerek normalize edilen değerler ile çarpılarak ağırlıklı normalizasyon değerleri bulunmuştur. Bulanık AHP Ağırlıkları ile Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi Tablo 7.29.'da gösterilmiştir. Bulanık TOPSIS 7.adımda yer alan (Denklem 5.10) ile ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Uygulama örneği için birkaç alternatife ait işlemler aşağıdaki gibidir.

$$V_{ij}^k = r_{ij}^k * w_{ij}^k$$

Alternatif 1 ve Hizmet Fiyatı kriteri için;

$$(0,60; 0,75; 1,00) \otimes (0,0425; 0,0425; 0,0425) = (0,026; 0,032; 0,043)$$

Alternatif 2 ve Çevresel Yönetim Sistemi kriteri için;

$$(0,67; 0,78; 0,89) \otimes (0,0257; 0,0257; 0,0257) = (0,017; 0,020; 0,023)$$

Tablo 7.29. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi ( $\tilde{V}$ )

	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3			Alternatif 4		
<b>HF</b>	0,026	0,032	0,043	0,017	0,020	0,024	0,017	0,019	0,023	0,021	0,026	0,032
<b>HK</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>HKA</b>	0,020	0,027	0,034	0,048	0,054	0,059	0,043	0,050	0,057	0,034	0,041	0,048
<b>ES</b>	0,059	0,070	0,081	0,044	0,055	0,066	0,022	0,033	0,044	0,052	0,063	0,074
<b>TFY</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>TK</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>HD</b>	0,024	0,034	0,043	0,052	0,061	0,070	0,064	0,073	0,079	0,052	0,061	0,070
<b>HS</b>	0,023	0,025	0,028	0,032	0,038	0,047	0,027	0,032	0,038	0,041	0,052	0,071
<b>ÖK</b>	0,049	0,055	0,055	0,018	0,025	0,031	0,027	0,033	0,039	0,037	0,043	0,049
<b>ÇYS</b>	0,010	0,012	0,015	0,017	0,020	0,023	0,023	0,026	0,026	0,013	0,016	0,019
<b>YTS</b>	0,007	0,011	0,016	0,028	0,034	0,039	0,037	0,042	0,046	0,028	0,034	0,039
<b>YY</b>	0,008	0,012	0,016	0,026	0,030	0,033	0,031	0,035	0,035	0,024	0,028	0,030
<b>AYKÖ</b>	0,021	0,030	0,042	0,081	0,093	0,106	0,085	0,098	0,106	0,089	0,102	0,110
<b>ÇM</b>	0,017	0,022	0,029	0,033	0,052	0,087	0,015	0,019	0,024	0,024	0,033	0,052
<b>ÇY</b>	0,029	0,037	0,045	0,042	0,050	0,058	0,058	0,066	0,069	0,064	0,072	0,072
<b>YARGE</b>	0,009	0,009	0,018	0,053	0,061	0,070	0,056	0,064	0,073	0,061	0,070	0,076
<b>İSG</b>	0,009	0,015	0,024	0,036	0,045	0,054	0,073	0,082	0,082	0,057	0,066	0,076
<b>ÇH</b>	0,010	0,015	0,022	0,042	0,049	0,056	0,049	0,056	0,064	0,051	0,059	0,064
<b>PH</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>BA</b>	0,004	0,006	0,008	0,013	0,014	0,014	0,010	0,011	0,013	0,010	0,011	0,013

Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra Bulanık TOPSIS uygulama adımlarında belirttiğimiz en iyi en kötü değerler alınarak çözümlenmiştir.

$$A^* = [(0,026; 0,032; 0,043)), (0,000; 0,000; 0,000), \dots, (0,013; 0,014; 0,014) ]$$

$$A^- = [(0,017; 0,019; 0,023), (0,000; 0,000; 0,000), \dots, (0,004; 0,006; 0,008) ]$$

Daha sonra bu değerler kullanılarak her bir alternatifi tüm kriterleri için BPIÇ ve BNIÇ'e olan uzaklıkları hesaplanır. Alternatif 1 tedarikçisi için Hizmetin Fiyatı (HF) kriteri BPIÇ ve BNIÇ hesaplama yöntemi örnek olarak aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

$$d(A_1, A^+) = \sqrt{\frac{1}{3} [(0,026 - 0,026)^2 + (0,032 - 0,032)^2 + (0,043 - 0,043)^2]} = 0,00$$

$$d(A_1, A^-) = \sqrt{\frac{1}{3} [(0,017 - 0,026)^2 + (0,019 - 0,032)^2 + (0,023 - 0,043)^2]} = 0,015$$

Her bir alternatif için tüm kriterler aynı şekilde uzaklıkları hesaplanmış ve bu sonuçlar Tablo 7.30. ve Tablo 7.31.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.30. Bulanık pozitif ideal çözüme uzaklıklar tablosu

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
<b>HF</b>	0,000	0,014	0,015	0,008
<b>HK</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>HKA</b>	0,026	0,000	0,004	0,013
<b>ES</b>	0,000	0,015	0,037	0,007
<b>TFY</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>TK</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>HD</b>	0,039	0,011	0,000	0,011
<b>HS</b>	0,031	0,017	0,024	0,000
<b>ÖK</b>	0,000	0,029	0,021	0,011
<b>ÇYS</b>	0,012	0,005	0,000	0,009
<b>YTS</b>	0,031	0,008	0,000	0,008
<b>YY</b>	0,022	0,005	0,000	0,007
<b>AYKÖ</b>	0,069	0,007	0,004	0,000
<b>ÇM</b>	0,039	0,000	0,043	0,024
<b>ÇY</b>	0,032	0,019	0,005	0,000
<b>YARGE</b>	0,058	0,008	0,005	0,000
<b>İSG</b>	0,063	0,034	0,000	0,013
<b>ÇH</b>	0,042	0,009	0,002	0,000
<b>PH</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>BA</b>	0,008	0,000	0,003	0,003

