

T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEDARİKÇİ SEÇİM PROBLEMİNİN BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR
VERME VE HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ İLE ÇÖZÜMÜ:
SAVUNMA SANAYİNDE BİR UYGULAMA

Yunus AYDIN

AĞUSTOS 2017

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yunus AYDIN tarafından hazırlanan TEDARİKÇİ SEÇİM PROBLEMİNİN BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME VE HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ İLE ÇÖZÜMÜ: SAVUNMA SANAYİİNDE BİR UYGULAMA adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Burak BİRGÖREN
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin Yüksek Lisans Tezi olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Doç. Dr. Tamer EREN
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. Ümit Sami SAKALLI _____
Üye (Danışman) : Doç.Dr. Tamer EREN _____
Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Emin BAYSAL _____

21/08/2017

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

TEDARİKÇİ SEÇİM PROBLEMİNİN BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME VE HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ İLE ÇÖZÜMÜ: SAVUNMA SANAYİNDE BİR UYGULAMA

AYDIN, Yunus

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Tamer EREN

Ağustos 2017, 130 sayfa

Tedarikçi seçimi bir satın alma departmanın en önemli işlevlerinden biridir. Bunun yanında sonuçları itibariyle şirketin teslimat ve kalite performansını da etkilemesi nedeniyle tedarikçi seçimi, şirketler için stratejik bir öneme de sahiptir. Bu süreç en basit haliyle; alternatif tedarikçilerin belirlenmesi, belirlenen kriterlere göre değerlendirilmesi ve tedarikçinin seçilerek sözleşme imzalanması şeklinde özetlenebilir. Bu konu, her ne kadar diğer kalemler kadar göz önünde olmasa da, şirketlerin kaynak ayırdığı ve yatırım yaptığı alanlar arasında son yıllarda yükselen bir trende sahiptir. Bunun sebebi, kurumsal şirketlerin tedarikçi seçimi ve yönetiminin önemini farkına varmaları, bu sayede ülke ekonomisine ve kendi finansal güçlerine güç kattıkları gerçeğini görmüş olmalarıdır. Tedarikçi seçimlerini doğru yapan işletmeler pek çok alanda tasarruf sağlayıp, pazarda rekabet avantajı da elde edebilirler. Ancak bu seçimin teoriden pratiğe aktarılması çoklu çelişen kriterler ve kesin olmayan parametreler dolayısıyla oldukça karmaşık bir hale gelebilir. Tüm bu nedenlerden dolayı, yaygın olarak kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP, TOPSIS, ANP, ELECTRE, VIKOR, PROMETHEE, Hedef Programlama ve bulanık algoritmalar bu tarz tedarikçi seçimi problemleri için

uygun bir yaklaşıml olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, ülkemiz savunma sanayisinde kritik bileşenler için en iyi tedarikçinin seçilmesi maksadıyla, seçilen kriterlere göre en iyi tedarikçi belirleyen bir AHP-TOPSIS, Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS ve Bulanık AHP - Hedef Programlama olmak üzere karma yöntemler üzerinde durulmuş; kalite, maliyet, teslimat, makina parkuru ve teknik yeterlilik kriterleri doğrultusunda bir seçim yapılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Savunma Sanayi, Tedarikçi Seçim Problemi, AHP, TOPSIS, Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS, Hedef Programlama.



ABSTRACT

SOLUTION OF SUPPLIER SELECTION PROBLEM WITH FUZZY MULTI- CRITERIA DECISION MAKING AND GOAL PROGRAMMING METHODOLOGIES: AN IMPLEMENTATION IN DEFENSE INDUSTRY

AYDIN, Yunus

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, Master Science Thesis

Supervisor: Associate Prof. Dr. Tamer EREN

August 2017, 130 Pages

Supplier selection is one of the most important functions of a purchasing department. However, supplier selection also has a strategic precaution for companies as it also affects the delivery and quality performance of the company as a result. To describe this process in a simple way, we can define the steps as selection of alternative suppliers, evaluation according to criteria determined, and contract signing by selecting the supplier. This is a trend that has risen in recent years among the areas companies have invested in, though not as much as the others. This is why institutional companies have to recognize the importance of supplier selection and management, and have seen the fact that they are strengthening the country's economy and their financial strength. Businesses that make supplier choices right can save a lot of money and get competitive advantage in the market. However, the transfer of this choice in theory to practice may become quite complicated due to multi criteria decision making and uncertain parameters. For all these reasons, the the most widely used multi criteria decision making methods, AHP, TOPSIS, ANP, ELECTRE, VIKOR, PROMETHEE and Goal Programming, are considered as a suitable approach for such supplier selection problems. In this study, it is focused on AHP-TOPSIS, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS and Fuzzy AHP-Goal Programming

hybrid methods that determine the best supplier according to selected criterias, such as quality, cost, delivery, machine park and technical competence, in order to select the best supplier for critical components, which are very important sub-components for the defense industry.

Key Words: Defence Industry, Supplier Selection Problem, AHP, TOPSIS, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS, Goal Programming



TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması esnasında hiçbir yardımcı esirgemeyerek bizlere büyük destek olan ve her türlü imkanı sunan, tez yöneticisi hocam, Doç. Dr. Sn. Tamer EREN'e, eğitim sürecinin birçok aşamasında istediğimiz sonuçları başarıyla elde etmemizin en kritik parçalarından biri olan mükemmel ekip ruhunun değerli ortakları Neşet BEDİR, Bekir ELİTOK, Emre VARLI ve Bahri UÇAKCIOĞLU'na, ayrıca her zaman her konuda yanımda olan, beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, tezimi hazırlamam esnasında da yardımlarını esirgemeyen değerli Eşim'e ve Aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. TEDARİKÇİ SEÇİM PROBLEMİ.....	4
3. LİTERATÜR TARAMASI	11
4. HEDEF PROGRAMLAMA.....	37
4.1. Hedef Programlamanın Yapısı.....	38
4.2. Hedef Programlamanın Formülasyonu	38
4.3. Hedef Programlamada Öncelik Yöntemi	39
4.4. Hedef Programlamada Ağırlıklandırma Yöntemi.....	40
4.5. Hedef Programlama Modelinin Avantajları ve Dezavantajları.....	40
5. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ	41
5.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi	41
5.1.1. Karar Verme Probleminin Tanımlanması.....	42
5.1.2. İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması	43
5.1.3. Kriterlerin Yüzde Önem Dağılımlarının Belirlenmesi	44
5.1.4. Kriter Kıyaslamalarındaki Tutarlılığın Ölçülmesi.....	46
5.1.5. Her Bir kriter İçin, m Karar Noktasındaki Yüzde Önem Dağılımlarının Bulunması.....	48
5.1.6. Karar Noktalarındaki Sonuç Dağılımının Bulunması.....	48
5.2. TOPSIS Yöntemi	49
5.2.1. Karar Matrisinin (A) Oluşturulması.....	50
5.2.2. Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması	50
5.2.3. Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması	51
5.2.4. İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması	51
5.2.5. Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması	52

5.2.6. İdeal Çözümüne Göreli Yakınlığın Hesaplanması	53
5.3. Bulanık AHP Yöntemi	54
5.3.1. Bulanık Mantık	54
5.3.2. Dilsel Belirsizlik	55
5.3.3. Bulanık Kümeler ve Üyelik Fonksiyonları	55
5.3.4. Bulanık Sayılar.....	56
5.3.5. Üçgensel Bulanık Sayılarda Yaklaşık Aritmetik İşlemler	59
5.3.6. Uzman Heyetinin Kriterleri Belirlemesi	60
5.3.7. Kriterler ve Alternatiflerin Bulanık Önem Ağırlıklarının Hesaplanması	61
5.4. Bulanık TOPSIS Yöntemi.....	63
6. UYGULAMA.....	69
6.1. Problemin Tanımlanması	71
6.2. Verilerin Toplanması	74
6.3. Alternatiflerin Belirlenmesi	74
6.4. Kriterlerin Belirlenmesi	74
6.5. Kabul Edilebilir Seviye (KES) Yöntemi ile Alternatiflerin Elenmesi.....	76
6.6. Yöntemlerin Uygulanması	78
6.6.1. AHP Yöntemi ile Kriterlerin Ağırlıklarının Hesaplanması	78
6.6.2. TOPSIS Yöntemi ile Sıralamanın Yapılması	81
6.6.3. Bulanık AHP Yöntemi ile Sıralamanın Yapılması	85
6.6.4. Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Sıralamanın Yapılması.....	95
6.6.5. Hedef Programlama Yöntemi ile Sıralamanın Yapılması	103
6.7. Sonuçlar	108
7. SONUÇ.....	110
KAYNAKLAR	113

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Tedarikçi Değerlendirme ve Geliştirme.....	6
3.1. Yayın Yerine Göre Dağılımlar.....	27
3.2. Yöntemlere Göre Dağılımlar	28
3.2. Yöntemlere Göre Dağılımlar (devam)	29
3.2. Yöntemlere Göre Dağılımlar (devam)	30
3.2. Yöntemlere Göre Dağılımlar (devam)	31
3.3. Sektörlere Göre Dağılımlar	33
3.3. Sektörlere Göre Dağılımlar (devam).....	34
3.3. Sektörlere Göre Dağılımlar (devam).....	35
3.3. Sektörlere Göre Dağılımlar (devam).....	36
5.1. AHP Adımları	42
5.2. Önem Skalası	44
5.3. RI Değerleri.....	47
5.4. TOPSIS Adımları	49
5.5. Kabul Koşulları	53
5.6. Chang Yöntemine Göre BAHP’de Kullanılan Ölçek	60
5.7. BTOPSIS Adımları	64
5.8. Karar Kriterlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak Karşılıkları	65
5.9. Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak Karşılıkları	65
6.1. Teslim Süreleri ve Adetler	72
6.2. Firmaların Kodlanması.....	77
6.3. KES Yöntemiyle Firmaların Elenmesi	77
6.4. Kriterler Arası Karşılaştırma Matrisi	79
6.5. Normalize Matrisin Oluşturulması.....	79
6.6. Özvektörlerin Oluşturulması.....	80
6.7. Sütun Vektörü ve Temel Değerin Oluşturulması.....	80
6.8. Lamda Değeri, Tutarlılık İndeksi ve Oranı Oluşturulması	81
6.9. Karar Matrisinin Oluşturulması	82

6.10. Normalize Matrisinin Oluşturulması.....	82
6.11. Ağırlıklandırılmış Normalize Matrisinin Oluşturulması.....	83
6.12. İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması	83
6.13. İdeal Ayırım Ölçüsünün Oluşturulması	84
6.14. Negatif İdeal Ayırım Ölçüsünün Oluşturulması	84
6.15. İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Oluşturulması	84
6.16. Kriterlere Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	86
6.17. Kriterlerin Ağırlıkları	87
6.18. Kalite Kriterine Göre İkili Karşılaştırmalar Matrisi	87
6.19. Kalite Kriterine Göre Ağırlıklar.....	88
6.20. Maliyet Kriterine Göre İkili Karşılaştırmalar Matrisi.....	89
6.21. Maliyet Kriterine Göre Ağırlıklar	90
6.22. Teslim Süresi Kriterine Göre İkili Karşılaştırmalar Matrisi	90
6.23. Maliyet Kriterine Göre Ağırlıklar	91
6.24. Makine Parkuru Kriterine Göre İkili Karşılaştırmalar Matrisi	91
6.25. Maliyet Kriterine Göre Ağırlıklar	92
6.26. Teknik Yeterlilik Kriterine Göre İkili Karşılaştırmalar Matrisi.....	93
6.27. Teknik Yeterlilik Kriterine Göre Ağırlıklar	94
6.28. Alternatiflerin Sıralama Puanlarının Oluşturulması	94
6.29. Kriterlerin Bulanık Sayılarla İfade Edilmesi.....	95
6.30. Alternatiflerin Bulanık Sayılarla İfade Edilmesi.....	96
6.31. Kriterlerin Önem Ağırlıkları	97
6.32. Bulanık Karar Matrisi	98
6.33. Normalize Bulanık Karar Matrisi.....	99
6.34. Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi.....	100
6.35. Bulanık Pozitif İdeal Çözüme Uzaklık Matrisi.....	101
6.36. Bulanık Negatif İdeal Çözüme Uzaklık Matrisi.....	101
6.37. Bulanık Pozitif ve Negatif İdeal Çözüme Uzaklık Değerleri.....	101
6.38. Yakınlık Katsayılarının Oluşturulması	102
6.39. Kalite Kontrol Örneklem Adedi.....	104
6.40. Model İçin Gerekli Parametreler.....	104
6.41. Elde Edilen Sonuçlara Göre Sapmalar	108
6.42. Sonuçların Karşılaştırılması.....	108

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Yayın Yerine Göre Dağılımlar.....	28
3.2. Kullanılan Yöntemlere Göre Dağılımlar.....	32
3.3. Sektörlere Göre Dağılımlar	36
5.1. Üçgen Bulanık Sayı Komşuluğu.....	57
5.2. Yamuk Bulanık Sayı Komşuluğu	58
6.1. Problemin Akış Şeması	70
6.2. TS Firması Satın Alma Süreci Akış Şeması	73
6.3. Tedarikçi Seçiminin Hiyerarşi Modeli.....	75
6.4. TOPSIS Sıralama	85
6.5. BAHP Sıralama.....	95
6.6. BTOPSIS Sıralama	102

KISALTMALAR DİZİNİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	Analytic Network Process
BAHP	Bulanık AHP
BTOPSIS	Bulanık TOPSIS
HP	Hedef Programlama
CI	Tutarlılık Göstergesi
CR	Tutarlılık Oranı
RI	Rasgele Gösterge
T1	Tedarikçi 1
T2	Tedarikçi 2
T3	Tedarikçi 3
T4	Tedarikçi 4
T5	Tedarikçi 5
KA	Kalite
MA	Maliyet
TS	Teslim Süresi
MP	Makine Parkuru
TY	Teknik yeterlilik
KES	Kabul Edilir Seviye

SİMGE DİZİNİ

y_j	j. Karar değişkeni
k_{ij}	i. hedefin j. karar değişkeni katsayısı
l_i	i.hedef için ulaşılmak istenen değer
d_i^+	i. hedefin pozitif sapma değişkeni
d_i^-	i. hedefin negatif sapma değişkeni

1. GİRİŞ

Ülkeler askeri savunma stratejilerini kurgularken ortaya çıkan ürün ve teknolojiler sadece icatçı ülkenin milli savunmasında değil, aynı zamanda o ülkenin ihracat rakamlarında da önemli bir yere sahiptir. Günümüzde bu ürün ve teknolojiler kadar, bu ürün ve teknolojilerden elde edilen gelirler de ülkeler için özellikle dünya ekonomisinin bugünkü durumunda oldukça kritik bir hal almıştır. Türkiye'nin savunma alanında beklenen atağını 2000'li yıllarda gerçekleştirmesi ile birlikte ülkemiz kendi ürünlerini yapan ve satan, varlık gösterdiği pazara hakim, güçlü bir rakip, önemli bir stratejik ortak olmuştur. Özellikle birinci dünya ülkeleri ile kurulan bu stratejik ortaklıklardan elde edilen birikim ve tecrübeler önce bugün Türk Savunma Sanayinin lokomotifi durumunda olan büyük firmaları etkilemiş, sonra bu firmalarla iş yapan bütün alt yüklenici statüsündeki kurum ve kuruluşlara yansımıştır. Bu anlayışa göre bir ürünün maliyetinin büyük bir kısmını ürünün üreticisi firmanın dışındaki maliyetler oluşturmakta, bu yüzden tedarik zinciri yönetimine büyük önem verilmektedir. Bu kapsamda üretilecek bu son derece stratejik ürün ve teknolojilerin istenilen kalite, uygun maliyet ve zamanında teslimat gibi kriterlerde üretimini sağlayacak nitelikli tedarikçi ve alt yüklenicilerle sorunsuz işleyen bir zincir yapısı kurmak ve bu zinciri sürdürülebilir kılmak şüphesiz bütün kurum ve kuruluşların kritik hedeflerinden biridir.

Tedarikçi seçimi problemi, maliyet, kalite, teslimat, güvenilirlik vb. gibi birden fazla birbiriyle çelişen kriteri değerlendirmeyi gerektirir. Ayrıca, seçim yapacak kişinin seçebileceği birden fazla alternatif olduğu da göz önüne alındığında, tedarikçi seçim kararı çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınabilir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında çok fazla tedarikçi seçim modelinde geliştirilmeler yapıldığı görülebilir (Çakın ve Özdemir, 2013). Bu kapsamda tedarikçi seçimi işletmelerin ihtiyaç duymuş oldukları ürün veya hizmetin kimden, ne kadar ve nasıl alınacağı konularının belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Yapılacak olan işe uygun tedarikçilerin seçilmesi işletmeler açısından kalite, maliyet ve pazarda rekabet sağlamak adına önemli bir yere sahiptir.