Tablo 7.31. Bulanık negatif ideal çözüme uzaklıklar tablosu

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
<b>HF</b>	0,015	0,001	0,000	0,007
<b>HK</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>HKA</b>	0,000	0,026	0,023	0,014
<b>ES</b>	0,037	0,022	0,000	0,029
<b>TFY</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>TK</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>HD</b>	0,000	0,027	0,039	0,027
<b>HS</b>	0,000	0,014	0,007	0,031
<b>ÖK</b>	0,029	0,000	0,008	0,018
<b>ÇYS</b>	0,000	0,008	0,012	0,004
<b>YTS</b>	0,000	0,022	0,031	0,022
<b>YY</b>	0,000	0,018	0,022	0,015
<b>AYKÖ</b>	0,000	0,062	0,065	0,069
<b>ÇM</b>	0,004	0,043	0,000	0,019
<b>ÇY</b>	0,000	0,013	0,028	0,032
<b>YARGE</b>	0,000	0,050	0,053	0,058
<b>İSG</b>	0,000	0,029	0,063	0,050
<b>ÇH</b>	0,000	0,033	0,041	0,042
<b>PH</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>BA</b>	0,000	0,008	0,005	0,005

Tablolarda belirtilen uzaklıklar Bulanık TOPSIS adımlarında yer alan Denklem 5.12 ve Denklem 5.13 formüller kullanılarak toplanılır ve alternatiflerin toplam ideal çözüme olan uzaklıkları Tablo 7.32.'de hesaplanmış olur.

Tablo 7.32. Toplam ideal çözüme olan uzaklıkları

Tedarikçiler	$d_i^*$	$d_i^-$
<b>Alternatif 1</b>	0,472	0,084
<b>Alternatif 2</b>	0,180	0,378
<b>Alternatif 3</b>	0,161	0,396
<b>Alternatif 4</b>	0,113	0,445


Bulanık TOPSIS yöntemi son adımında yer alan uygun tedarikçi seçimi için (Denklem 5.15) formülasyonu kullanılarak alternatiflerin yakınlık katsayıları ( $CC_i$ ) hesaplanmalıdır, Tablo 7.33.'de alternatifler yakınlık katsayıları değerleri yer almaktadır.

Örnek olarak Alternatif 1 için yakınlık katsayısı şu şekilde hesaplanmıştır.

$$CC_{A1} = 0,084 / (0,084 + 0,472) = 0,151$$

Tablo 7.33. Alternatif değerleri

Tedarikçiler	$C_{ci}$	Sıra
<b>Alternatif 1</b>	0,151	4
<b>Alternatif 2</b>	0,678	3
<b>Alternatif 3</b>	0,711	2
<b>Alternatif 4</b>	0,797	1

EN İYİ 

Tablo 7.33.'de hesaplanan Bulanık TOPSIS sonuçlarına göre, en yüksek ağırlığı (0.797) olarak bulunan temizlik firması olarak belirlenen Alternatif 4'ün en iyi seçim olduğu görülmektedir. Bunu, sırasıyla Alternatif 3, Alternatif 2 ve Alternatif 1 takip etmektedir.



### 7.3.1. Bulanık TOPSIS duyarlılık analizi

Değişen zaman koşullarına göre tedarikçiler için değerlendirilen kriterlerde değişiklikler meydana gelebilmektedir. Bu değişikliklere problemin çözümüne farklı uzman kişilerin katılması, zamana bağlı kriterlerin önceliklerinin değişmesi gibi durumlar neden olabilir. Bulanık AHP yönteminde uyguladığımız 3 farklı senaryoyu Bulanık TOPSIS yöntemi için de bu bölümde uygulanacaktır. Senaryolara göre çözümdeki değişiklik Şekil 7.2.'de gösterilmiştir.

**1.Senaryo:** Ekonomik ana kriterinin alt kriterlerinde eşit ve sıfır çıkan ağırlık değerlerinin, daha farklı uzman kişilere sorulduğunda ya da zamanla değişeceği düşünüldüğünde farklı ağırlıklar verilerek duyarlılık analizi yapılmıştır. En yüksek kriter Hizmetin Kalitesi (HKA) ardından Hizmetin Fiyatı (HF)'ye verilmiştir. Kriter değerlerine göre Bulanık TOPSIS'de kullanılacak 'Yeni Kriter Genel Ağırlıkları' değeri Tablo 7.34.'de gösterilmiştir. Bu değerler için Bulanık TOPSIS adımları Excel'de uygulanmıştır. Verilen yeni ağırlıklar için alternatif sıralanması Tablo 7.35.'deki gibidir.

Tablo 7.34. Ekonomik ana kriteri alt kriterlerine göre hesaplanan yeni kriter genel ağırlıkları

<b>Eski Değerler</b>	<b>0,11</b>	<b>0,00</b>	<b>0,15</b>	<b>0,21</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,20</b>	<b>0,18</b>	<b>0,14</b>
<b>Yeni Ağırlık Vektörler</b>	<b>0,20</b>	<b>0,10</b>	<b>0,25</b>	<b>0,10</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,15</b>	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>
<b>Yeni Kriter Genel Ağırlıkları</b>	<b>0,08</b>	<b>0,04</b>	<b>0,10</b>	<b>0,04</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>

Tablo 7.35.'e göre Mevcut ve 1. Senaryoda hesaplanan Bulanık TOPSIS değerleri karşılaştırıldığında Alternatif 4 yine birinci sırada çıkarak seçilmesi gereken en iyi tedarikçi olmuştur, sırasıyla Alternatif 3, Alternatif 2 ve Alternatif 1 takip etmiştir.