Tedarikçi seçiminin amacı, bir işletmenin ihtiyaç duyduğu ürün veya hizmeti istenilen zamanda, kabul edilebilir maliyetler ve kalite standartları ile yapmayı taahhüt eden tedarikçi ile kurum arasında sözleşme imzalanmasının sağlanmasıdır. Tedarikçi seçim işlemi, birbiriyle çelişen hem nicel hem de nitel kriterleri kullanarak alternatiflerin geniş kapsamlı karşılaştırılmasından meydana gelmektedir. Potansiyel alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan kriterler işletmelerin isterlerine göre farklılık arz edebilir (Supçiller ve Çapraz, 2011). Seçim sürecinde uzman kişiler tarafından tespit edilen en popüler kriterler; teslimat, kalite, maliyet, üretim , servis, yönetim, teknoloji, araştırma ve geliştirme, finans, esneklik, itibar, ilişki, risk, güvenlik ve çevredir (Görener, 2009). Tedarikçi seçimi kararları farklı kriterlerin değerlendirilmesini içerdiği için bu süreç çok kriterli bir karar problemidir (Çakın ve Özdemir, 2013). Tedarikçi Seçim kriterleri ve yöntemlerin tespit edilmesi tedarikçi seçiminin en önemli kısmını oluşturmaktadır.

Bu çalışmada ülkemizin önde gelen AR-GE kurumlarından olan TS isimli firmada üzerinde çalışılmakta olan füze sistemleri için mekanik bileşenlerin üretimi söz konusudur. Bu kapsamda bu bileşenlerin üretimi için tedarikçi seçim çalışmasının yapılması hedeflenmektedir. Yapılacak olan bu seçimin belirli kriterler altında yapılarak nihai sonuca ulaşılması beklenmektedir. Bu kriterler; kalite, maliyet, teslim süresi, makine parkuru ve teknik yeterlilik kriterleridir. Problemin çözülmesi için Analitik Hiyerarşik Prosesi (AHP) - TOPSIS, Bulanık AHP (BAHP), Bulanık TOPSIS (BTOPSIS) ve BAHP-Hedef Programlama (HP) algoritmaları bir arada kullanılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, tedarikçi seçim problemi ile ilgili tanımlar, en sık kullanılan kriterler ve literatürde yapılan çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde, tedarikçi seçim problemi ile ilgili yerli ve yabancı makale, tez gibi yayınlar hakkında geniş bir bilgi verilmiştir. Bu alanda yapılan çalışmalara kısaca değinilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde, problemin çözümünde kullanılacak olan hedef programlama yöntemi ilgili parametreleri ile anlatılmıştır. Çalışmanın beşinci bölümünde, problemin çözümünde kullanılacak olan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan AHP, TOPSIS, BAHP ve BTOPSIS yöntemleri anlatılmıştır.

Çalışmanın altıncı bölümünde, buraya kadar anlatılan yöntemler kullanılarak gerçek bir problemin uygulama kısmı anlatılmıştır. Problemin tanıtılması, verilerin toplanması, alternatiflerin belirlenmesi, kriterlerin belirlenmesi ve gerçek bir problem çözümü sunulmuştur. Çalışmanın son bölümü olan yedinci bölümünde, yapılan bu çalışmaların sonuçları hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.



2. TEDARİKÇİ SEÇİM PROBLEMİ

Tedarikçi seçimi konusu, kısa vadeli planlamalar ile ele alınan, ancak uzun vadeli etkileri ile şirketleri güçlü kılan, stratejik öneme sahip bir konudur. Ele alınan kriterler firmalar ve koşullar bazında değişiklik gösterse de, elde edilmek istenen sonuçlar değişmemektedir. Kar amacı güden bütün kuruluşlar, istenilen spesifikasyonları, istenilen zaman ve performans ile sağlayacak tedarikçileri ağına katarak, tedarik zincirlerini, dolayısıyla da kendilerini güçlendirmek istemektedir. Bu bir işletme için günümüz rekabet koşullarında hayatta kalabilmenin olmazsa olmazıdır. Bu kadar önemli bir konunun pratikte uygulamasında ise, teoriden yararlanmamak, yani Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden faydalanmadan, subjektif kararlar vermek, büyük yatırımların çöpe atılmasına, firmaların büyük zararlar görmesine, hem mali açıdan zarara uğramasına hem de prestijlerinin sarsılmasına sebebiyet verebilecek türden ciddi bir hatadır. Bu tarz stratejik kararlarında bilimsel çalışmalara önem veren kuruluşlar, doğru tedarikçilerin seçimi ile arzu edilen yapıda bir tedarikçi ağı kurup, tedarik zincirini güçlendirebilirler.

İşletmelerin çalışmak istedikleri tedarikçi sayısını en aza getirerek onlarla stratejik ilişkiler geliştirme isteği, tedarikçi seçiminin önemini büyük oranda artırmıştır. İşveren bu stratejiyi seçtiğinde bazı sorunlarda kaçınılmaz olmaktadır. Belirli bir tedarikçi ile çalışarak süreçlere ortak etmek işverenin tedarikçiye karşı bağımlılığını artırmakla kalmayıp yine işveren üzerinde belirli riskleri yani kalite, maliyet ve teslimat gibi ürüne ve işletmeye doğrudan yansıtacak bazı kritik konularda da beraberinde getirmektedir. Bundan dolayı tedarikçi seçim problemi önem kazanmaktadır.

İşletmeler birlikte çalıştıkları veya çalışmak istedikleri tedarikçileri artık satın alma boyutunda görmeyip, uzun süreli çalışabilecekleri bir çözüm ortağı olarak görmektedirler. Özellikle AR-GE yapan işletmeler bu süreç zarfında çalışmış oldukları tedarikçiler ile bunu bir adım ileriye götürerek yapılan AR-GE çalışmalarında sorunları birlikte çözüp yapılan işin tasarım süreçlerinede tedarikçileri

ortak etmektedirler. Bundan dolayı işletmeler tedarikçileri anahtar teslim ürün aşamasına hazırlayıp yatırım yapmaya teşvik etmektedirler. Tedarikçi ilişkilerindeki bu değişim tedarikçi probleminin önemini ortaya koyan başka bir unsurdur. Tedarikçi seçim problemi genel anlamda, işveren ile tedarikçi firmalar arasında güvenli bir ilişki sağlayıp, düzenli, izlenebilir ve stratejik bir ilişkinin kurulmasını sağlar.

Tedarikçi seçim kararı bir firmanın başarısı için büyük önem arz etmektedir. Uygun tedarikçilerin seçilmesi, firmaların başarısını ileriye taşımaktadır. Bunun tam tersi ise işletmelere kalitesiz ürün, teslimatlarda uzama ve yüksek maliyetler gibi olumsuz yönde yük getirmektedir. Tedarikçi seçimi, maliyet, kalite, performans, teknoloji vb. birden fazla kriteri içeren önemli bir karar problemidir. Sadece malzeme maliyetinden ibaret olmayıp, aynı zamanda idari maliyetleri, planlı-plansız bakım, araştırma-geliştirme ve destekleme maliyetleri de bu seçimde dikkat edilmesi gereken unsurlardır. Bu nedenle sistematik bir tedarikçi seçim sürecini gerçekleştirmede kullanılmak üzere tasarruf ve performans ile ilgili kriterlerin değerlendirilip öncelik sırasına konulmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Dağdeviren ve Eren, 2001). Kriterler belirlendikten sonra ön değerlendirme yapılır ve son aşamada tedarikçi/tedarikçiler seçilir.

Tedarikçi seçim sürecini aşağıdaki açıklamalar doğrultusunda yapmak mümkündür.

Uzmanların, tedarikçileri değerlendirmek ve seçmek için tek bir yöntemin kesin çözüm olarak kullanılmadığı dolayısıyla kuruluşların çeşitli yaklaşımlar kullanarak çözüme gittikleri görülmektedir. Tedarikçi değerlendirme sürecinin genel amacı, riski azaltmak ve alıcıya toplam değeri maksimize etmektir. Bu nedenle bir kuruluş, uzun süre çalışabileceği tedarikçileri seçmelidir.

Tedarikçi değerlendirmeleri genellikle bir anket kullanılarak titiz, yapılandırılmış bir yaklaşımı izlemektedir. Etkili bir tedarikçi araştırması kapsamlı, objektif, güvenilirlik, esneklik gibi belirli özelliklere sahip olmalı ve nihayetinde matematiksel açıdan basit olmalıdır. Bir tedarikçi anketinin bu özelliklere sahip olduğundan emin olmak için, bu aracı oluştururken adım adım bir süreç yapılması

önerilir. Çizelge 2.1. böyle bir sistemi geliştirirken izlenecek adımları göstermektedir (Monczka, vd. 2002).

Çizelge 2.1. Tedarikçi Değerlendirme ve Geliştirme

Adım 1	Tedarikçi değerlendirme kriterlerinin tanımlaması	}	Anket Geliştirilmesi
Adım 2	Her değerlendirme kriterinin ağırlıklandırılması		
Adım 3	Alt kriterlerin belirlemesi ve ağırlıklandırılması		
Adım 4	Ana kriter ve alt kriterler için puanlama sistemini tanımlama	}	Değerlendirme ve Seçim
Adım 5	Tedarikçinin doğrudan değerlendirilmesi		
Adım 6	Değerlendirme sonuçlarının gözden geçirilmesi ve seçim kararının alınması	}	Sürekli Performans Kontrolü
Adım 7	Tedarikçi performansını sürekli olarak gözden geçirilmesi		

Adım-1: Tedarikçi değerlendirme kategorilerinin tanımlaması

Bir tedarikçi araştırması geliştirirken atılan ilk adımlardan biri alıcıya dahil edilecek performans kategorilerine karar vermektir. Birincil ölçüt, genellikle alıcıyı etkileyen en bariz ve en kritik alan olan maliyet, kalite ve teslimattır. Birçok öge için bu üç performans alanı yeterli olacaktır, ancak tedarikçinin yeteneklerini derinlemesine analiz etmesi gereken kritik maddeler için daha ayrıntılı bir tedarikçi değerlendirmesi çalışması gereklidir. Bu ölçütler genelde aşağıdaki gibidir:

- Tedarikçi yönetim yeteneği:

Bu değerlendirilmesi gereken önemli bir konudur, yönetim işi yürütür ve tedarikçinin gelecekteki rekabet gücünü etkileyen kararları verir.

- Genel personel kapasitesi:

Bu ölçüm, yönetici olmayan personelin değerlendirilmesini gerektirir. Çok eğitimli, istikrarlı ve motive edilmiş işgücünün sağlayabileceği fayda küçümsenmemelidir.

- Maliyet Yapısı:

Bir tedarikçinin toplam maliyet yapısını anlamak, bir tedarikçinin bir öğeyi ne kadar verimli üretebileceğini belirlemesine yardımcı olur. Bir maliyet analizi, maliyet iyileştirme potansiyel alanlarını belirlemeye de yardımcı olur.

- Toplam kalite performansı, sistemleri ve felsefesi:

Değerlendirme sürecinin önemli bir kısmı bir tedarikçinin kalitesine yöneliktir yönetim süreçleri, sistemleri ve felsefesi.

- Tedarikçinin tasarım yeteneği de dahil olmak üzere proses ve teknolojik kapasite:

Bir tedarikçinin bir üretim sürecini seçmesi, gerekli teknolojiyi, insan kaynakları becerilerini ve sermaye donanım gereksinimlerini tanımlamaya yardımcı olur.

- Çevresel düzenlemelere uyumluluk:

Satın alımların halkla ilişkiler veya potansiyel sorumluluk açısından mevcut çevre kirleticileriyle ilişkilendirilmesini istemediği için bu önemlidir.

- Finansal yetenek ve istikrar:

Birçok alıcı, mali değerlendirmeyi ayrıntılı bir değerlendirmeye başlamadan önce tedarikçinin geçmesi gereken bir tarama süreci veya ön koşulu olarak görmektedir.

- Tedarikçi teslim performansı da dahil olmak üzere üretim planlaması ve kontrol sistemleri:

Üretim çizelgeleme ve kontrol sisteminin değerlendirilmesinin arkasındaki amaç, tedarikçinin planlama ve üretim süreci üzerindeki kontrol derecesini tanımlamaktır.

- Bilgi sistemleri yeteneği:

Tedarikçinin bu teknolojileri kullandığına dair kanıt, tedarikçinin yeni e-ticaret teknolojileri ile güncel kalabilmesi için makul bir güvence sağlayabilir.

- Tedarikçi satın alma stratejileri, politikaları ve teknikleri:

Bu kriterler birlikte, tedarikçilerin tedarik zincirini daha iyi kavrayabilmek ve anlayabilmek için bir yoldur.

- Uzun vadeli ilişki potansiyeli:

Bir tedarikçinin ittifaklara veya ortaklıklara dönüşebilecek daha uzun vadeli ilişkiler geliştirme isteğini değerlendirmek, giderek değerlendirme sürecinin parçası haline gelmektedir.

Buna ek olarak, tedarikçi seçim süreciyle ilgili en önemli ve ortak konular, zamanında teslimat, doğru sipariş işleme, kaliteye bağlılık, iyileştirme, rekabetçi fiyatlandırma, giden kalite kontrolü, kalite yönetimi, süreç içi kalite kontrolü, kalite kontrol dokümantasyonu, güvenilirlik, cevap verme, iş birliği, profesyonellik, müşteri hizmetleri, etik değerler, zamanında iletişim, güvenen ilişki, hızlı yanıt ve teknik yardımdır (Siguaw ve Simpson, 2002).

Bu sorunlar, bir tedarikçinin maliyet tasarrufu ve gelir iyileştirmesi yoluyla bir alıcı firmaya değer katması için en büyük potansiyeli sunar.

Adım-2: Her değerlendirme kriterinin ağırlıklandırılması

Performans kriteri genellikle kriterin göreceli önemini yansıtan bir ağırlık alır. Her ağırlığın toplamı 1.0'a eşit olmalıdır. Etkili bir değerlendirmenin önemli bir özelliği esnekliktir. Yönetimde bu esnekliği sağlamanın bir yolu, farklı ağırlıkları atamak veya gereken performans kriterini ekleme veya silmektir.

Adım-3: Alt kriterlerin belirlemesi ve ağırlıklandırması

Bu süreç, herhangi bir performans alt kriterinin bulunması halinde bunların her geniş performans kriterinde tanımlanmasını gerektirir. Alt kriter ağırlığının toplamı, performans kriterinin toplam ağırlığına eşit olmalıdır.

Adım-4: Kriterler ve alt kriterler için puanlama sistemini tanımlama

Açıkça tanımlanmış bir puanlama sistemi, son derece subjektif olabilen ve ölçüm için niceliksel bir ölçek geliştiren kriterleri alır. Puanlama metrikleri, farklı bireylerin incelenen aynı performans kriterlerini yorumlaması ve puanlaması durumunda etkilidir. Örnek, 1-2 = zayıf, 3-4 = az zayıf, 5-6 = orta, 7-8 = iyi, 9-10 = çok iyi gibi 10 noktalı bir ölçektir.

Adım-5: Tedarikçinin doğrudan değerlendirilmesi

Bir alıcı, aynı satın alma sözleşmesi için rekabet eden farklı tedarikçilerin puanlarını objektif olarak karşılaştırabilir veya değerlendirme puanı temel alınarak bir tedarikçiyi bir başka tedarikçi seçebilir. Değerlendirmeye dayalı olarak, bir tedarikçinin bu aşamada daha fazla satın alma düşüncesi için geçerli olmadığı da mümkündür. Tedarikçilerin arz tabanının bir parçası haline gelmeden önce karşılamaları gereken minimum kabul edilebilir performans şartlarına sahip olmaları gerekir.

Adım-6: Değerlendirme sonuçlarının gözden geçirilmesi ve seçim kararının alınması

Bu adımın birincil çıktısı, bir tedarikçinin bir iş için kabul edilip edilmemesi konusunda bir öneridir. Bir alıcı, bir alıcı sözleşmesi için rekabet edebilecek birçok tedarikçiyi değerlendirebilir. Değerlendirmenin amacı, potansiyel tedarikçileri mevcut ya da gelecekteki satın alma sözleşmeleri için geçerli kılmaktır.