Tablo 7.35. Birinci senaryo duyarlılık analizi için alternatiflere yakınlık katsayıları

<b>Tedarikçiler</b>	<b>Cci</b>	<b>Sıra</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,108	4
<b>Alternatif 2</b>	0,714	3
<b>Alternatif 3</b>	0,753	2
<b>Alternatif 4</b>	0,776	1

← EN İYİ

**2.Senaryo:** Günümüzde giderek önem kazanan yeşil tedarikçi konusu düşünüldüğünde yeni senaryoya göre hesaplanan ve değişecek alt kriter ağırlıkları Çevresel ana kriterine aittir. Burada da tedarikçi seçiminde çevreselci bakış açısına sahip olmayan bir değerlendirme yapılarak alt kriter ağırlıkları değiştirilerek Bulanık AHP sonuçları hesaplanmıştır. En yüksek ağırlık Çevresel Maliyet (ÇM) kriterine verilirken diğer kriter ağırlıkları buna göre şekillenmiştir. Verilen yeni ağırlıklara göre kriter değerleri için Bulanık TOPSIS’de kullanılacak ‘Yeni Kriter Genel Ağırlıkları’ değeri Tablo 7.36.’da gösterilmiştir. Verilen yeni ağırlıklar için alternatiflerin sıralanması Tablo 7.37.’deki gibidir.

Tablo 7.36. Çevresel ana kriteri alt kriterlerine göre hesaplanan yeni kriter genel ağırlıkları

<b>Eski Değerler</b>	<b>0,06</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>0,24</b>	<b>0,19</b>	<b>0,16</b>	<b>0,17</b>	<b>0,06</b>	<b>0,10</b>
<b>Yeni Ağırlık Vektörler</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,16</b>	<b>0,37</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>
<b>Yeni Kriter Genel Ağırlıkları</b>	<b>0,023</b>	<b>0,027</b>	<b>0,027</b>	<b>0,072</b>	<b>0,167</b>	<b>0,068</b>	<b>0,068</b>	<b>0,023</b>	<b>0,027</b>

Tablo 7.37.’deki 2. Senaryo değerleri mevcut Bulanık TOPSIS değerleri ile kıyaslandığında Alternatif 4 yine birinciliği korurken, sırasıyla Alternatif 2 Alternatif 3’ün önüne geçmiş ve ikinci sıraya yükselmiştir. Son sırada yine Alternatif 1 gelmiştir.

Tablo 7.37. İkinci senaryo duyarlılık analizi için alternatiflere yakınlık katsayıları

<b>Tedarikçiler</b>	<b>Cci</b>	<b>Sıra</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,161	4
<b>Alternatif 2</b>	0,688	2
<b>Alternatif 3</b>	0,637	3
<b>Alternatif 4</b>	0,764	1

← EN İYİ

**3.Senaryo:** Burada alt kriterlerin ağırlıklarında hiçbir değişiklik yapılmamış, ana kriterlerin ağırlıklarına yeni değerler verilerek Bulanık AHP sonucuna ulaşılmıştır. Sosyal ana kriterine ait ağırlığında çok değişiklik yapılmadan, Ekonomik ve Çevresel ana kriterlerinin ağırlıklarında öncelik tam ters yönde olacak şekilde yüksek ve birbirine yakın değerler verilerek oynamalar yapılmış ve sonuç Tablo 7.38.’de hesaplanmıştır.

Tablo 7.38. Üçüncü senaryo için kullanılacak Bulanık AHP'den gelen yeni ağırlıklar

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Mevcut Ana Kriter Önem Ağırlık	Yeni Ana Kriter Önem Ağırlık	Alt Kriter Önem Ağırlık	Yeni Kriter Genel Ağırlık
<b>EKONOMİK</b>	HF			0,11	0,0493
	HK			0,00	0,0000
	HKA			0,15	0,0684
	ES			0,21	0,0939
	TFY	<b>0,39</b>	<b>0,45</b>	0,00	0,0000
	TK			0,00	0,0000
	HD			0,20	0,0919
	HS			0,18	0,0823
	ÖK			0,14	0,0642
<b>ÇEVRESEL</b>	ÇYS			0,06	0,0228
	YTS			0,10	0,0406
	YY			0,08	0,0313
	AYKÖ	<b>0,45</b>	<b>0,40</b>	0,24	0,0977
	ÇM			0,19	0,0771
	ÇY			0,16	0,0633
	YARGE			0,17	0,0672
<b>SOSYAL</b>	İSG			0,51	0,0767
	ÇH	<b>0,16</b>	<b>0,15</b>	0,40	0,0597
	PH			0,00	0,0000
	BA			0,09	0,0136

Tablo 7.39.'daki 3. Senaryo ve mevcut Bulanık TOPSIS değerleri ile kıyaslandığında Alternatif 4 yine en iyi tedarikçi olarak birinci sıralamada kalmış ve sırasıyla Alternatif 3, Alternatif 2 ve Alternatif 1 gelmiştir.