Adım-7: Tedarikçi performansını sürekli olarak gözden geçirilmesi

Bir alıcı bir tedarikçi seçmeye karar verdiğinde, tedarikçi daha sonra alıcının gereksinimlerine göre işlem yapmalıdır. Bu vurgu, tedarikçilerin ilk değerlendirmesinden ve seçilmesinden tedarikçiler tarafından sürekli iyileştirme kanıtı haline gelir.

Bu çerçeve; Kapsamlı, objektif, güvenilir, esnek ve matematiksel olarak açık olması gibi belirli özelliklere sahip olmalıdır. Ağırlıkların ve puanların kullanımı yeterince basit olmalıdır, böylece değerlendirmeye dahil olan her kişi puanlama ve seçim sürecinin mekaniğini anlamalıdır.

Bu adım adım proses, tedarikçi anketinin doğru özelliklere sahip olması açısından tavsiye edilmektedir.

Tedarikçi seçimi probleminde yaygın olarak AHP, ANP, ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE, VIKOR ve bu yöntemlerin entegrasyonu gibi birçok kriterli karar verme yaklaşımları kullanılmaktadır.



3. LİTERATÜR TARAMASI

Tedarikçi seçimi problemiyle ilgili geçmişten günümüze kadar kadar çok fazla çalışma yapılmış ve her birinde farklı bakış açısı ile konular değerlendirilmiş ve farklı yöntemler kullanılmıştır. Bu bölümde tedarikçi seçimiyle ilgili yapılmış çalışmalara özet olarak değinilecektir. Bu çalışmada tedarikçi seçimi için Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri, bulanık ortamda Çok Kriterli Karar Verme ve Hedef Programlama yöntemleri kullanıldığı için konularla ilgili literatür araştırması yapılmıştır.

Literatür araştırmasında yerli ve yabancı makaleler, kitaplar ve tezlerden yararlanılmış ve yakın tarihli son yıllarda yapılan çalışmalara da çok yer verilmiştir.

Dickson (1966), Bu çalışmada tedarikçi değerlendirme süreci için yirmi üç öncelikli kriter belirlenmiştir.. Yüz yetmiş satın alma uzmanından toplanan deneysel veriler sonucunda maliyet, kalite ve teslimat performansının tedarikçi seçiminde en önemli kriterler olduğunu ortaya koymuştur.

Saaty (1980), bu çalışmada, AHP yöntemi ile karar verme çalışılmıştır.

Yoon ve Hwang (1981), bu çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulamaları ele alınmıştır.

Weber vd. (1991), çalışmalarında tedarikçi değerlendirme kriterleri arasında kalitenin en yüksek oranla ilk sırada yer aldığını, teslimat ve maliyet kriterlerinin kalite kriterini takip ettiğini ortaya koymuşlardır.

Min (1994), çalışmada bilgisayar parçaları üretimi yapan uluslararası tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Ana kriterler ve buna bağlı olan alt kriterler birlikte kullanılmıştır.

Schniederjans vd. (1995), Bu makalede, ev seçimi karar sürecine yardımcı olacak bir model sunulmaktadır. Özellikle, bu yazı, mülkiyet özelliklerini değerlendirmek ve en uygun evi seçme kararı vermek için AHP'yi kullanan bir HP modeli sunmaktadır.

Albino ve Garavelli (1998), çalışmalarında inşaat sektöründe tedarikçi konumunda olan firmalar yapay sinir ağları ile sırlama yapılmıştır. İlk olarak kriterlerin ağırlıklı bulunmuş sonrasında ise bu ağırlıklara göre sırlama yapılmıştır.

Fawcett vd. (1997), çalışmalarında tedarikçi performansının değerlendirilmesi ile ilgili temel kriter olarak maliyet, kalite, teslimat, esneklik ve yenilik kriterlerini kullanmışlardır.

Holt (1998) çalışmada inşaat sektöründe tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. İki aşamalı bir seçim çalışması yapılmıştır. İlk aşamada ağırlıklar belirlenmiş, ikinci aşamada ise bulunan bu ağırlıklara göre tedarikçiler sıralanmıştır.

Ghodsypour ve O'Brien (1998), çalışmalarında AHP ve doğrusal programlamanın bütünleştirilmesi, en iyi tedarikçilerin seçiminde hem maddi hem de maddi olmayan faktörleri göz önünde bulundurmaya ve aralarındaki optimum sipariş miktarlarını satın alma toplamının maksimuma çıkacağı şekilde yerleştirilmesi önerilmektedir.

Boer vd. (1998), çalışmalarında tedarikçi seçiminde ELECTRE yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, beş alternatif kalite, maliyet uzaklık ve ciro kriterleri baz alınarak değerlendirilmiştir.

Badri (1999), çalışmasında uluslararası bir ortamda konum tahsisi sorununun çoklu ve çakışan nesnel doğasını kabul eden bu makale, konum tahsisi kararları vermede yardımcı olarak AHP ve çok amaçlı HP metodolojisini kullanmayı önermektedir.

Karpak vd. (2001), çalışmalarında hedef programlama modelini tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi için kullanmışlardır.

Tam ve Tummala (2001), çalışmalarında tedarikçi seçim problemi için kullanılan kriterler irdelenmiş olup bunardan en uygun 7 kriter seçilmiştir. Seçilen bu kriterlere göre AHP yöntemi ile tedarikçi seçimi yapılmıştır.

Dağdeviren ve Eren (2001), çalışmalarında AHP ve 0-1 HP tekniklerinin genel yapısı anlatılmış ve her iki yöntemin kullanılmasıyla tedarikçi seçimine yönelik bir uygulama yapılmıştır. Bu metotların bir arada kullanılmasının etkinliği de tartışılmıştır.

Narasimhan vd. (2001), çalışmalarında elektrik-elektronik sektöründe uluslararası bir şirkete alternatif tedarikçileri değerlendirmek için Data Envelopment Analysis yöntemini kullanmışlardır.

Bhutta ve Huq (2002), çalışmalarında üretim, kalite, hizmet ve teknoloji kriterleri kullanılarak alternatif 3 tedarikçi arasından AHP yöntemi ile tedarikçi seçim çalışması yapılmıştır.

Sarkis ve Talluri (2002), çalışmalarında en iyi tedarikçinin değerlendirilmesi ve seçimi için ANP yöntemini kullanmışlardır.

Muralidharan vd. (2002), çalışmalarında AHP yöntemi kullanarak tedarikçi seçim çalışması yapılmıştır. Bu değerlendirme grup kararlarına göre yapılmıştır. Kalite, teknik faaliyetler ve teslim kriterleri on karar verici tarafından değerlendirilmiştir.

Hanfield vd. (2002), çalışmalarında çevresel kriterler dikkate alınarak tedarikçi seçim problemi çalışılmıştır. Çözümleme işlemi AHP yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Humphreys vd. (2003), çalışmalarında çevresel kriterlere göre tedarikçi seçimi yapmışlardır. İlk olarak önem düzeyi yüksek olan çevresel kriterler tespit edilmiş ve daha sonra bir karar destek sistemi geliştirilerek en iyi tedarikçinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Chan (2003), çalışmasında tedarikçi seçimi sırasında karar verme prosedürlerini kolaylaştırmak için AHP'yi ve interaktif bir seçim modelini kullanmıştır. Chan'ın çalışmasında, AHP sadece alternative tedarikçilerin toplam puanlarını oluşturmak için kullanılmıştır. Bu puanlar göreceli önem derecelerine bağlı olacaktır.

Barla (2003), çalışmasında belirlediği 7 temel kriteri kullanarak cam üreten bir firmada tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi için Simple Multi-Attribute Rating Technique temelli, beş aşamalı bir metodoloji kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda ağırlıkça fazla olan tedarikçi seçilmiştir.

Bayraktar vd. (2004), çalışmalarında tedarikçi değerlendirme ve seçme süreci için bir uzman sistem yaklaşımı önermişlerdir.

Chan ve Chan (2004), çalışmalarında 6 temel kriter ve göreceli önemi müşteri ihtiyaçlarına göre hesaplanan 26 alt kriter kullanılmış olup, AHP yöntemi ile tedarikçi seçim çalışması yapmışlardır.

Liu ve Hai (2005), çalışmalarında tedarikçi seçimi üzerinde durulmuştur ve bu çalışma için bir matematiksel model önerilmektedir. Önerilen modelde Voting AHP isminde bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntem AHP ye benzer bir yöntemdir. Bu model tedarikçi seçim dışında personel seçim veya benzer çalışmalar içinde ilerleyen zamanlarda kullanılacağı belirtilmektedir.

Özyörük ve Özcan (2005), çalışmalarında tedarikçi seçim kriterleri seçim üzerindeki etkileri araştırılmış olup otomotiv sektöründe hizmet veren bir firmaların uylama yapmışlardır. Uygulamada AHP yöntemi kullanılarak alternatifler sıralanmış ve en uygun alternatif seçilmiştir.

Hong vd. (2005), çalışmalarında karışık tamsayı Lineer Programming yöntemini tarım sektöründeki tedarikçi seçimine uygulamışlardır. En iyi tedarikçi sayısı ve optimal sipariş düzeyi de çalışmanın sonunda tespit edilmiştir.

Ada vd. (2005), çalışmada, özel sektörden bir işletmenin tedarikçi firma seçimi süreci AHP ile incelenmiştir.

Choy Vd. (2005), çalışmalarında Case-Based Reasoning yöntemini, üretim sektöründe bilgi temelli tedarikçi seçimi ve değerlendirmesine uygulamışlardır. Çalışmalarının sonunda, alternatif tedarikçileri tedarikçi seçim performansına göre düzenlemişlerdir.

Bottani ve Rizzi (2005), çalışmalarında internet üzerinden yapılan alışverişler konusu üzerinde durulmuştur. Gıda alanında hizmet veren bir firma için bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçi seçimi çalışmışlardır.

Narasimhan vd. (2006), çalışmalarında en iyi tedarikçiyi ve en uygun sipariş miktarını göstermek için bir Multi-Objective Programming modeli geliştirmişlerdir. Tedarikçi seçimi için beş kriter önermişler ve optimumluk modelinin çözümünden önce ölçütlerin göreceli ağırlık ağırlıklarını üretmişlerdir. Çalışmalarının sonunda Narasimhan ve arkadaşları AHP'nin ölçüt ağırlıkları üretmek için kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Chen vd. (2006), çalışmalarında bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada yamuk bulanık sayılar ile kriter ağırlıkları belirlenip alternatifler sıralanmıştır.

Soner ve Önüt (2006), çalışmalarında havalandırma ve klima üreten bir firmanın, belirli bir ürünü için, kullanacağı tedarikçileri değerlendirme ve seçme işlemi ELECTRE ve AHP yöntemleri ile ele alınmıştır.

Haq ve Kannan (2006), çalışmalarında tedarikçi seçimini bulanık AHP ile yapmışlar ve benzer özellikteki tedarikçiler sınıflandırılmıştır.

Hou ve Su (2006), çalışmalarında elektrik-elektronik sektöründe web tabanlı tedarikçi seçimi için AHP yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, beş alternatif tedarikçi, öncelik ağırlıklarına göre düzenlenmiştir

Shyur ve Shih (2006), çalışmalarında iki aşamalı tedarikçi seçim çalışması yapılmıştır. İlk olarak kriterlerin kendi aralarında ilişkiler belirlenmiştir. ANP ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. ANP’de ağırlıklar belirlenmiş, TOPSIS ‘de ise alternatifler sıralanmıştır.

Kağnıcıoğlu (2006), çalışmasında, hedef programlama ve bulanık HP tanıtıldıktan sonra, hem sayısal bir örnek model hem de ana üretim planlaması ile ilgili bir örnek model hedef programlama ve bulanık HP ile çözümlenmiştir.

Kumar vd. (2006), çalışmalarında tedarikçi seçim çalışması için bulanık ortamda bir model önerilmiştir. Bu model maliyetleri minimize ederek, kaliteyi maksimize edip tam zamanında teslimat yapmak için kurgulanmıştır.

Bayazit (2006) çalışmasında en iyi tedarikçiyi seçmek için ANP yöntemini varsayımsal bir örnek için kullanmıştır.

Liao ve Rittscher (2007), çalışmalarında stokastik talep miktarları ve teslim süresi altında tedarikçi seçim sorunu için genetik algoritma yöntemi kullanılmıştır. Seçilen kriterleri iki kısımda karşılaştırarak beş durumda çözmüşlerdir.

Sevklı vd. (2007), çalışmalarında AHP - Data Envelopment Analysis yaklaşımını tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi için kullanmışlardır.. Çalışmalarında, her bir tedarikçinin göreceli ağırlıklarını hesaplamak için AHP uygulanırken Data Envelopment Analysis her bir tedarikçinin göreceli etkinliğini hesaplamak için uygulanmıştır.

Reddy vd. (2007), çalışmalarında yazılım mimarisi seçimi için AHP ve HP’nin bütünsel bir yaklaşımı olarak adlandırılan çok amaçlı fonksiyonlarla başa çıkmak için bir çerçeve çalışması önerilmektedir.

Gencer ve Gürpınar (2007), çalışmalarında ANP yöntemini elektrik-eleoktronik sektöründe bir firmanın tedarikçi seçimi için kullanmışlardır. Çalışmalarında 3 kriterli 3 alternatif değerlendirilmiştir.

Xia ve Wu (2007), çalışmalarında varsayımsal tedarikçi seçimi çalışmasında AHP'yi ve Multi-objective Integer Programming yöntemlerini kullanmışlardır.

Lopez (2007), çalışmasında varsayımsal bir örnekte, tedarikçi seçimindeki hem nitel hem de nicel değişkenleri ölçmek için Artificial Neural Networks'e dayalı öz düzenleyici özellik haritası yaklaşımını kullanmışlardır. Beş tedarikçiyi değerlendiren çalışmanın sonunda tedarikçiler bir harita üzerinde çeşitli bölümlere ayrılmıştır.

Dağdeviren (2007), çalışmasında Performans değerlendirme sürecinin BAHP ile bütünleşik modellenmesi.

Chan vd. (2007), çalışmalarında tedarikçi seçiminde AHP yöntemini kullanmıştır. Çalışmada 14 kriter kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda yapılan bir duyarlılık analizi yardımıyla Chan ve arkadaşları her kriterin göreceli önem derecelerini değiştirmiş ve alternatiflerin cevaplarını incelemiştir.

Chou ve Chang (2008), çalışmalarında tedarikçi seçimi için bulanık ortamda simple multiattribute rating technique yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada 5 karar verici tarafından beş kriter alt kriterlerle birlikte değerlendirilerek 3 tedarikçinin sıralaması üç α -kesim seviyesine göre (risk oranı) yapılmıştır.

Dağdeviren ve Eraslan (2008), çalışmalarında bir işletmenin tedarikçi seçimi problemi, etkin bir sıralama yöntemi olan PROMETHEE ile ele alınmış ve alternatif tedarikçilerin öncelik sıraları bu yöntem ile hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda alternatif tedarikçiler için hem kısmi öncelikler hem de tam öncelikler belirlenmiş, böylelikle karar verme süreci ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir.

Küçük ve Ecer (2008), çalışmalarında imalatçı bir KOBİ için tedarikçi seçme faktörlerinin önem düzeyleri, tedarikçilerin göreceli skor değerleri ve uygun tedarikçiler, AHP yöntemi ile belirlenmeye çalışılmıştır.

Ng (2008), çalışmasında tedarikçi seçimi probleminde tedarikçi skorunu maksimize etmek için ağırlıklı lineer programming modelini kullanmıştır.

Ting ve Cho (2008), çalışmalarında Tayvan'da bilgisayar parçası üreten bir firma için, AHP ve çok amaçlı lineer programlama yöntemi birlikte kullanılarak tedarikçi seçim çalışması yapmışlardır.

Öztürk vd. (2008), Bu çalışmada, işletmelerin karar problemlerinde karar vericiler tarafından yapılan sözel değerlendirmelerde yer alan belirsizliği ele alabilmek için Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri önerilmiştir.

Girginer ve Kaygısız (2009), çalışmalarında ele alınan bir üniversitede gerek akademisyenlerin akademik çalışmalarında, gerekse eğitimde kullanılacak olan en uygun istatistiksel yazılımın belirlenmesinde, AHP ve 0-1 HP yöntemleri birlikte kullanılmıştır.