Tablo 7.39. Üçüncü senaryo duyarlılık analizi için alternatiflere yakınlık katsayıları

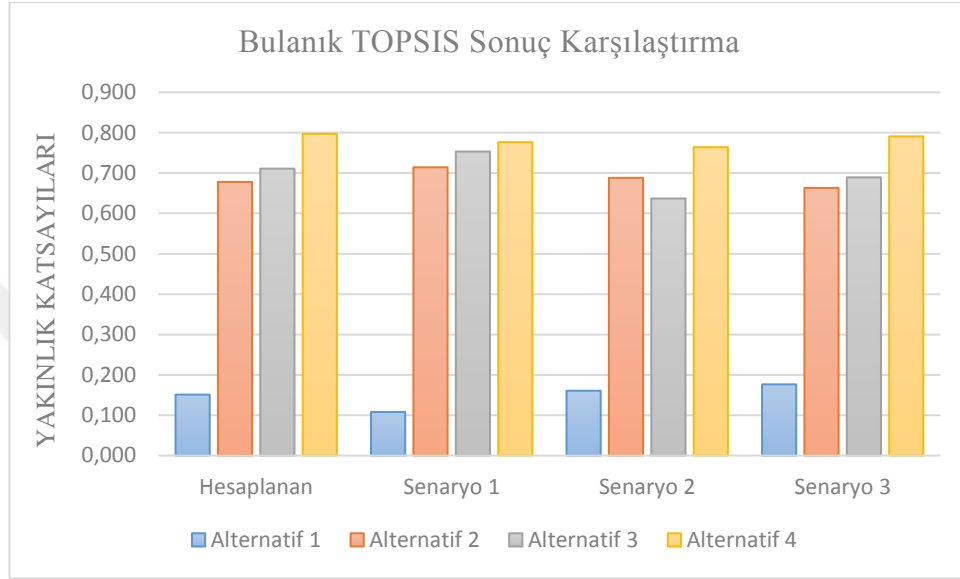
Tedarikçiler	Cci	Sıra
<b>Alternatif 1</b>	0,176	4
<b>Alternatif 2</b>	0,663	3
<b>Alternatif 3</b>	0,689	2
<b>Alternatif 4</b>	0,791	1

← EN İYİ

Şekil 7.2.'de görüldüğü gibi Bulanık TOPSIS değerleri duyarlılık analizi sonuçlarına göre değişiklik göstermektedir. Hesaplanan ve 3. Senaryodaki sonuçlara göre sıralamalar eşit ve en iyi tedarikçi olarak Alternatif 4 seçilmesi gerekirken, 1. Senaryoda Alternatif 3 Alternatif 4'e çok fazla yaklaşarak birinci tedarikçi olma ihtimalini zorlamış, 2. Senaryoda ise Çevresel kritere bağlı alt kriter değişikliği

kaynaklı Alternatif 2 Alternatif 3'ün önüne geçerek ikinci sıralamaya yükselmiş ve Alternatif 4'ün birinciliğini zorlamaya başlamıştır.

Sonuç olarak her zaman Alternatif 1 son seçenek olurken, birinci tercih olarak her zaman ilke sıraya Alternatif 4 geçmektedir.



Şekil 7.2. Bulanık TOPSIS duyarlılık analiz sonuçları

## **BÖLÜM 8. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Kamu kurumlarında mal ve hizmet alımında faydalanılan 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu ile yapılan seçimlerde fiyat dışı unsurlar dikkate alınsa da genellikle fiyatı minimum veren isterler üzerinde teklif bırakılır ve seçim bu yönde yapılır. Bu yöntemle seçilen firmaların başlangıçta verdiği sözleri tutmamasına, istenilen kalitede bir iş çıkarılmamasına, hatta günümüzde giderek önem kazanan yeşil tedarikçi kriterini sağlayamama gibi dezavantajlarla karşılaşmamıza neden olabilmektedir.

Günümüzde ister kamu isterse özel sektörler olsun her firma için tedarikçi seçimi önem kazanmaktadır. Firmaların hedefleri doğrultusunda seçim yaptıkları tedarikçilerle uzun süre ilerleyecekleri ve bu yolda karşılıklı kazan-kazan ilişkisinin de olduğu aşikardır.

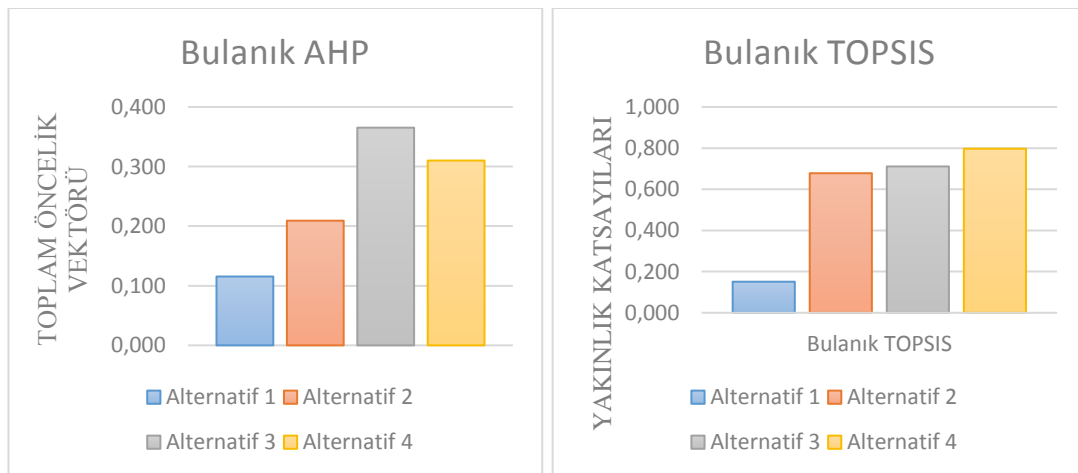
Tedarikçi seçim problemleriyle ilgili literatüre bakıldığında birçok farklı çalışmayla karşılaşmaktayız. Tedarikçi seçim problemi denildiğinde aklımıza birden fazla alternatif ve bu alternatifleri eleyebilmemiz için gerekli birden fazla kriter/ölçüt gelmektedir. Bu problemlerinde çözümü için kullanılan yöntemler ÇKKV teknikleridir. Sıklıkla karşılaştığımız ÇKKV yöntemleri arasında AHP, TOPSIS, Electre gibi çözümler mevcuttur.