Çelebi ve Bayraktar (2008), çalışmalarında tedarikçi değerlendirme süreci için bütünlük bir model önermişlerdir. Bu modelde fiyat, kalite, hizmet ve dağıtım ana ölçütler olarak belirlenmişlerdir.

Li vd. (2008), çalışmalarında tedarikçi seçimi için Grey Relational Analysis yöntemini kullandı. Dört karar verici, ürün kalitesi, servis, dağıtım ve fiyat dahil tedarikçi seçim kriterlerini değerlendirmiştir. Bu kapsamda 7 tedarikçi belirlenen kriterlere göre değerlendirilmiş olup sıralama yapılmıştır.

Önüt vd. (2009), çalışmalarında bir telekom şirketi için tedarikçi seçimi yapılmıştır. Çalışmada bulanık AHP'de ağırlıklar belirlenmiş, bulanık TOPSIS yönteminde ise alternatifler sıralanmıştır.

Özdemir ve Seçme (2009), çalışmalarında ÇKKV yöntemlerinden biri olan BTOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Bu amaçla Türkiye'de faaliyet gösteren bir mobilya fabrikasının mevcut tedarikçilerinin değerlendirilmesi yapılarak, hangi tedarikçileri ile işbirliği içinde olacağı BTOPSIS yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda işletmenin belirlediği üç tedarikçisinin yakınlık indeksi bakımından sırası tedarikçi 1, tedarikçi 3 ve tedarikçi 2 şeklinde olduğu analizler sonucunda tespit edilmiştir.

Wang vd. (2009), çalışmalarında BTOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi yapılmıştır.

Wu ve ark. (2009), çalışmalarında Tayvan'da dizüstü bilgisayar üreten bir firmadaki tedarikçi seçimi üzerine yapılan çalışmada, ANP ve Multi-objective Integer Programming yöntemlerini kullanmışlardır. ANP ile ağırlıklar hesaplanmış olup Multi-objective Integer Programming yönteminde ise tedarikçi seçilmiştir. Son olarak, tedarikçilerden alınacak sipariş seviyeleri de hesaplanmıştır.

Görener (2009), çalışmasında, imalat endüstrisinde faaliyet gösteren bir firmada tedarikçi seçim problemi incelenmiştir. Problem, ANP kullanılarak ele alınmış ve alternatif tedarikçiler için öncelik değerleri hesaplanmıştır. Tedarikçi seçim probleminin karmaşık yapısı, geri bildirimler, karşılıklı etkileşimler ve çok fazla kriter içermesi nedeniyle, problemin çözümünde etkili ve gerçekçi çözüm yöntemi olan ANP yöntemi kullanılmıştır. Belirtilen yöntem kullanılarak üç farklı alternatif tedarikçi firma değerlendirilmiş ve en iyi alternatif seçilmiştir. Ayrıca gelecekteki çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

Boran vd. (2009), çalışmalarında TOPSIS metodunu sezgici bulanık küme ile birleştirerek grup karar verme sürecinde tedarikçi seçim problemine uygulamışlardır.

Zingil (2009), çalışmasında yamuk bulanık sayılar ile bulanık ortamda VIKOR ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak tedarikçi seçim çalışması yapılmıştır. Karar vericilerin görüşleri yamuk bulanık sayılar ile değerlendirilerek belirtilen yöntemler ile alternatifler sıralanmıştır.

Chamodrakas vd. (2010), çalışmalarında en iyi tedarikçiyi belirlemek için AHP tabanlı bulanıklık tercih programlama yöntemini kullanmışlardır.

Sakallı (2010), çalışmasında bulanık ortamda bir üretim / dağıtım planlama modeli ve çözüm yaklaşımı önermiştir. Bununla birlikte, matematiksel modeli, geriye doğru sıralama seçeneğini kullanmaz. Bu yazının asıl amacı, bu engelin gösterilmesi ve geçerli bir sınırlama önermektir.

Özdemir (2010), çalışmasında, Türkiye’de otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren bir firmada ürün gruplarını dikkate alarak tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Farklı ürün gruplarına ait ürünlerin tedarikçilerinin seçiminde kullanılan kriterlerin ağırlıkları karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda ürün gruplarına göre uygun tedarikçi seçiminde kriterlerin ağırlıklarının değiştiği belirlenmiştir.

Gnanasekaran vd. (2010), çalışmalarında AHP ve Gri teori yaklaşımı birlikte kullanılarak tedarikçi seçimi çalışması yapılmıştır. Çalışma otomotiv sektöründe hizmet veren bir firma için yapılmıştır.

Liao vd. (2010), çalışmalarında Tayvanlı TV kanalları için en uygun program tedarikçisini seçmek için kullanmışlardır. Performans, geribildirim, etkileşim ve üretim uygulamada kullanılan seçim kriterlerinin bazılarıdır. Çalışmalarının sonunda toplam ağırlıklarına göre dört tedarikçi sıralanmıştır.

Sanayei vd. (2010), çalışmalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinden VIKOR yöntemi ile, otomotiv sektöründe bir firma için tedarikçi seçimi çalışması yapılmıştır. Uygulamada 3 karar verici ile 5 kriter değerlendirilerek 5 alternatif değerlendirilmiştir

Wu vd. (2010), çalışmalarında bulanık ortamda lineer programlama ile tedarikçi çalışmasını incelemişlerdir. Kurulan modelde risk faktörleri minimizasyonu için ayrı bir amaç fonksiyon eklenmiştir. Bu faktörler ekonomik çevre ve tedarikçi hizmet derecesi olarak alınmış olup kurulan modelde bütün kısıt ve hedefler bulanık olarak alınmıştır.

Kazançoğlu ve Ada (2010), çalışmalarında BAHP ile perakende sektöründe tedarikçi seçimi çalışması yapılmıştır.

Supçiller ve Çapraz (2011), çalışmalarında tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. ÇKKV yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri birlikte bir işletmeye en uygun tedarikçinin seçilmesi amacıyla uygulanmıştır. Çalışmada, literatür incelendiğinde yaygın olarak kullanıldığı tespit edilen kalite, maliyet, teslimat ve hizmet kriterleri ana kriterler olarak belirlenmiştir ve bunların alt kriterleri tanımlanmıştır. AHP yöntemi, ana kriterler ve alt kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi için, TOPSIS yöntemi ise tedarikçilerin sıralanması için kullanılmıştır.

Mahdiloo vd. (2011), çalışmalarında data envelopment analysis'i, tedarikçileri verimlilik skorlarına göre sınıflandırmak için tedarikçi seçimi çalışmalarında kullanmışlardır.

Aktepe ve Ersöz (2011), çalışmalarında tedarikçi seçimi için bir BAHP İşlem modeli ve bir vaka çalışması yapılmıştır.

Dalalah vd. (2011), çalışmalarında tedarikçi seçimi için hibrit bir bulanık ÇKKV modeli önermişlerdir. Çalışmada bulanık DEMATEL ve FTOPSIS yöntemleri kullanılmıştır.

Karpak vd. (2011), Bu çalışmada, görsel etkileşimli hedef programlama ile tedarikçi seçim çalışması yapılmıştır.

Aksoy ve Öztürk (2011), çalışmalarında bir otomotiv şirketinden elde edilen verilere ilişkin Artificial Neural Network'e dayalı tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi gerçekleştirilmişlerdir. Çalışmanın sonunda tedarikçiler üç sınıfa ayrılmışlardır.

Zeydan vd. (2011), çalışmalarında otomotiv sektöründe hizmet veren bir firma için tedarikçi seçimi yapılmıştır. Çalışmada BAHP ve BTOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. BAHP'de ağırlıklar hesaplanmış olup BTOPSIS yönteminde ise alternatifler sıralanmıştır.

Yılmaz (2012), Bu çalışmada, endüstriyel fırın üreten bir firmanın tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi BAHP-VIKOR yöntemleri ile ele alınmıştır.

Bruno vd. (2012), çalışmalarında İtalyan demiryolu endüstrisinde en iyi tedarikçiyi seçmek için AHP yöntemini kullanmışlardır.

Akyüz (2012), çalışmada mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın ambalaj tedarikçisi seçim problemi için bulanık VIKOR yöntemini kullanmıştır.

Asamoah vd. (2012), çalışmalarında Ghana'daki bir farmasötik üretim firmasına tedarikçi değerlendirmesi ve seçimi için AHP yöntemini uygulamışlardır.

Amin ve Zhang (2012), çalışmalarında tedarikçi seçimi, sipariş tahsisi ve kapalı döngü şebeke yapılandırması için çok amaçlı bir karışık tamsayı Multi-Objective Programming modeli sunmuştur.

Shaw vd. (2012), çalışmalarında tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir firma için BAHP ve bulanık doğrusal programlama yöntemlerini kullanarak tedarikçi seçimi yapmışlardır.

Daneshvar Rouyendegh ve Erkan (2012), çalışmalarında AHP yöntemi ile bir üniversite için teçhizat temini yapan firmalar arasından en iyi tedarikçilerin seçilmesi yapılmıştır.

Çakın ve Özdemir (2013), bu çalışmada, makine sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Doğru tedarikçi seçimi için birçok nitel ve nicel kriterin birlikte dikkate alınması gerektiğinden, tedarikçi seçimi için ÇKKV tekniklerinden ANP ve ELECTRE yöntemleri bütünleşik bir şekilde uygulanmıştır. ANP yöntemi ile probleme ilişkin tüm kriterler ağırlıklandırılmış ve ELECTRE yöntemi ile de 12 tane tedarikçi değerlendirilmiştir.

Rajesh ve Malliga (2013), çalışmalarında tedarikçileri stratejik olarak seçmek için AHP ve kalite fonksiyonu dağıtımını birleştiren entegre bir yaklaşım geliştirmişlerdir.

Yıldırım ve Öney (2013), çalışmalarında bulut teknolojisi kapsamında BAHP-MOORA yöntemleri kullanılarak en iyi tedarikçi firma sıralaması yapılmıştır.

Roshandela vd. (2013), çalışmalarında kimya sektöründe hizmet veren bir firma için tedarikçi seçimi yapmışlardır. Çalışmada BTOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Tedarikçiler kalite, teslimat, maliyet, teknoloji, esneklik, hizmet ve cevap verebilme ana kriterleri olmak üzere yirmi beş alt kriter ile birlikte değerlendirmişlerdir.

Özder vd. (2015), çalışmalarında TOPSIS ve HP teknikleri ile tedarikçi seçimi çalışılmıştır.

Dobos ve Vörösmarty (2014), çalışmalarında data envelopment analysis'e dayalı bir tedarikçi seçme yöntemi geliştirmişlerdir.

Safa vd. (2014), çalışmalarında fiyat, teslimat süresi, performans ve erken ödeme gibi kriterlere göre en uygun tedarikçiyi seçmek için TOPSIS yöntemini kullanmışlardır.

Junior vd. (2014), çalışmalarında tedarikçi seçimi karar verme bağlamında BAHP ve BTOPSIS yöntemlerinin karşılaştırmalı bir analizi sunulmaktadır. Açıklayıcı bir örnek olarak, her iki yöntem otomotiv üretim zincirindeki bir şirketin tedarikçilerinin seçimine uygulanmıştır.

Ware vd. (2014), çalışmalarında dinamik tedarikçi seçimi problemini çözmek için MINLP'yi geliştirmişlerdir.

Mani vd. (2014), çalışmalarında karar vermede AHP kullanarak toplumsal parametreler aracılığıyla toplumsal olarak sürdürülebilir tedarikçi seçimi üzerine odaklanmaktadır. Bu metodoloji, eşitlik, sağlık, güvenlik, ücretler, eğitim, hayırseverlik, çocuk ve bağlı emek gibi uzmanlarca doğrulanmış olan sosyal sürdürülebilirlik göstergelerinin gelişimini göstermektedir. Çalışma ayrıca, yukarıda belirtilen metriklerin, AHP'yi kullanarak karar verme seçeneklerini önceliklendirmek için nasıl kullanılabileceğini açıklamaktadır.

Koç vd. (2014), çalışmalarında Carglass isimli firma için gerçek bir tedarikçi seçim problemini AHP yöntemi ile çözmektedir.

Kannan vd. (2014), çalışmalarında Brezilya'da bir elektronik firması için BTOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi yapılmıştır.

Karimi ve Rezaenia (2014), çalışmalarında tedarikçi seçimi, bu makalede incelenen karar verme açısından çok önemli kriterlerden biridir. Bu araştırma, hedef programlamadaki farklı pozisyonları göz önüne alan çok parçalı hedef programlama formülasyonunu uygular.

Jadidi vd. (2014), çalışmalarında tedarikçi seçimini çözmek için çok amaçlı bir optimizasyon problemi kullanmışlardır.

Ayvaz vd. (2015), çalışmalarında uygun tedarikçinin seçim için, nitel ve nicel değerlendirme kriterlerini bir arada dikkate alan BTOPSIS yöntemi sunulmuştur. Önerilen model Türkiye'de katılım bankacılığı sektöründe hizmet vermekte olan bir firmanın elektronik imza tedarikçilerini değerlendirme sürecine uygulanmıştır.

Ayhan vd. (2015), çalışmalarında bir işletmede tedarikçi seçimi için BAHP ve karma tamsayı doğrusal programlama yöntemleri bir arada kullanılmıştır. BAHP de ağırlıklar belirlenmiş ve bu ağırlıklar doğrusal programlamaya girdi olarak kullanılarak tedarikçi seçimi yapılmıştır.

Rajesh ve Ravi (2015), çalışmalarında tedarikçi seçim çalışması yapılmıştır. Bu seçimde gri ilişkisel analiz yöntemi ele alınmıştır.

Sultana vd. (2015), çalışmalarında bulanık Delphi metodunu BAHP ve BTOPSIS temelli yaklaşımla bütünleştirerek belirlenen kriterlere en yüksek memnuniyeti sağlayan en iyi tedarikçinin seçilmesidir. Bulanık Delphi yöntemi en önemli ölçütleri tanımlamak için kullanılırken, değerlendirme kriterlerinin görece önemini elde etmek için BAHP kullanılmıştır. En sonunda bunlardan en iyisini seçmek amacıyla tedarikçilerin sıralamasında BTOPSIS kullanılmıştır.

Özder ve Eren (2015), çalışmalarında tedarikçi seçiminde AHP ve HP Yöntemlerinin entegrasyonu çalışılmış ve örnek bir uygulama yapılmıştır.

Hashemi vd. (2015), çalışmalarında otomotiv sektöründe hizmet veren bir firma için bütünlük ANP ve gri ilişkisel analiz yöntemleri ile yeşil tedarikçi değerlendirme problemi üzerine çalışmışlardır.

Özder vd. (2015), çalışmalarında otomotiv üretiminde faaliyet gösteren tedarikçi seçimi sorunu tartışılmıştır. Sorunu çözmek için öncelikli HP kullanılmış ve ideal çözüm noktalarını belirlemek için ise TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır.

Kar (2015), çalışmada tedarikçi seçim problemi için bulanık küme teorisi, AHP ve yapay sinir ağları metotlarından oluşan melez bir yöntem önermişlerdir.

Jadidi vd. (2015), çalışmalarında yeni bir çok seçenekli hedef programlama yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen modelin en önemli avantajlarından biri, karar vericilere tercihleri üzerinde daha fazla kontrol sahibi olmasını sağlamak ve örnekleyici bir örnek ile önerilen modelin etkinliğini göstermektir.

Sivrikaya vd. (2015), çalışmalarında tekstil endüstrisinde etkili bir tedarikçi seçimi ve sipariş verme süreci sağlayan karar destek için entegre bir değerlendirme yaklaşımı sunulmaktadır.

Büyüközkan ve Göçer (2016), çalışmalarında tedarikçi değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarını belirlemek için bir ÇKKV tekniği olan sezgisel BAHP ve rekabetçi tedarikçi alternatiflerinin sıralamaya yönelik sezgisel bulanık aksiyomatik tasarım ilkelerinden oluşmaktadır. Bu yaklaşımda karar vericilerin değerlendirmesi ve görüşleri sezgisel bulanık ortamına genişletilirken, belirsizliklerin üstesinden gelmek, karar sürecinin tarafsızlığını en aza indirmek ve önyargıyı önlemek için grup karar verme yaklaşımı kullanılmıştır.

Dweiri vd. (2016), çalışmalarında bir karar destek teklif etmektir. Pakistan'ın gelişmekte olan bir ülkesinde otomotiv sanayinin bir örneğini kullanarak AHP'ye

dayanan tedarikçi seçimi modeli yapılmakta ve ayrıca tedarikçi seçim kararının dayanıklılığını kontrol etmek için ise hassasiyet analizi yapılmıştır.