ÇKKV yöntemlerinde karar verici, karar verme konusunda tutarsızlığa sürükleyen durumların olduğu ve sayılarla bu karşılaştırmaları kolayca yapamadığı çalışmalarla açıklanmıştır. Nasıl her birimiz günlük hayatımızda bilinçli veya bilinçsiz olarak kararlar veriyoruz ve aslında bu kararları verirken çok iyi, iyi gibi dilsel ifadeleri kullanıyoruz.

Bulanık üçgensel sayılarla ifade ettiğimiz dilsel ifadelerin kullanıldığı ve tutarsızlıkları önleyen Bulanık ÇKKV tekniklerine ihtiyaç duyulmuş ve bu yöntemler sayesinde çalışmalar daha doğru ilerlemeye başlamıştır.

Bu bilgiler ışığında çalışmamızda bir kamu firmasının Su ve Kanal İdaresinin hizmet alımında ihtiyacı üzerine açtığı ihaleye başvuru yapan ve değerlendirilen firmalar arasında Tedarikçi Seçim problemi ele alınmıştır. Kamu ihalelerinde kullanılan 4734 sayılı kanunun eksik kaldığı yönler bilindiğinden Bulanık ÇKKV yöntemlerinden Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS teknikleri kullanılarak tedarikçi seçimi konusunda karar verilmeye çalışılmıştır.

Probleme Ekonomik, Çevresel ve Sosyal olarak ele alınan 3 ana kriter ve 20 alt kriterin olduğu toplam 23 kriter kullanılarak en uygun tedarikçi belirlenmeye çalışılmıştır. Bulanık AHP yönteminde her bir kriter ve alternatifler kıyaslanarak ağırlıklar belirlenmiş ve tedarikçilerin ağırlıkları bulunmuştur. Bulanık TOPSIS yönteminde ise Bulanık AHP metoduyla entegre olarak, belirlenen kriter ağırlıklarını kullanarak alternatifler arasında en uygun tedarikçi belirlenmiş ve sıralanmıştır. Bu metotların çözüm yönteminde MS EXCEL uygulamasından yararlanılmıştır.



Şekil 8.1. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Sonuçları

Çalışma sonucunda yukarıdaki Şekil 8.1.'de gözüktüğü gibi temizlik tedarikçisi uygunluk sıralaması Bulanık AHP için en yüksek ağırlık (0,365) ile Alternatif 3

hesaplanırken, sırasıyla Alternatif 3 > Alternatif 4 > Alternatif 2 > Alternatif 1 olarak hesaplanmıştır.

Bulanık TOPSIS için en iyi tedarikçi (0,797) değeriyle Alternatif 4 olurken sıralama ise Alternatif 4 > Alternatif 3 > Alternatif 2 > Alternatif 1 şeklinde hesaplanmıştır. Bu sıralamalarda kriterlerin farklı değerlendirildiği, zamanla değişeceği düşünüleceğinden duyarlılık analizi 3 farklı senaryo Bulanık AHP için uygulanmış, alternatifler birinci sıraya yükselmek için öncelik ağırlıkları artsa da sadece 2.Senaryo'da Alternatif 4 Alternatif 3'ün önüne geçmiştir. Aynı senaryolar Bulanık TOPSIS için de uygulanmış, Alternatif 1 her zaman son sırada yerini alırken Alternatif 4 her zaman birinci sırada kalmıştır. Diğer alternatifler çok küçük değerlerle birbirinin önüne geçmeye çalışsa da birinci sıraya yükselememiştir. 1. Senaryo'da Alternatif 3 Alternatif 4'e çok yaklaşmış %8 ile yine ikinci sırada kalmıştır.

İhale sonucunda Alternatif 1 seçilmiştir fakat tüm kriterler değerlendirildiğinde ve Bulanık AHP Bulanık TOPSIS yöntemi kullanıldığında aslında tercih edilmesi gereken firmanın Alternatif 1 olmaması, tüm yöntemlerde son sırada çıkarak da bunu göstermektedir.

Yapılan çalışma kamu ihalesi için çıkılan ilanlarda tedarikçileri seçerken kullanılabilirse oldukça faydalı olacağı düşünülmektedir. Halihazırda çıkılan ihalelerde kullanılan yöntemlerde sadece fiyat unsurunun dikkate alınmadığı ifade edilse de çoğunlukla ihaleler en ucuz teklif veren tedarikçi firma üzerinde bırakılmaktadır. Bu ilerleyen zamanlarda yapılan hizmet üzerinde fiyat kaynaklı kalitesiz işçiliğe neden olabilmektedir. Ayrıca diğer tedarikçi seçiminde önemli olabilecek kriterler de yeterince karşılanmamaktadır. Bunun önüne geçebilmek adına alternatifleri değerlendirmek için yaygın kullanılan ÇKKV yoluyla seçim yapmak hem fiyat dışı tüm unsurları hem de günümüzde yaygınlaşan yeşil tedarikçi kriterlerini de dikkate alarak tedarikçi firmaları daha isabetli değerlendirme imkanı sağlamaktadır. Son zamanlarda oldukça yaygın kullanılan ÇKKV yöntemleri tedarikçi seçimini daha da kolaylaştırmaktadır.