Galankashi vd. (2016), çalışmalarında otomotiv sektöründe tedarikçileri değerlendirme ve seçmek için BAHP modeli önerilmiştir.

Tavana vd. (2016), çalışmalarında yöneticilere tedarikçilerin değerlendirme sürecinde yardımcı olması için melez bir uyarlamalı sinir bulanık çıkarım sistemi - Yapay Sinir Ağı modeli önerilmiştir. AHP aracılığıyla veri setini topladıktan sonra, tedarikçilerin performansı üzerindeki en etkili kriterler uyarlamalı sinir bulanık çıkarım sistemi tarafından belirlenir. Ardından, tedarikçilerin performansını en etkili ölçütlere dayalı olarak öngörmek ve derecelendirmek için Çok Katmanlı Algılayıcı kullanılır. Ayrıca örnek bir vaka çalışması yapılmıştır.

Özder ve Eren (2016), çalışmalarında otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Problemi çözmek için ÇKKV yöntemi ve HP teknikleri kullanılmıştır.

Aydın ve Eren (2017a), çalışmalarında savunma sanayinde geliştirilmekte olan füze sistemlerinde kullanılan mekanik parçaların üretimi için seçilen kriterlere göre en iyi tedarikçiyi belirleyen hibrit bir yöntem (BAHP-HP) üzerinde durulmuş; kalite, maliyet, tedarik süresi, insan gücü ve teknoloji kriterleri doğrultusunda bir seçim yapılmaya çalışılmıştır.

Aydın ve Eren (2017b), çalışmalarında savunma sanayinde geliştirilmekte olan füze sistemleri için kritik ham malzeme sınıfında olan parçaların üretimi için en iyi tedarikçinin seçilmesi amacıyla, seçilen kriterlere göre en iyi tedarikçiyi belirleyen bir BAHP-BTOPSIS melez yöntemi üzerinde durulmuş; kalite, fiyat uygunluğu, teslim süresi, uygun makine ve yaşanılmış tecrübe kriterleri doğrultusunda bir seçim yapılmaya çalışılmıştır.

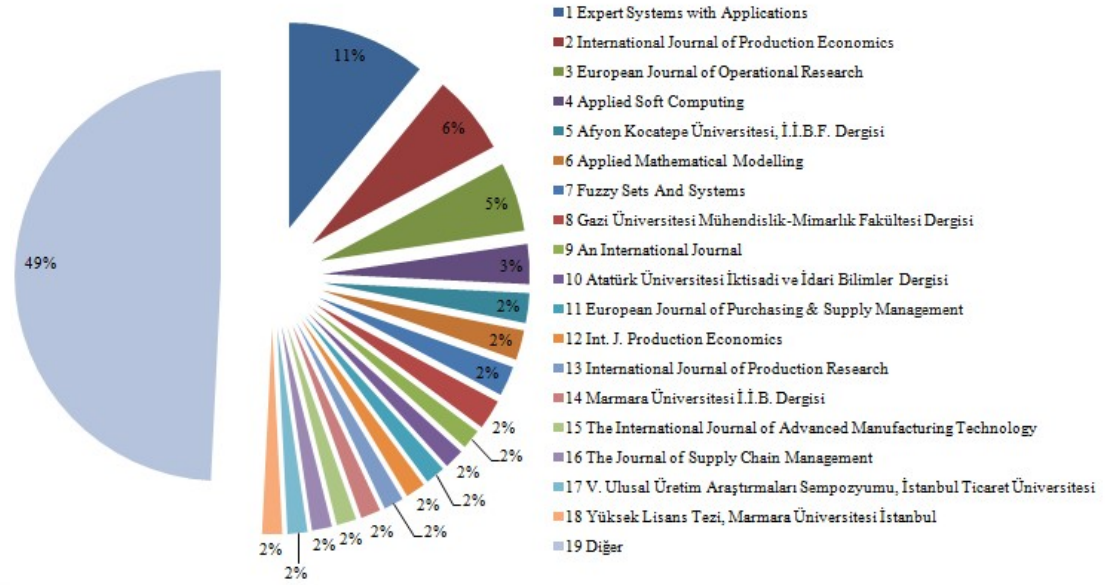
Aydın ve Eren (2017c), çalışmalarında savunma sanayinde kritik bir alt bileşen için en iyi tedarikçinin seçilmesi amacıyla, seçilen kriterlere göre en iyi tedarikçi

belirleyen bir AHP-TOPSIS melez yöntemi üzerinde durulmuş; kalite, maliyet, teslimat, makina parkuru, kalifiye işçilik ve teknik yeterlilik kriterleri doğrultusunda bir seçim yapılmaya çalışılmıştır.

Literatürde yapılan çalışmaları yayın yeri, yöntem ve sektörler göre aşağıdaki çizelgelerde ifade edildiğinde yayın yeri olarak “Expert Systems with Applications”, yöntem olarak “AHP” ve sektör olarak ise “Genel” de yapılan çalışmaların ağırlıkta olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.1. Yayın Yerine Göre Dağılımlar

No	Yayınlandığı Yer	Sayı
1	Expert Systems with Applications	14
2	International Journal of Production Economics	8
3	European Journal of Operational Research	7
4	Applied Soft Computing	4
5	Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi	3
6	Applied Mathematical Modelling	3
7	Fuzzy Sets And Systems	3
8	Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi	3
9	An International Journal	2
10	Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi	2
11	European Journal of Purchasing & Supply Management	2
12	Int. J. Production Economics	2
13	International Journal of Production Research	2
14	Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi	2
15	The International Journal of Advanced Manufacturing Technology	2
16	The Journal of Supply Chain Management	2
17	V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi	2
18	Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi İstanbul	2
19	Diğer	63



Şekil 3.1. Yayın Yerine Göre Dağılımlar

Çizelge 3.1 tedarikçi seçim çalışmasının araştırma alanına en çok katkıda bulunan dergiler hakkında bilgi vermektedir. Avrupa Uygulamalı Uzman Sistemler Dergisi'nin tedarikçi seçimi literatürünün çoğunu yayınladığı açıktır. %49 olarak ifade edilen kısım, çeşitli yayın yerlerinin sadece bir kez kullanılmasından oluşmaktadır.

Çizelge 3.2. Yöntemlere Göre Dağılımlar

Kullanılan Yöntemler	Çalışmayı Yapanlar
AHP	Ada vd. (2005) Asamoah vd. (2012) Ababutain (2002) Bhutta ve Huq (2002) Bruno vd. (2012) Chan vd. (2007) Chan ve Chan (2004) Chan (2003) Dweiri vd. (2016) Forman ve Gass (2001)

Çizelge 3.2. (devam)

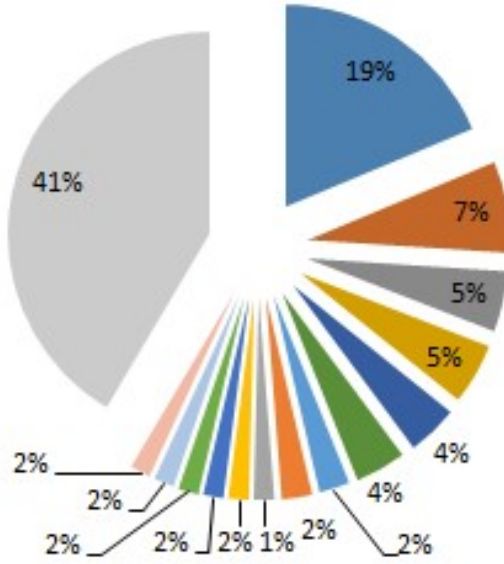
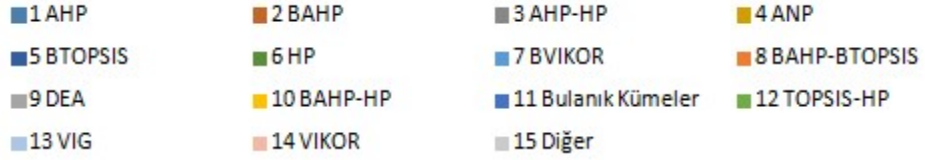
Kullanılan Yöntemler	Çalışmayı Yapanlar
AHP	Galankashi vd. (2016) Hou ve Su (2006) Ada vd. (2005) Asamoah vd. (2012) Ababutain (2002) Bhutta ve Huq (2002) Bruno vd. (2012) Chan vd. (2007) Chan ve Chan (2004) Chan (2003) Dweiri vd. (2016) Forman ve Gass (2001) Galankashi vd. (2016) Hou ve Su (2006) Handfield vd. (2002) Koç ve Burhan (2014) Küçük ve Ecer (2008) Liu ve Hai (2005) Mani vd. (2014) Muralidharan vd. (2002) Özdemir (2010) Özyörük ve Özcan (2005) Rouyendegh, ve Erkan (2012) Tam ve Tummala (2001) Saaty (1980)
AHP-ANP-GRA	Rajesh ve Ravi (2015)
AHP-DEA	Sevкли (2007)
AHP-ELECTRE	Soner ve Önüt (2006)
AHP-BAHP	Haq ve Kannan (2006)
AHP-BAHP-ANN	Kar (2015)
AHP-BAHP-BTOPSIS	Kavlakcı (2014)
AHP-HP	Badri (1999) Dağdeviren ve Eren (2001) Girginer ve Kaygısız Özder ve Eren (2015) Reddy ve Naidu (2007) Schniederjans vd. (1995)
AHP-GRA	Gnanasekaran vd. (2010)
AHP-LP	Ghodsypour ve O'Brien (1988)
AHP-MOLP	Ting ve Cho (2008)
AHP-QFD	Rajesh ve Malliga (2013)

Çizelge 3.2. (devam)

Kullanılan Yöntemler	Çalışmayı Yapanlar
AHP-TOPSIS	Supçiller ve Çapraz (2011)
ANN	Albino ve Garavelli (1998)
ANN-ANFIS-AHP-MLP	Tavana vd. (2016)
ANP	Bayazit (2006)
	Dağdeviren (2005)
	Görener (2009)
	Gencer ve Gulpinar (2007)
	Liao vd. (2010)
	Özder ve Eren (2016)
ANP-ELECTRE	Çakın ve Özdemir (2013)
ANP-FANP-TOPSIS	Önüt vd. (2009)
ANP-GRA	Hashemi vd. (2015)
ANP-TOPSIS-NGT	Shyur ve Shih (2006)
CLSC-FST	Amin ve Zhang (2012)
ÇKKV	Boer vd. (1998)
DEA	Mahdiloo (2011)
	Narasimhan vd. (2001)
DEA-CWA	Dobos ve Vörösmarty (2014)
DEA-NN	Çelebi ve Bayraktar (2008)
ESESS	Bayraktar (2004)
BAHP	Aktepe ve Ersöz (2011)
BAHP	Akman ve Atakan (2006)
	Bottani ve Rizzi (2005)
	Chamodrakas vd. (2010)
	Chang (1966)
	Dağdeviren (2007)
	Kazançoğlu ve Ada (2010)
	Topçu (2014)
BAHP-BMOLP	Shaw vd. (2012)
BAHP-BTOPSIS	Aydın ve Eren (2017)
	Junior vd. (2014)
	Öztürk vd. (2008)
BAHP-BTOPSIS-BDELPHI	Sultana (2015)
BAHP-HP	Aydın ve Eren (2017)
	Sivrikaya vd. (2015)
BAHP-MILP	Ayhan ve Kilic (2015)
BAHP-MOORA	Yıldırım, ve Önay (2013)
BAHP-VIKOR	Yılmaz (2012)
BANP-VIKOR	Özbek (2014)
BMIP-VSP	Kumar vd. (2006)
BSMART	Chou ve Chang (2008)

Çizelge 3.2. (devam)

Kullanılan Yöntemler	Çalışmayı Yapanlar
BTOPSIS	Ayvaz vd. (2015) Chen vd. (2006) Kannan vd. (2014) Özdemir ve Seçme (2009) Roshandela (2013)
BTOPSIS-BVIKOR	Zingil (2009)
Bulanık Hiyerarşi TOPSIS	Wang vd. (2009)
Bulanık MCDM	Carlson ve Fuller (1996)
Bulanık Kümeler	Buckley (1985) Chen (2001)
Bulanık Teori	Lopez (2007)
BVIKOR	Akyüz (2012) Buyukozkan ve Ruan (2008) Sanayei (2010)
HP	Ignizio ve Romero (2003) Jones ve Tamiz (2009) Jadidi vd. (2015) Karimi ve Rezaeinia (2014) Tamiz ve Jones (1997)
HP-BHP	Kağnıcıoğlu (2006)
HP-MOO	Charnes ve Cooper (1977)
GRA-RST	Li vd. (2008)
IFAHP-IFAD	Büyüközkan ve Göçer (2016)
JIT-ANN	Aksoy ve Öztürk (2011)
LP	Ng (2008)
MAUT	Min (1994)
MOP-DEA	Narasimhan vd. (2006)
MP	Hong vd. (2005)
MSM	Barla (2003)
PROMETHEE	Dağdeviren ve Eraslan (2008)
SAW-TOPSIS-VIKOR	Chu vd. (2007)
Stochastic	Liao ve Rittscher (2007)
TOPSIS	Safa (2014)
TOPSIS – IFWA	Boran vd. (2009)
TOPSIS-DEMATEL	Dalalah vd. (2011)
TOPSIS-HP	Jadidi vd. (2014) Özder (2015)
VIG	Karpak vd. (2011) Karpak vd. (2001)
VIKOR	Liu ve Yan (2007) Tong vd. (2007)
VIKOR-TOPSIS-ELECTRE-PROMETHEE	Opricovic ve Tzeng (2007)



Şekil 3.2. Kullanılan Yöntemlere Göre Dağılımlar

Çizelge 3.2 tedarikçi seçim çalışmasının araştırma alanına en çok katkıda bulunan yöntemler hakkında bilgi vermektedir. Yapılan literatür çalışmasına göre AHP yönteminin tedarikçi seçiminde en fazla kullanılan yöntem olduğu görülmektedir. %41 olarak ifade edilen kısım, çeşitli yöntemlerin sadece bir kez kullanılmasından oluşmaktadır.

Çizelge 3.3. Sektörlere Göre Dağılımlar

Uygulanan Sektör	Çalışmayı Yapanlar
Ambalaj	Supçiller ve Çapraz (2011)
Bankacılık	Ayvaz vd. (2015)
Beyaz eşya	Dağdeviren ve Eraslan (2008)
	Sevкли (2007)
Denizcilik	Kavlıacı (2014)
Eğitim	Çiçekli ve Karaçizmeli (2013)
	Rouyendegh, ve Erkan (2012)
	Topçu (2014)
Elektronik	Gencer ve Gurpınar (2007)
	Kannan vd. (2014)
	Karpak vd. (2001)
	Ng (2008)
	Rajesh ve Ravi (2015)
Emlak	Schniederjans vd. (1995)
Genel	Ada vd. (2005)
	Büyüközkan ve Göçer (2016)
	Boer vd. (1998)
	Bhutta ve Huq (2002)
	Bayraktar (2004)
	Bayazit (2006)
	Buckley (1985)
	Boran vd. (2009)
	Chen vd. (2006)
	Chen (2001)
	Chan ve Chan (2004)
	Chan (2003)
	Chou ve Chang (2008)
	Chu vd. (2007)
	Charnes ve Cooper (1977)
	Carlson ve Fuller (1996)
	Chang (1966)
	Çelebi ve Bayraktar (2008)
	Haq ve Kannan (2006)
	Kumar vd. (2006)
	Mani vd. (2014)
	Opricovic ve Tzeng (2007)
	Özder ve Eren (2015)
	Özbek (2014)
	Shyur ve Shih (2006)
	Ting ve Cho (2008)
	Dağdeviren ve Eren (2001)

Çizelge 3.3. (devam)

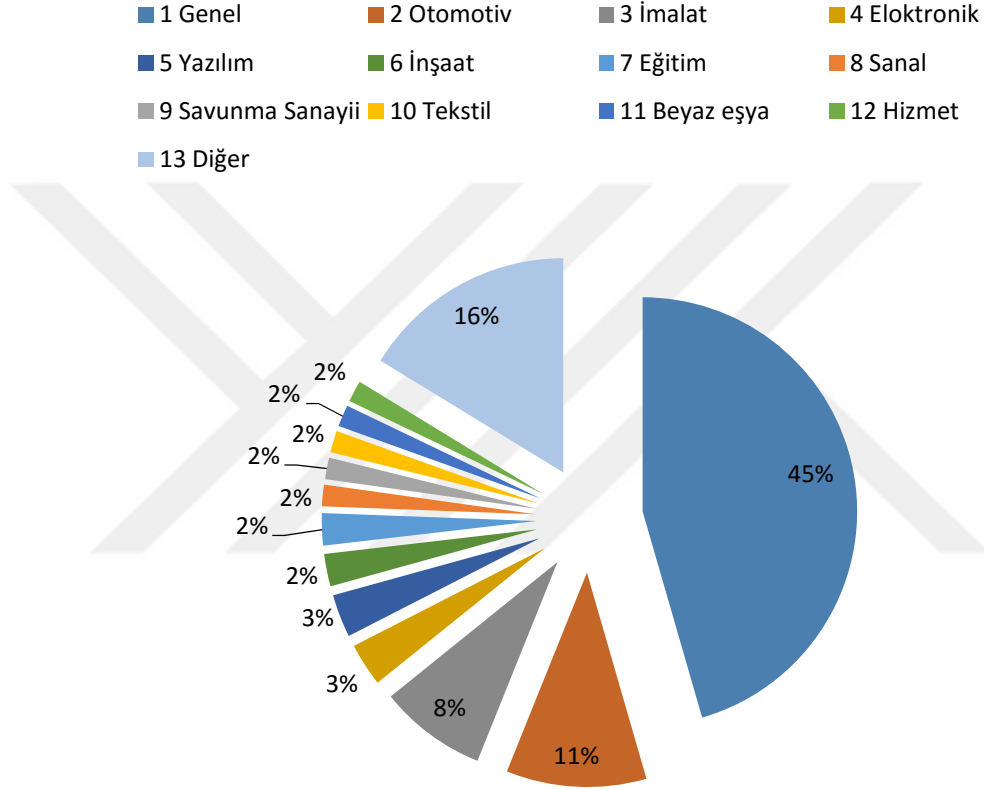
Uygulanan Sektör	Çalışmayı Yapanlar
	Dağdeviren (2005)
	Forman ve Gass (2001)
	Ghodsypour ve O'Brien (1988)
	Hou ve Su (2006)
	Handfield vd. (2002)
	Ignizio ve Romero (2003)
	Jones ve Tamiz (2009)
	Jadidi vd. (2015)
	Jadidi vd. (2014)
	Kar (2015)
	Karimi ve Rezaeinia (2014)
	Karpak vd. (2011)
	Kağnıcioğlu (2006)
	Liu ve Hai (2005)
	Li vd. (2008)
	Lopez (2007)
	Liu ve Hai (2005)
	Liao ve Rittscher (2007)
	Min (1994)
	Mahdiloo (2011)
	Muralidharan vd. (2002)
	Narasimhan vd. (2001)
	Narasimhan vd. (2006)
	Sultana (2015)
	Sanayei (2010)
	Tavana vd. (2016)
	Tamiz ve Jones (1997)
	Saaty (1980)
	Wang vd. (2009)
Giyim	Küçük ve Ecer (2008)
GSM	Önüt vd. (2009)
Havacılık	Chan vd. (2007)
Hizmet	Dağdeviren (2007)
	Tam ve Tummala (2001)
İmalat	Aktepe ve Ersöz (2011)
	Barla (2003)
	Bruno vd. (2012)
	Çakın ve Özdemir (2013)
	Dalalah vd. (2011)
	Görener (2009)

Çizelge 3.3. (devam)

Uygulanan Sektör	Çalışmayı Yapanlar
	Görener (2009)
	Rajesh ve Malliga (2013)
	Soner ve Önüt (2006)
	Tong vd. (2007)
	Yılmaz (2012)
İnşaat	Albino ve Garavelli (1998)
	Liu ve Yan (2007)
	Safa (2014)
Kamu	Ababutain (2002)
Kimya	Roshandela (2013)
Lojistik	Amin ve Zhang (2012)
Medikal	Asamoah vd. (2012)
Mobilya	Akyüz (2012)
	Özdemir ve Seçme (2009)
Nakliye	Öztürk vd. (2008)
Otomotiv	Aksoy ve Öztürk (2011)
	Akman ve Atakan (2006)
	Ayhan ve Kilic (2015)
	Dweiri vd. (2016)
	Gnanasekaran vd. (2010)
	Galankashi vd. (2016)
	Hashemi vd. (2015)
	Junior vd. (2014)
	Koç ve Burhan (2014)
	Özder ve Eren (2016)
	Özdemir (2010)
	Özder (2015)
	Özyörük ve Özcan (2005)
Perakende	Kazançoğlu ve Ada (2010)
Sağlık	Zingil (2009)
Sanal	Bottani ve Rizzi (2005)
	Chamodrakas vd. (2010)
Savunma Sanayii	Aydın ve Eren (2017a)
	Aydın ve Eren (2017b)
Tarım	Hong vd. (2005)
Tedarik	Dobos ve Vörösmarty (2014)
Tekstil	Sivrikaya vd. (2015)
	Shaw vd. (2012)
Tesis Konum Tahsisi	Badri (1999)
TV	Liao vd. (2010)
Yazılım	Buyukozkan ve Ruan (2008)

Çizelge 3.3. (devam)

Uygulanan Sektör	Çalışmayı Yapanlar
Yazılım	Girginer ve Kaygısız Reddy ve Naidu (2007) Yıldırım, ve Önay (2013)



Şekil 3.3. Sektörlere Göre Dağılımlar

Çizelge 3.3 tedarikçi seçim çalışmasının araştırma alanına en çok katkıda bulunan sektörler hakkında bilgi vermektedir. Yapılan literatür çalışmasına göre genel yapılan çalışmaların tedarikçi seçiminde en fazla kullanılan alan olduğu görülmektedir. Ardından en fazla paya sahip olan otomotiv sektörü gelmektedir.

4. HEDEF PROGRAMLAMA

Hayatımızın pek çok bölümünde bazı kararlar alırız. Bu kararların tümünün arzu edilen şekilde gerçekleşmesi çoğu zaman mümkün olmayabilir. Hedef programlama, birden fazla kararların istenilen hedeflere ulaşması ya da bu hedeflere yakın sonuçlar elde edilmesi adına kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. HP'de herbir hedef kısıtını birer amaca dönüştürerek bu amaçlardaki sapmaları minimuma indirmek yoluyla hedeflere ulaşılması sağlanmaktadır (Tamiz ve Jones, 1997).

HP'de tüm hedefleri gerçekleştirmek oldukça zordur. Bu nedenle problemdeki istenilen optimal sonuçlar kümesinde en iyi tatmin eden çözüm elde edilmeye çalışılır. HP' de tatmin edici çözüm elde edilmesi için ilk olarak hedefler ve bu hedefler için öncelikleri belirlenmesi gerekmektedir. Daha sonra öncelik sırasına göre istenilen hedefler gerçekleştirilir (Öztürk, 2004).

HP'yi diğer optimizasyon yöntemlerinden ayıran en önemli özellik şüphesiz ki "tatminkarlık" unsurudur. Yapılan çalışmalarda modeldeki tek bir amaç fonksiyonu maksimize veya minimize yapılmaya çalışılmaz. HP modeli ile modeli oluşturan kişiler hedeflerini en yakın değerde gerçekleştirmeye çalışırlar (İgnizio ve Romeo, 2003). HP modelinin tümü birçok hedeflere ulaşmayı sağlar. Bu hedeflere mümkün olduğu kadar yakın elde etmek HP'nin temel amacıdır. Bu nedenle "tatminkarlık" HP'nin başlangıç temelini oluşturur (Jones ve Tamiz, 2009).

HP hakkında ilk olarak (1955) yılında Charnes ve arkadaşlarının yaptığı çalışma, daha sonra da Charnes ve Choper (1961)'de yaptığı başka bir çalışma bulunmaktadır. 1972 yılında Lee'nin yaptığı çalışmayla hedef programlama geliştirilmiştir. Bu yöntem ÇKKV yöntemleri arasında en yaygın olarak kullanılan yöntemdir (Dağdeviren ve Eren, 2001).

4.1. Hedef Programlamamanın Yapısı

HP temel olarak beş ana bileşenden oluşur. Bunlar; karar değişkenleri, sistem kısıtları, hedef kısıtları, amaç fonksiyonları ve birleşik amaç fonksiyonudur.

Karar Değişkenleri: Modelde karar verici tarafından belirlenmek istenen bilinmeyen değişkenlerdir.

Sistem Kısıtları: Modelde kullanılan olmazsa olmaz kısıtlardır. Hiçbir şekilde taviz verilmeyen katı kısıtlar da denebilir. Bu kısıtlar eldeki kıt kaynakları tanımlamakta kullanılır.

Hedef Kısıtları: Ulaşılmak istenilen amaçlar için oluşturulmuş kısıtlardır. Bu kısıtlar sistem kısıtları gibi katı ve değişmez değillerdir. Hedef kısıtlarına eklenen sapma değişkenleri en küçüklenecek şekilde, sistem kısıtlarından sonra istenilen hedefler gerçekleştirilmeye çalışılır. Tam anlamıyla hedefe ulaşılmışsa sapma değişkenleri sıfırdır. Hedef tam anlamıyla sağlanmamışsa negatif veya pozitif sapma değişkenleri meydana gelir.

Amaç Fonksiyonları: Modelde kullanılan amaç fonksiyonuna istenilen hedef kısıtlarındaki sapma değişkenlerinin minimize edilmesi amaçlanmaktadır.

Birleşik Amaç Fonksiyonu: Modeldeki tüm amaç fonksiyonlarının belirli bir öncelik sıralarına göre veya ağırlıklarına göre toplam şekilde yazılmasıdır.

4.2. Hedef Programlamamanın Formülasyonu

HP'de doğrusal optimizasyondaki gibi amaç fonksiyonu doğrudan maksimize veya minimize edilmesi amaçlanmamaktadır. Bu metotta hedef kısıtlarda kullanılan sapma değişkenlerinin en küçüklenmesi amaçlanmaktadır. Sapma değişkenler negatif veya pozitif yönde değerler alabilir.

HP matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (Charnes ve Cooper, 1977):

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^k (d_i^+ + d_i^-)$$

$$\sum_{j=1}^n k_{ij}y_j + d_i^+ + d_i^- = l_i$$

$$d_i^+ + d_i^- = 0$$

$$x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad i=1\dots k \quad j=1\dots n$$

Değişkenler

y_j : j. Karar değişkeni

k_{ij} : i. hedefin j. karar değişkeni katsayısı

l_i : i. hedef için ulaşılmak istenen değer

d_i^+ : i. hedefin pozitif sapma değişkeni

d_i^- : i. hedefin negatif sapma değişkeni

4.3. Hedef Programlamada Öncelik Yöntemi

Bu yöntemde hedefler modeli oluşturan kişi veya kişiler tarafından öncelik sırasına göre en yüksekten en düşüğe sıralanır. Öncelik sırasına göre hedef kısıtlarındaki fonksiyonlar sırasıyla yazılarak model çalıştırılır. Daha sonra çıkan sonuç modele eklenir ve diğer öncelikli hedef amaç fonksiyonu çalıştırılır. Bu aşamalar tekrarlanarak hedeflere ulaşılmaya çalışılır. Amaç fonksiyonunda P_1, P_2, \dots, P_n önem derecelerini gösterir (Taha, 1987). n hedefli bir hedef programlama modelinde öncelik yöntemi kullanılarak oluşturulan örnek amaç fonksiyonu aşağıda gösterilmiştir:

$$\text{Min}Z = P_1(d_1^-) + P_2(d_2^+) + P_3(d_3^+) + \dots + P_n(d_n^+)$$

4.4. Hedef Programlamada Ağırlıklandırma Yöntemi

Bu yöntemde gerçekleşmesi istenen hedeflere ağırlık puanları verilerek hedefler tek bir amaç fonksiyonuyla kullanılır. k hedefli bir hedef programlama modelinin ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak oluşturulmuş örnek amaç fonksiyonu;

$$\text{Min}Z = W_1G_1 + W_2G_2 + W_3G_3 + \dots + W_nG_n$$

Burada W_i , $i=1,2,\dots,k$, her bir hedefe karar vericinin verdiği önemi yansıtan pozitif ağırlıklardır. W_i değerleri toplamı 1 olması gerekir ve kişisel yöntemlerle belirlenirler. (Taha, 1987).

4.5. Hedef Programlama Modelinin Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları:

HP ile birden fazla amaca sahip modeller çözülebilir. Kullanılan her çalışmada hedeflerin öncelikleri bakımından optimal bir sonuç verirken, birbirleriyle ters olan amaç fonksiyonlarının birlikte kullanılmasına olanak sağlar. Modelde kullanılan hedef kısıtları olmazsa olmaz katı çizgiler yerine daha esnek bir tutumla belirlenir. Matematiksel hesaplanmasında Simpleks yöntem kullanıldığından elde edilen sonuç hızlı hesaplanır. Doğrusal programlamada çözüm bulunmadığında, HP ile uygun bir çözüme yakın sonuç elde edilebilir.

Dezavantajları:

Elde edilen sonuç her zaman beklenen veya istenilen sonuçları doğurmayabilir. Modelde kullanılan hedef kısıtlarının öncelikleri veya ağırlıkları modeli oluşturan kişi tarafından verildiğinden öznel bir yapıya sahiptir. İki veya daha fazla amaç fonksiyonu kullanıldığından karmaşık bir modelleme ile çalışılabilir.

5. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Yaşamımızın her döneminde birçok alternatif arasından seçim yaptığımız kararlar bulunmaktadır. Aldığımız her karar için elimizdeki alternatiflerden birini seçerek diğer alternatifleri eleriz (Kardam, 2001). Günümüzde sürekli değişen ve zamanla zorlaşan çalışma koşulları insan, kurum ve kuruluşları devamlı olarak çeşitli kararlar vermeye, bu kararları verirken de iyi ve başarılı sonuçlar verme ihtimali yüksek olanı seçmeye şartlandırmaktadır (Forman ve Gass, 2001). Karar verme sürecine nümerik yöntemlerin ve karar teknolojilerinin (karar analizleri, modelleri, algoritmaları ve teorileri) sürece pozitif bir etkisi olduğu aşikardır (Carlson ve Fuller, 1996). Karar verme aşamasında ÇKKV yöntemlerinin kullanılması kararı vermekle sorumlu yöneticilere alternatifleri değerlendirmek konusunda yardımcı olmakta ve sahip olunan kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Bu kapsamda ÇKKV yöntemleri ölçülebilen ve ölçülemeyen birçok stratejik ve operasyonel faktörü eş zamanlı olarak değerlendirme imkânı sağlayan, aynı zamanda karar verme sürecine çok sayıda kişiyi dâhil edebilen bir analitik yöntemdir (Dağdeviren vd, 2005).

ÇKKV, çok kriter ve karar verme kelime gruplarından oluşmaktadır (Ababutayn, 2002). ÇKKV yöntemi, grup kararı (Chu, Shyu vd. 2007; Opricovic ve Tzeng, 2007), kalite (Tong vd., 2007), mühendislik (Liu ve Yan, 2007) ve kurumsal kaynak planlaması (Büyüközkan ve Ruan, 2008) gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Çok Kriterli Karar Verme; Çok Amaçlı Karar Verme ve Çok Nitelikli Karar Verme, olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır (Phua ve Minowa, 2005). ÇNKV yöntemi, birden fazla kriterden oluşan sorunların çözümünde kullanılmaktadır. ÇNKV yönteminde, AHP, ANP, TOPSIS, PROMETHEE ve ELECTRE en çok tercih edilen yöntemlerdir (Timor, 2011).