Klasik ÇKKV yöntemleri yerine Bulanık ÇKKV yöntemlerinin kullanılmasının nedeni ise kriterleri ve alternatifleri değerlendirmede sağladığı kolaylıktır. Komisyon yetkililerine kafa karışıklığı yaşamadan tedarikçileri değerlendirebilme imkanı sunmaktadır. Bulanık ÇKKV yöntemleri sayesinde kriter ve alternatifleri değerlendirirken net sayısal ifadeler yerine dilsel ifadeleri kullanmak karar vericilere oldukça kolaylık sağlamaktadır. Bu metod mevcut ihale seçim yöntemine alternatif bir tedarikçi seçim yöntemi sunmaktadır.





## KAYNAKÇA

- Akay, Ö., Pehlivan, N. Y. 2018. Cep telefonu seçiminin bulanık analitik hiyerarşi süreci ve bulanık analitik ağ süreci ile belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 40: 161-175.
- Akman, G., Alkan, A. 2006. Tedarik zinciri yönetiminde bulanık ahp yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: otomotiv yan sanayiinde bir uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9: 23-46.
- Akyüz, G. 2012. Bulanık VIKOR yöntemi ile tedarikçi seçimi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 26(1): 197 - 215
- Ardalı, Z. 2020. Bulanık AHP ve bulanık aksiyomatik tasarım ile yeşil tedarikçi seçimi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Aydın, B. 2018. Bulanık AHP yöntemi ile yenilikçi projelerin önceliklendirilmesi. Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Aydın, Y., Eren, T. 2018. Hava savunma sanayii alt yüklenici seçiminde bulanık mantık altında çok kriterli karar verme ve hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. Journal of Aviation, 2(1): 10-30.
- Balbaş, O., Turan, E. 2019. Tersanelerde inşa edilecek gemi tipinin belirlenmesinde bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin uygulanması. Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi, 215: 93-111.
- Bedir, N., Eren, T. 2015. AHP-PROMETHEE yöntemleri entegrasyonu ile personel seçim problemi: perakende sektöründe bir uygulama. Social Sciences Research Journal, 4(4): 46-58
- Benyoucef , L., Ding, H., Xie, X. 2003. Supplier Selection Problem : Selection Criteria and Methods. INRIA, 5.
- Büyüközkan, G. 2012. An integrated fuzzy multi-criteria group decision-making approach for green supplier evaluation. International Journal of Production Research, 50(11): 2892-2909.
- Chang, D.-Y. 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European Journal of Operational Research, 95(3): 649-655.

- Chen, C.-T. 2000. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114: 1-9.
- Chen, C. T., Lin, C. T., Huang, S. F. 2006. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 102: 286-301.
- Chen, S.-M. 1996. Evaluating weapon systems using fuzzy arithmetic operations. *Fuzzy Sets and System*, 77: 265-279.
- Cheraghi, S. H., Dadashzadeh, M., Subramanian, M. 2004. Critical success factors for supplier selection: an update. *Journal of Applied Business Research*, 20(2): 91-108.
- Çalık, A. 2018. Bulanık çok-amaçlı doğrusal programlama ve aralık tip-2 bulanık AHP yöntemi ile yeşil tedarikçi seçimi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 39: 96-109.
- Çelik, C., Alkan, A., Aladağ, Z. 2016. Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada tedarikçi seçimi: ahp-bulanık AHP ve TOPSIS uygulaması. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1): 43 – 83.
- Çınar, N. T. 2010. Kuruluş yeri seçiminde bulanık TOPSIS yöntemi ve bankacılık sektöründe bir uygulama. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 12(18): 37-45.
- Değermenci , A., Ayvaz, B. 2016. Bulanık ortamda TOPSIS yöntemi ile personel seçimi: katılım bankacılığı sektöründe bir uygulama. *İstanbul Commerce University Journal of Science*, 15(30): 77-93.
- Denizhan, B., Yalçiner, A. Y., 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.
- Dickson, G. 1966. An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing*, 5-17.
- Doğanalp, B. 2016. Bulanık çok kriterli karar verme ile öğretim üyesi değerlendirme çalışması. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12: 498-517.
- Dündar, S., Ecer, F., Özdemir, Ş. 2007. Fuzzy TOPSIS yöntemi ile sanal mağazaların web sitelerinin değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1): 287-305.
- Ecer, F. 2007. Bulanık ortamlarda mağaza kuruluş yerlerinin değerlendirilmesi: bir karar verme aracı olarak bulanık TOPSIS yöntemi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(1): 143-170.