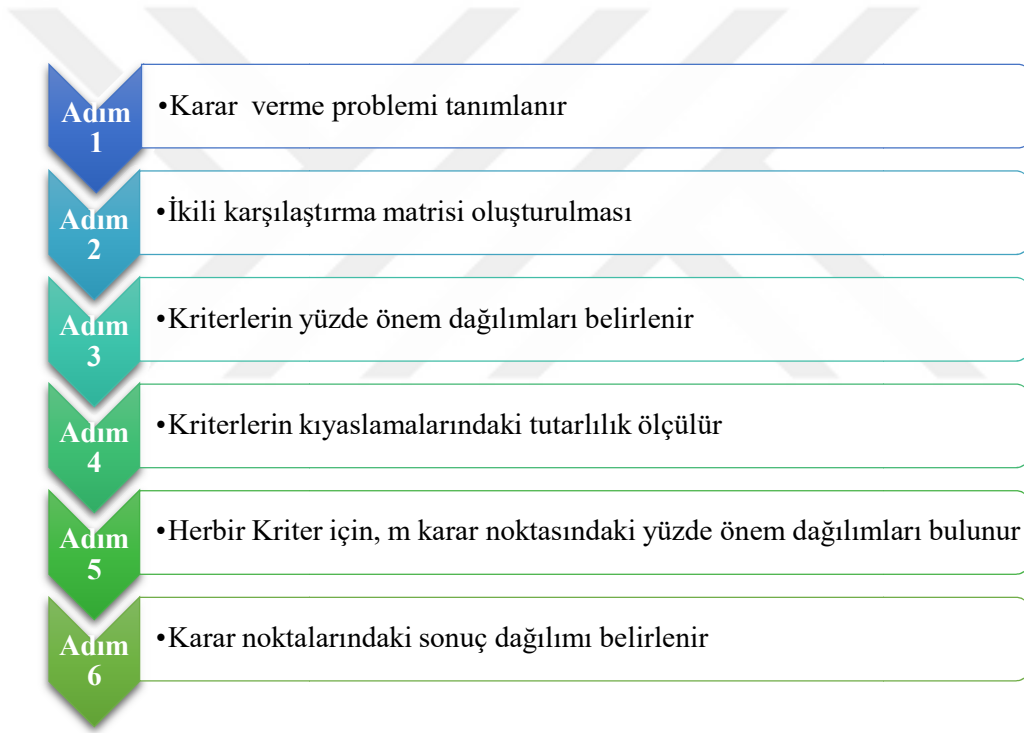
5.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi

Thomas Saaty (1980) tarafından ortaya atılan AHP, karmaşık problemlerin çözümlenmesinde karar vericiye önceliklerini seçmek ve en uygun kararın

verilmesinde yardımcı olur. Bu kararlar bir dizi ikili karşılaştırmalarla minimize edilip sentezlenerek alınan kararın öznel ve nesnel taraflarını ortaya çıkarmak konusunda yardımcı olur. Ayrıca AHP, karar vericilerin değerlendirmelerinin tutarlılığını kontrol etmekte de bir teknik sunarak karar vericilerin bu süreçteki önyargılarını azaltmaktadır.

Bir karar verme probleminin AHP yöntemi ile çözülebilmesi için izlenmesi gereken adımlar Çizelge 5.1’de sıralanmıştır.

Çizelge 5.1. AHP Adımları



5.1.1. Karar Verme Probleminin Tanımlanması

Karar verme probleminin tanımlanabilmesi için iki aşama gereklidir. Birinci kısım da karar noktaları belirlenir. Başka bir ifade ile “kararın kaç sonuç üzerinden değerlendirileceği” sorusu cevaplanmalıdır. İkinci kısımda ise karar noktalarını etki eden kriterler belirlenir. Bu çalışmada karar noktalarının sayısı m, karar noktalarını

etkileyen kriter sayısı ise n ile gösterilmiştir. Özellikle sonuca etki edecek kriterlerin sayısının doğru bir şekilde belirlenmesi ve her kriterin detaylı tanımlamalarının yapılması, ikili karşılaştırmaların tutarlı ve mantıklı yapılabilmesi açısından önem arz etmektedir.

5.1.2 İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Kriterler arası karşılaştırma matrisi, $n \times n$ boyutunda kare matristir. Bu matrisin köşegeni üzerindeki bileşenleri 1 değerini alır. Karşılaştırma matrisi aşağıda (5.1) de gösterildiği gibidir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (5.1)$$

Matris köşegeni üzerinde yer alan bileşenler, yani $i = j$ olduğu anda, 1 değerini almaktadır. Bunun sebebi ilgili kriterin kendisi ile karşılaştırılmasından kaynaklanmaktadır. Kriterler karşılaştırılırken sahip oldukları önem değerlerine göre ve karşılıklı olarak birebir yapılır. Bu karşılaştırma yapılırken Çizelge 5.2.'deki önem skalası kullanılır (Özcan, 2011). Yapılan bu karşılaştırmalar, matrisin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan kısım için yapılır. Köşegenin altında kalan kısım için ise (5.2) formülünün kullanılması gereklidir.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (5.2)$$

Yukarıda belirtilen açıklamaya göre matrisinin birinci satır ve üçüncü sütunun kesişim yeri ($i = 1, j = 3$) 3 değerini aldığı anda, matrisin üçüncü satır ve birinci sütun kesişim yeri ($i=3, j=1$), (5.2) formülünden $1/3$ değerini alacaktır.

Çizelge 5.2. Önem Skalası

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemli	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur.
3	Birinin Diğetine Göre Çok Az Önemli Olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğetine çok az derecede tercih ettirir.
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğetine kuvvetli derecede tercih ettirir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
9	Aşırı Derecede Önemli	Bir faaliyetin diğetine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ortalama Değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler.

5.1.3. Kriterlerin Yüzde Önem Dağılımlarının Belirlenmesi

Karşılaştırma matrisi, kriterlerin birbirlerine göre önem seviyelerini belirli bir mantık kapsamında gösterir. Ancak bu kriterlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını, diğeri bir ifade ile yüzde önem dağılımlarını belirleyebilmek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılarak n adet ve n bileşenli B sütun vektörü (5.3) oluşturulur.

Bu vektör (5.3) de gösterilmiştir.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad (5.3)$$

B sütun vektörlerinin hesaplanmasında (5.4) formülünden yararlanılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (5.4)$$

Buraya kadar anlatılan adımlar bütün kriterler için tekrarlandığında kriter sayısı kadar B sütun vektörü elde edilmiş olacaktır. n adet B sütun vektörünün, matris formatında bir araya getirilmesiyle (5.5) de gösterilen C matrisi oluşturulmuş olacaktır.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (5.5)$$

C matrisi kullanılarak kriterlerin birbirlerine göre önem değerlerini belirten yüzde önem dağılımları elde edilir. (5.6) formülü yardımı ile C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınarak Öncelik Vektörü W elde edilmiş olur.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (5.6)$$

W vektörü (5.7) aşağıda gösterilmiştir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (5.7)$$

5.1.4. Kriter Kıyaslamalarındaki Tutarlılığın Ölçülmesi

AHP yöntemi yapısı gereği tutarlı bir sistematığe sahip olsada, gerçekçi bir sonuç elde edebilmek için karar vericilerin kriterler arası ikili karşılaştırmadaki tutarlılığı burada ön plana çıkmaktadır. AHP bu ikili karşılaştırmalardaki tutarlılığın belirlenebilmesi için bir süreç önermektedir. Sonuçta elde edilen Tutarlılık Oranı (CR) ile, bulunan öncelik vektörünün ve dolayısıyla kriterler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığın test edilebilmesi imkanını sağlamaktadır. AHP, CR hesaplamasının özünü, kriter sayısı ile Temel Değer adı verilen (λ) bir katsayının karşılaştırılmasına dayandırmaktadır. λ ' nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü (5.8) elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (5.8)$$

(5.9) formülünde gösterildiği gibi, bulunan D ve W sütun vektörlerinin karşılıklı elamanlarının karşılıklı her bir değerlendirme kriterine ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması ((5.10) formülü) ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (5.9)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (5.10)$$

λ hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI), (5.11) formülünden yararlanarak hesaplanabilir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (5.11)$$

Son etapta ise CI, Random Gösterge (RI) olarak belirtilen ve Çizelge 5.2’de gösterilen standart düzeltme değerine bölünerek ((5.12) formülü) CR elde edilir (Supçiller ve Çapraz, 2011). Çizelge 5.3’den kriter sayısına karşılık gelen değer seçilir. Örneğin 4 kriterli bir karşılaştırmada kullanılacak RI değeri Çizelge 5.3’den 0.9 olacaktır.

Çizelge 5.3. RI Değerleri

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

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5.12)$$

Hesaplanan CR değerinin 0.10 dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0.10’ dan büyük olması ya AHP’ deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir.

5.1.5. Her Bir kriter İçin, m Karar Noktasındaki Yüzde Önem Dağılımlarının Bulunması

Bu kısım buraya kadar anlatılan şekilde ancak bu sefer, her bir kriter açısından karar noktalarının yüzde önem dağılımları belirlenir. Diğer bir ifade ile ikili karşılaştırmalar ve matris işlemleri, kriter sayısı kadar (n kez) tekrarlanır. Ancak bu kez her bir kriter için karar noktalarında kullanılacak G karşılaştırma matrislerinin boyutu $m \times m$ olacaktır. Her bir karşılaştırma işlemi sonrası $m \times 1$ boyutlu ve değerlendirilen kriterin karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri (5.13) elde edilir. Bu sütun vektörleri aşağıda belirtilmiştir.

$$S_i = \begin{bmatrix} s_{11} \\ s_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ s_{m1} \end{bmatrix} \quad (5.13)$$

5.1.6. Karar Noktalarındaki Sonuç Dağılımının Bulunması

Bu kısımda ilk olarak yukarıda anlatılan n tane $m \times 1$ boyutlu S sütun vektöründen meydana gelen ve $m \times n$ boyutlu K karar matrisi (5.14) oluşturulur. Karar matrisi aşağıda belirtilmiştir.

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.14)$$

Sonuçta karar matrisi W sütun vektörü (öncelik vektörü) ile aşağıdaki gibi çarpıldığında ise m elemanlı L sütun vektörü (5.15) elde edilir. L sütun vektörü karar noktalarının yüzde dağılımını verir. Diğer bir deyişle vektörün elemanlarının toplamı 1 dir. Bu dağılım aynı zamanda karar noktalarının önem sırasını da gösterir.

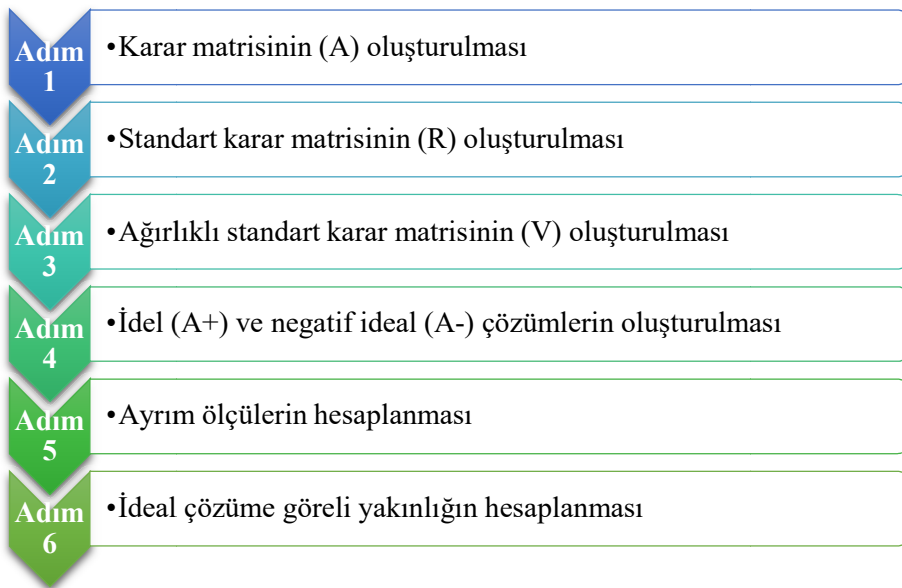
$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ l_{m1} \end{bmatrix} \quad (5.15)$$

Kriterler için yapılan işlemler alternatifler içinde kriter bazında tekrarlanıp elde edilen kriter ve alternatiflerin öz vektörlerinin çarpımları, alternatifler arasındaki sıralamayı verecektir.

5.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS Yoon ve Hwang tarafından 1980 yılında geliştirilmiş olup ELECTRE yönteminin temel yaklaşımlarını kullanır. Karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ana prensibine dayanır ve çözüm süreci ELECTRE yöntemine nazaran daha kısadır. TOPSIS yöntemi 6 adımdan oluşan bir çözüm sürecini içerir. Yöntemin ilk iki adımı ELECTRE yöntemi ile ortaktır. Bu adımlar Çizelge 5.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4. TOPSIS Adımları



5.2.1. Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri yer alır. A matrisi (5.16) karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi aşağıdaki gibi gösterilir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.16)$$

A_{ij} matrisinde m karar noktası sayısını, n değerlendirme kriteri sayısını verir.

5.2.2. Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması

Standart Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak ve aşağıdaki formül (5.17) kullanılarak hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (5.17)$$

R matrisi (5.18) aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.18)$$

5.2.3. Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması

Öncelikle değerlendirme kriterlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_i) belirlenir ($\sum_{i=1}^n w_i = 1$). Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili w_i değeri ile çarpılarak V matrisi (5.19) oluşturulur. V matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.19)$$

5.2.4. İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması

TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme kriterinin monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır.

İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme kriteri minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. İdeal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde (5.20) gösterilmiştir.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \mid j \in J), (\min_i v_{ij} \mid j \in J^c) \right\} \quad (5.20)$$

(5.20) formülünden hesaplanacak set $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$ şeklinde gösterilebilir.

Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme kriteri maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde (5.21) gösterilmiştir.

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J') \right\} \quad (5.21)$$

(5.21) formülünden hesaplanacak set $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$ şeklinde gösterilebilir.

Her iki formülde de J fayda (maksimizasyon), J' ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir. Gerek ideal gerekse negatif ideal çözüm seti, değerlendirme kriteri sayısı yani m elemandan oluşmaktadır.

5.2.5. Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme kriter değerinin İdeal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayırım (S_i^*) ve Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. İdeal ayırım (S_i^*) ölçüsünün hesaplanması (5.22) formülünde, negatif ideal ayırım (S_i^-) ölçüsünün hesaplanması ise (5.23) formülünde gösterilmiştir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (5.22)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (5.23)$$

Burada hesaplanacak S_i^* ve S_i^- sayısı doğal olarak karar noktası sayısı kadar olacaktır.

5.2.6. İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının (C_i^*) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması aşağıdaki formülde (5.24) gösterilmiştir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (5.24)$$

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

Ayrıca sonuçların yüzdelik dilimine göre Çizelge 5.5’de belirtilen kabul durumları hakkında bilgi edinilmesi de mümkündür.

Çizelge 5.5. Kabul Koşulları

Yakınlık Katsayısı C_i	Değerlendirme Durumu
CC_i ∈ [0,0.2)	Tavsiye edilmez
CC_i ∈ [0.2,0.4)	Yüksek risk ile tavsiye edilir
CC_i ∈ [0.4,0.6)	Düşük risk ile tavsiye edilir
CC_i ∈ [0.6,0.8)	Kabul edilir
CC_i ∈ [0.8,1.0)	Kabul edilir ve tercih edilir

5.3. Bulanık AHP Yöntemi

5.3.1. Bulanık Mantık

Literature ilk defa 1965 yılında Lotfi Zadeh tarafından kazandırılmış olan bulanık mantık ilkeleri belirsizliği açıklama kabiliyeti açısından sağladığı üstünlükler ile öne çıkmaktadır. Teorinin matematiksel işlemleri ve matematiksel programlamayı bulanık alanda uygulamaya elverişli olması diğer büyük avantajlarından biridir. Bir bulanık küme, her bir elemanı 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesine sahip bir fonksiyon ile tanımlanır. Bu üyelik dereceleri, bir bulanık küme için süreklilik arz eder (Akman ve Atakan, 2006).

Bulanık mantık, belirsizlik altında sonuçlandırılması gereken ve kesin olmayan gerçek problemlerin tanımlanması ve çözülmesi için son derece kullanışlı bir yöntemdir. Bulanık mantık “evet” ya da “hayır”, “doğru” ya da “yanlış” gibi klasik değişkenler yerine “orta”, “yüksek”, “düşük” gibi ortalama değerleri kullanan çok değişkenli bir teoridir (Dağdeviren, 2007).

BAHP yöntemi Zadeh (1965) tarafından ortaya konulan bulanık küme teorisi yaklaşımına dayanmaktadır (Zadeh, 1965). Bulanıklığın söz konusu olduğu durumda hiyerarşik yapıların analizi ilk olarak karar vericilerin ikili karşılaştırmalara ilişkin ifadelerini incelerken kesin değerler yerine bulanık oranlardan faydalanmış olan Buckley (1985) tarafından önerilmiştir (Buckley, 1985-Kavlıkcı, 2014).