- Ecer, F. 2007. Üyelik fonksiyonu olarak üçgensel bulanık sayılar mı yamuk bulanık sayılar mı?. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9(2): 161 - 180.
- Erbaş, A. 2012. Kamu idarelerinin mal alımı ihalelerinde en uygun tedarikçinin analitik hiyerarşi proses yaklaşımı ile belirlenmesi. *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 165-182.
- Erdoğan, K. N. 2018. Bankacılık sektöründe bulanık analitik hiyerarşi prosesi ve bulanık TOPSIS ile finansal performans değerlendirilmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Eren, T., Gür, S. 2017. Online alışveriş siteleri için AHP ve TOPSIS yöntemleri ile 3PL firma seçimi. GÜR2 Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10(2): 819 - 834
- Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu, N. 2007. Fuzzy TOPSIS Method for Academic Member Selection in Engineering Faculty. In: *Innovations in E-learning, Instruction Technology, Assessment and Engineering Education*. Denizli: Springer, 151 - 156.
- Güler, E., Avcı, S., Alkan, A., Aladağ, Z. 2018. Ar-Ge projelerinin seçim sürecinde bulanık topsis yaklaşımı: bir üretim işletmesi örneği. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 1-11.
- Güner, H. 2005. Bulanık AHP ve bir işletme için tedarikçi seçimi problemine uygulanması. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Güner, H., Mutlu, Ö. 2005. Bulanık AHP ile tedarikçi seçim problemi ve bir uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi, 473-477.
- Hana, H., Trimi, S. 2018. A Fuzzy TOPSIS method for performance evaluation of reverse logistics in social commerce platforms. *Expert Systems With Applications*, 103: 133-145.
- Ho, W., Xu, X., Dey, P. K. 2010. Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 16 - 24.
- Hwang, C. L., Yoon, K. 1981. Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications A State of the Art Survey. In: Springer. NewYork: Springer-Verlag, 58-191.
- İlhan, İ. 2013. Türkiye’de belediyeler ve şirketleri arasındaki ihale ilişkileri üzerine bir araştırma. *Sayıştay Dergisi*, Ocak - Mart, 5-25.

- Jazemi, R., Ghodsypour, S. H., Gheidar-Kheljani, J. 2011. Considering supply chain benefit in supplier selection problem by using information sharing benefits. *IEEE Transactions On Industrial Informatics*, 7(3): 517–526.
- Kahraman, C. 2008. *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making: Theory and Applications with Recent Developments*. Springer, 16: 1-18.
- Kahraman, C., Cebeci, U., Ulukan, Z. 2003. Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics Information Management*, 16(6): 382-394.
- Kannan, D., Jabbour , A. B. L. d. S., Jabbour , C. J. C. 2014. Selecting green suppliers based on GSCM practices: Using fuzzy TOPSIS applied to a Brazilian electronics company. *European Journal of Operational Research*, 233(2): 432-447.
- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Işık, E., Yılmaz , E. 2016. Performans değerlemesinde DEMATEL ve bulanık TOPSIS uygulaması. *Ege Akademik Bakış*, 16(1): 49-64.
- Karabayır, A. N. 2018. Bulanık AHP - bulanık TOPSIS yöntemleri entegrasyonu ile tedarikçi seçim problemi ve uygulama. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi .
- Karabıçak, Ç., Özcan, B., Kocabaş Akay, M. 2020. Bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemi kullanılarak bir otomotiv yan sanayi firmasında tedarikçi seçimi. *Veri Bilim Dergisi*, 3(1): 26-32.
- Karakış, E. 2019. Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS ile bütünleşik karar destek modeli önerisi: özel okullarda öğretmen seçimi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 53: 112-137.
- Karaoğlan, S. 2016. DEMATEL ve VIKOR yöntemleriyle dış kaynak seçimi: otel işletmesi örneği. *Akademik Bakış Dergisi*, 55: 9-24.
- Kargı Arıkan, V. S. 2016. Supplier selection for a textile company using the fuzzy topsis method. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(3): 789-803.
- Karimi, A.R., Mehrdadi, N., Hashemian, S.J., Nabi, R., Tavakkoli-Moghaddam, R. 2011. Using of the fuzzy TOPSIS and fuzzy AHP methods for wastewater treatment process selection. *International Journal Of Academic Research*, 3(1): 737-745.
- Kaya, İ., Kılınç, M. S., Çevikcan, E. 2007. Makine-tehizat seçim probleminde bulanık karar verme süreci. *Mühendis ve Makina*, 49(576): 8-14.
- Kiraz, A., Gençer, N., Taş, M., Teke, Ç. 2018. Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemleri ile sakarya ilinin yatırım öncelikli sektörlerinin belirlenmesi. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1): 53-66.

- Koca, G., Taşer, A. 2018. Doğru müşteri finansmanında bulanık TOPSIS metodu. *Sakarya İktisat Dergisi*, 3(4): 1-43.
- Koç, E. 2020. Alternatif tedarikçilerin bulanık TOPSIS yöntemi ile karşılaştırılması: Hazır beton sektöründe bir uygulama. *İşletme ve Yönetim Bilimler Dergisi*, 1(1): 128-146.
- Kuo, R., Chi, S., Kao, S. 1997. A decision support system for locating convenience store through fuzzy AHP. *Computers & Industrial Engineering*, 37: 323-326.
- Laarhoven, P. V., Pedrycz, W. 1983. A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11(1-3): 229-241.
- Mahmoodzadeh, S. J., Shahrabi, Pariazar, M., Zaeri, M. 2007. Project selection by using fuzzy AHP and TOPSIS technique. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 30: 333-338.
- Memaria, A., Dargi, A., Jokar, M. R. A., Ahmad, R., Rahim, Abd. 2019. Sustainable supplier selection: A multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS method. *Journal of Manufacturing Systems*, 50: 9-24.
- Muralidharan C., Anantharaman. N., Deshmukh, SG. 2001. Vendor rating in purchasing scenario: A confidence interval approach. *International Journal of Operations & Production Management*, 1305 - 1325.
- Ofluoğlu, P., Miran, B. 2014. Bulanık mantık yöntemiyle en iyi tedarikçi seçimi sorunu: Türkiye'deki hazır giyim firmalarına yönelik bir uygulama çalışması. *Tekstil ve Mühendis*, 1-9.
- Onat, A. 2020. Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi: perakende sektöründe bir uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Onat, A., Kaçtıoğlu, S. 2019. Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi: Perakende sektöründe bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19(37): 65-79.
- Ouma, Y. O., Opudo, J., Nyambenya, S. 2015. Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS for road pavement maintenance prioritization: methodological exposition and case study. *Advances in Civil Engineering*, 1-17.
- Özçakar, N., Demir, H. H. 2011. Bulanık TOPSIS yöntemiyle tedarikçi seçimi. *İstanbul Management Journal*, 22(69): 25-44.
- Özdağoğlu, A., Özdağoğlu, G. 2007. Comparison of AHP and fuzzy AHP for the multicriteria decision making processes with linguistic evaluations. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11: 65-85.

- Özdemir, A. İ., Seçme, N. Y. 2010. İki aşamalı stratejik tedarikçi seçiminin bulanık topsis yöntemi ile analizi. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11(26).
- Özdemir, Ü. 2015. Çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak gemiler için uygun yük seçiminin analizi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Özen, M. 2020. Covid-19 salgını ortamında otomotiv yan sanayi sektöründe tedarikçi seçiminde AHP, bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yaklaşımı. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi .
- Özen, M., Borat, O. 2020. Otomotiv yan sanayi sektöründe tedarikçi seçiminde AHP, bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yaklaşımı. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 19(38): 152 - 171
- Özkan, G. 2013. Bulanık TOPSIS ve AHP yöntemlerinin karşılaştırılmasına yönelik hayvancılık alanında bir uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Özsarı, M. 2019. Tarım işlerinin kazaya sebep olan etmenler bağlamında bulanık AHS ve bulanık TOPSIS yöntemleri ile karşılaştırılması: Bir örnek uygulama. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi .
- Öztürk, B. A., Başkaya, Z. 2012. Bulanık analitik hiyerarşi süreci ile bir ekmek fabrikasında un tedarikçisinin seçimi. Business and Economics Research Journal, 3(1): 131-159.
- Pala, O. 2016. Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ve meslek seçiminde uygulanması. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 18(3): 427-445.
- Saaty, T. L. 1990. How to make a decision: The analytic hierarchy process. European Journal of Operational Research, 48(1): 9-26.
- Salih, M. M., Zaidan, B., Zaidan, A., Ahmed, M. A. 2019. Survey on fuzzy TOPSIS state-of-the-art between 2007 and 2017. Computers and Operations Research, 207-227.
- Seçme, Y. N., Özdemir, A. İ. 2008. Bulanık analitik hiyerarşi yöntemi ile çok kriterli stratejik tedarikçi seçimi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 22(2): 175-191.
- Singh, N., Singh, D., Tyagi, K. 2020. ranking of services for reliability estimation of soa system using fuzzy TOPSIS method. International Journal of Innovative Business Strategies (IJIBS), 6(1): 419-424.

- Söyleyici, A. O. 2020. Perakende sektöründe tedarikçi seçimi ve Denizli ilinde bir uygulama. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi .
- Supçiller, A. A., Deligöz, K. 2018. Tedarikçi seçimi probleminin çok kriterli karar verme yöntemleriyle uzlaşık çözümü. *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 355 - 368.
- Şen, Z. 2001. Bulanık Mantık ve Modelleme İkeleri. İstanbul: İTÜ İnşaat Fakültesi, Bilge Sanat Yapım Yayınları.
- Şiker, S. 2016. Çok kriterli karar verme yöntemleri ile tedarikçi seçimi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Yönetimi Bölümü, Tezsiz Yüksek Lisans Projesi.
- Tayyar, N., Arslan, P. 2013. Hazır giyim sektöründe en iyi fason işletme seçimi için AHP ve VIKOR yöntemlerinin kullanılması. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1): 340-358
- Tekez, E. K., Bark, N. 2016. Mobilya sektöründe bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 20(1): 55-63.
- Urfalıoğlu, F., Genç, T. 2013. Çok kriterli karar verme teknikleri ile Türkiye'nin ekonomik performansının Avrupa Birliği üye ülkeleri ile karşılaştırılması. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi*, 329-360.
- Ülker, S. N. 2019. İnsan kaynaklarında bulanık ahp destekli yetenek yönetimi ile liderlerin belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ünal, Z., Güven, S., İpekçi, Ç. E. 2019. Otel işletmelerinin tedarikçi seçiminde bulanık AHP ile ağırlıklandırılmış hedef programlama uygulaması. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(1): 188-204.
- Unver, C. 2010. Tedarikçi seçiminde bulanık AHP yaklaşımı ve bir uygulama. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Weber, C., Current, J., Benton, W. 1991. Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, 2-18.
- Yacan, İ. 2016. Eğitim kalitesinin belirlenmesinde etkili olan faktörlerin bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Yazırdağ, M. 2018. Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemleri ile tedarik sistemi: jandarma genel komutanlığında bir uygulama. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

- Yıldırım, B. F., Timor, M. 2019. Bulanık ve Gri COPRAS yöntemleri kullanılarak tedarikçi seçim modeli geliştirilmesi. *Optimum Journal of Economics and Management Sciences*, 6(2): 283-310.
- Yıldız, A., Demir, Y. 2019. Bulanık TOPSIS yöntemiyle Türkiye'nin yerli otomobili için en uygun fabrika yerinin seçimi. *Business And Management Studies An International Journal*, 7(4): 1427-1445.
- Yuen, F. 2014. Fuzzy cognitive network process: comparisons with fuzzy analytic hierarchy process in new product development strategy. *IEEE Transactions On Fuzzy Systems*, 22(3): 597 - 610
- Zhu, K., Jing, Y., Chang, D. 1999. A discussion of extent analysis method and applications of fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 116(2): 450-456.