BAHP sayesinde karar vericiler karşılıklı karşılaştırmalar yaparken “İyi”, “Daha iyi” gibi ifadeleri kullanarak değerlendirme yapabilmektedir. Bu da karar vericilerin değerlendirme yapabilme kabiliyetlerini oldukça artırmaktadır.

5.3.2. Dilsel Belirsizlik

Hayatımızdaki tercihlerimiz, aldığımız kararlar bir düzen oluşturmak veya karmaşıklıkları çözmek içindir. Hayat karmaşıktır ve bu karmaşıklık da genellikle belirsizliklerden kaynaklanmaktadır.

Dilde yaygın olarak kullanılan belirsizlik kavramı, bulanık küme teorisi yardımıyla anlamlı hale getirilebilmektedir. Yani bulanık kümeler, dilsel belirsizliğin matematiksel olarak ifade edilebilmesini sağlamaktadır. Belirsizlik, olacakların bilinip bunların olma olasılığı hakkında yeterli bilgi sahibi olamamak veya elde edilen sonucun mevcut alternatiflerin sonuçlarından hangisine ait olduğundan emin olamamaktır (Tercone vd. 2003).

Bir problem içerisinde dilsel değişkenlerin kullanımı, dilsel belirsizliğe neden olmaktadır. Dilsel değişken, değerleri sayısal olarak ifade edilemeyen, bir dildeki kelime veya kelime grupları olan değişkenlere verilen isimdir (Zadeh, 1987). Bunlar, kelime ile kelime gruplarını sayısal veriler gibi kullanan değişkenlerdir ve zor ya da karmaşık durumları tanımlamaya oldukça elverişli olarak kabul edilmektedir. Dilsel değişkenler, sözcüklerle ifade edilen nitel durumları modellemek, bir süreç haline getirmek ve değerlendirmeler yapmak için kullanılmaktadırlar. Problemlere bulanık yaklaşım ile çözüm arandığında dilsel ifadelerden sıklıkla faydalanılmaktadır.

5.3.3. Bulanık Kümeler ve Üyelik Fonksiyonları

Bulanık yaklaşım, Sayıların Komşuluğu felsefesine dayanır. Karar sürecinde bir durum bir sayıyla ifade edilebiliyorsa, söz konusu durumun kabul edilirliliği o sayının gerçekleşmesi ile sağlanacaktır. Ancak söz konusu sayıya yakın sayılar karar sürecinin bir parçası olarak algılanmayacaktır. Oysa belirli bir güven katsayısında bu sayıların farklı popülasyonların üyeleri olduğunu öne sürmek de istatistiksel açıdan yanlıştır. Örneğin, bir araç motoru ısısının 95° 'ye ulaşması, motorun soğutma biriminin çalışmasını başlatan bir durumsa, belki de ısının 92°C 'ye ulaşması aynı

sürecin başlaması için bir ön şart olarak kabul edilebilir. Bu kapsamda aynı amaca hizmet eden sayıların komşuluğundan söz etmek mümkündür.

Bulanık küme, devamlı üyelik derecesine sahip nesnelar kümesidir. Bulanık küme, her nesneyi 0 ile 1 arasında değışen üyelik derecesine sahip üyelik fonksiyonu ile nitelendirmektedir (Zadeh, 1965). E evrensel kümesinde tanımlanan, bulanık küme A için μ_A üyelik fonksiyonu, $\mu_A: E \rightarrow [0,1]$ şeklinde ifade edilmektedir. Yine bulanık kümesindeki elemanı için üyelik derecesinin gösterimi $A=\{(x, \mu_A(x)) \mid x \in E\}$ şeklindedir (Zimmermann, 1992). Üyelik fonksiyonu $[0,1]$ kapalı aralığında gerçekar bir sayıyı göstermektedir. Burada 0 sayısı ilgili nesnenin kümenin üyesi olmadığını, 1 sayısı da ilgili nesnenin kümenin tam üyesi olduğunu ve bu iki değerk arasındaki herhangi bir sayı ise ilgili nesnenin kümeye kısmi üyeliğini gösterir. A kümesi $[m_1, m_2]$ aralığında ise genel olarak $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu denklem 5.25'teki gibi tanımlanabilir:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < m_1 \\ 1, & m_1 \leq x \leq m_3 \\ 0, & x > m_3 \end{cases} \quad (5.25)$$

5.3.4. Bulanık Sayılar

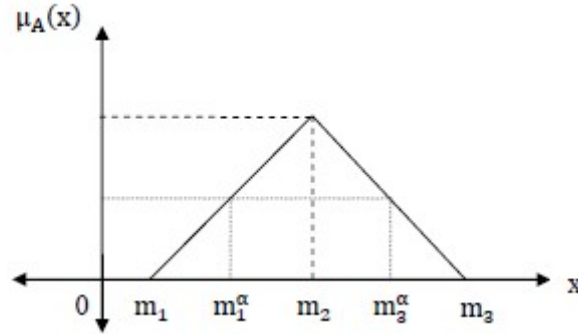
Bulanık sayılar dışbükey, normalleştirilmiş, sınırlı-sürekli üyelik fonksiyonları olan bir bulanık küme olarak ifade edilir (Baykal ve Beyan, 2004). Bulanık sayılar, bulanık kümelerin özel bir alt kümesidir. 3 civarı, yaklaşık olarak 17, hemen hemen 8,9'dan küçük vb. gibi kesin olmayan veya yaklaşık sayısal miktarların nitelenmesinde bulanık sayılar oldukça kullanışlıdır. Ele alınan konuya göre değışik bulanık sayılar kullanmak mümkündür. Genel olarak pratik uygulamada kullanılan üçgen ve yamuk olmak üzere iki tür bulanık sayı söz konusudur. Bu çalışmada üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır.

Üçgen bulanık sayılar, üç tane gerçek sayıyla tanımlanmış bulanık sayıların özel bir çeşitidir ve (m_1, m_2, m_3) şeklinde ifade edilir. $m_1, m_2,$ ve m_3 parametreleri sırasıyla en küçük olası değer, en olası değer ve en büyük olası değeri ifade etmektedir.

Üçgen bulanık sayının üyelik fonksiyonu Denklem 5.26'daki gibi tanımlanır (Triantaphlou, 2000).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < m_1 \\ \frac{x - m_1}{m_2 - m_1}, & m_1 \leq x \leq m_2 \\ \frac{m_2 - x}{m_3 - m_2}, & m_2 \leq x \leq m_3 \\ 0, & x > m_3 \end{cases} \quad (5.26)$$

Bulanık mantık bu noktada α katsayısına bağlı olarak m_2 'ye yakın değerlerin, bu değerlere yüklenen anlam ile temsil edileceği varsayımına dayanmaktadır. Diğer bir deyişle m_2 'deki belirsizlik, varsayılacak ya da dağılıma göre bulunabilecek bir katsayısı ile tolere edilebilir. Söz konusu komşuluk Şekil 5.1'te gösterilmiştir (Kahraman vd. 2004).



Şekil 5.1. Üçgen Bulanık Sayı Komşuluğu

α değeri bulanık mantık terminolojisinde kesim katsayısı olarak adlandırılır. m_1^α ve m_3^α sayıları ise, m_2 normal değerinin komşuluğunu oluşturan aralığın alt ve üst sınır değerleridir. Diğer bir deyişle m_1^α ve m_3^α arasındaki tüm sayılar m_2 normal değeri ile aynı anlama sahiptir. m_1^α ve m_3^α değerleri denklem 5.27 ve 5.28 ile hesaplanır.

$$\frac{m_1^\alpha - m_1}{m_2 - m_1} = \alpha \quad (5.27)$$

$$\frac{m_3 - m_3^\alpha}{m_3 - m_2} = \alpha \quad (5.28)$$

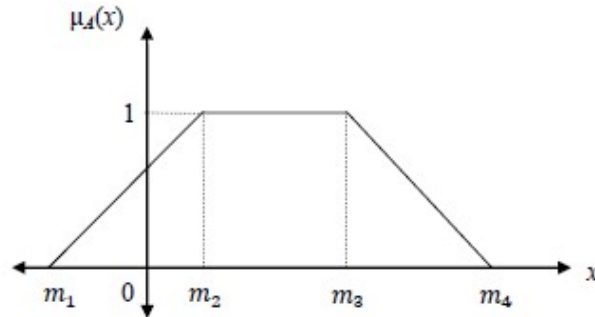
Denklem 5.27 ve 5.28'den, $\forall \alpha \in [0,1]$ için $A_\alpha = [m_1^\alpha, m_3^\alpha]$ aralığı oluşturulabilir. m_1^α ve m_3^α değerleri denklem 5.29 ve 5.30'de gösterilmiştir.

$$m_1^\alpha = \alpha.(m_2 - m_1) + m_1 \quad (5.29)$$

$$m_3^\alpha = m_3 - \alpha.(m_3 - m_2) \quad (5.30)$$

Eğer bulanık mantık sayılarına ilişkin kümede normal kabul edilen iki değer varsa yani küme, $A = (m_1, m_2, m_3, m_4)$ şeklinde dört belirleyici değerden oluşuyorsa, bu durumda üyelik fonksiyonu yamuk üyelik fonksiyonu tipinde olacaktır. Yamuk üyelik fonksiyonu denklem 5.31'de tanımlanmış, Şekil 5.2'de gösterilmiştir (Kahraman vd. 2004).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < m_1 \\ \frac{x - m_1}{m_2 - m_1}, & m_1 \leq x \leq m_2 \\ 1, & m_2 \leq x \leq m_3 \\ \frac{m_4 - x}{m_4 - m_3}, & m_3 \leq x \leq m_4 \\ 0, & x > m_4 \end{cases} \quad (5.31)$$



Şekil 5.2. Yamuk Bulanık Sayı Komşuluğu

Bu fonksiyonlara bakıldığında, bir bulanık ifadenin üç özelliği anlaşılabilir. Bunları şu şekilde sıralamak mümkündür:

- * Bir kümede bulunan öğelerden en az bir tanesinin en büyük üyelik derecesi olan 1'e sahip olması gerekmektedir. Bu duruma bulanık kümenin normal olması denir.
- * Üyelik dereceleri 1 olan öğe komşuluğundaki öğelerin de üyelik dereceleri 1'e yakın olmalıdır. Bu durumda bulanık kümenin monoton olduğu anlaşılır.
- * Üyelik derecesi 1'e eşit öğeye eşit uzaklıktaki öğelerin üyelik derecelerinin birbirine eşit olması gerekir. Bu duruma da bulanık kümenin simetri özelliği adı verilir (Şen, 2001).

5.3.5. Üçgensel Bulanık Sayılarda Yaklaşık Aritmetik İşlemler

Üçgen bulanık sayılarda tanımlanmış birçok işlem vardır. Fakat burada, bu çalışmada kullanılan işlemler açıklanmıştır. $A = (l_1, m_1, u_1)$ ve $B = (l_2, m_2, u_2)$ iki pozitif bulanık sayı, k da pozitif gerçel sayı olmak üzere:

$$A + B = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (5.32)$$

$$A \times B = (l_1 \cdot l_2, m_1 \cdot m_2, u_1 \cdot u_2) \quad (5.33)$$

$$A \times k = (l_1 \cdot k, m_1 \cdot k, u_1 \cdot k) \quad (5.34)$$

$$A^{-1} = (l_1 \cdot m_1 \cdot u_1)^{-1} \approx (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1) \quad (5.35)$$

Ayrıca iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık denklem 5.36 (Vertex Yöntemi) yardımıyla hesaplanabilir (Chen, 2000).

$$d_v(A, B) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2]} \quad (5.36)$$

Tedarikçilerin BAHP ile değerlendirilmesinde kullanılan metodolojiyi aşağıdaki şekilde maddeleyebiliriz:

5.3.6. Uzman Heyetinin Kriterleri Belirlemesi

Kriterler ve alternatiflerin önem skalası ve bu değerlere karşılık gelen bulanık sayılar ile değerlendirilmesi (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6. Chang Yöntemine Göre BAHP’de Kullanılan Ölçek

Sözel Önem	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit önemli	(1,1,1)	(1/1,1/1,1/1)
Biraz daha fazla önemli	(1,3,5)	(1/5,1/3,1/1)
Kuvvetli derecede önemli	(3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)
Çok kuvvetli derecede önemli	(5,7,9)	(1/9,1/7,1/5)
Tamamıyla önemli	(7,9,9)	(1/9,1/9,1/7)

Karşılaştırmalar, formül (5.37)’de görüldüğü gibi ikili karşılaştırma matrisinin tüm değerleri “1” olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılmaktadır. a_{ij} bulanık sayısı, i . eleman ile j . elemanın ikili karşılaştırma değeri olarak gösterilecek olursa, a_{ij} bulanık sayı değeri $1/a_{ij}$ eşitliğinden elde edilir. (Özbek, 2014).

$$\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \frac{1}{\tilde{a}_{12}} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{\tilde{a}_{1n}} & \frac{1}{\tilde{a}_{2n}} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (5.37)$$

5.3.7. Kriterler ve Alternatiflerin Bulanık Önem Ağırlıklarının Hesaplanması

BAHP çalışmalarında en çok karşılaşılan çözüm yöntemi ise Chang tarafından 1996 yılında önerilen Genişletilmiş Analiz Yöntemidir. BAHP'nin ikili karşılaştırma skalası için üçgensel bulanık sayıların kullanılması ve ikili karşılaştırmaların sentetik derece değerleri için derece analiz yönteminin kullanılmasını içeren yeni bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

Bu metot, Chang (1996) tarafından yazılan "Application of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP" isimli makaleye dayanmaktadır. AHP ile birlikte üçgensel bulanık sayıları karşılaştırmak için geliştirilen bir metottur. Çok kullanışlı ve kolay uygulanabilir bir yöntemdir.

Bu çalışmada Genişletilmiş BAHP yöntemi ele alınmıştır. Genişletilmiş BAHP yöntemi, insani düşünce tarzının belirsizliğini ele alma yeteneğine sahiptir ve çok kriterli karar verme problemlerini çözmeye etkilidir. Bu yöntemde izlenen metodoloji şu şekilde açıklanabilir:

$X=\{x_1,x_2,\dots,x_n\}$ bir nesnel kümesi ve $U=\{u_1,u_2,\dots,u_n\}$ de bir amaçlar kümesi olsun. Genişletilmiş analiz yöntemine göre, her bir nesne bir amacı gerçekleştirmek için ele alınır. Genişletilmiş ifadesi ile bu nesnenin amacı ne kadar gerçekleştirdiği ifade edilmektedir. Böylece, m tane genişletilmiş analiz değeri elde edilmiş olup, Denklem (5.38)'deki gibi gösterilir (Topçu, 2014).

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (5.38)$$

Buradaki tüm M_{gi}^j ($j=1,2,\dots,m$) değerleri, üçgen bulanık sayılardır. Chang'ın genişletilmiş analizinin adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Chang, 1996).

Adım1: i. Nesne için bulanık büyüklük değeri şu şekilde tanımlanır;

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (5.39)$$

$S_i = i$. Amacın sentez değeri

M_{gi}^i = Herbir amaca yönelik genişletilmiş değer

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^i = (\sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{j=1}^n u_j) \quad (5.40)$$

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^i]^{-1} = (\frac{1}{\sum_{i=1}^n u}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_j}) \quad (5.41)$$

Adım2: Bulanık değerler hesaplandıktan sonra, bu değerler birbirleriyle karşılaştırılarak, seçeneklerin ve ölçütlerin olabilirlik değerleri V elde edilir.

$$V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{diğer durumda} \end{cases} \quad (5.42)$$

Adım3: Konveks bir bulanık sayının k adet bulanık sayıdan, M_i ($i=1,2,\dots,k$) daha büyük olabilirlik derecesi şu şekilde tanımlanır;

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = [(M \geq M_1) \text{ ve } \dots (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i), i= 1,2,3, \dots, k \quad (5.43)$$

S_j ler için şu varsayımlar yapılmıştır;

$$k= 1,2,3,\dots,n \text{ } k \neq j \text{ için } d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (5.44)$$

Daha sonra Ağırlık Vektörü A_i ($i = 1,2,3,\dots,n$)'nin n elemandan oluştuğu şu şekilde ifade edilir;

$$W' = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), \dots, d(A_n))^T \quad (5.45)$$

Adım4: Normalizasyon ile normalize edilmiş ağırlık vektörü W elde edilir ve burada W bir bulanık sayı değildir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), \dots, d(A_n))^T \quad (5.46)$$

Sonuç olarak kriter ve alternatiflerin ağırlıkları matris düzlemde çarpılarak alternatiflerin sıralaması yapılır.

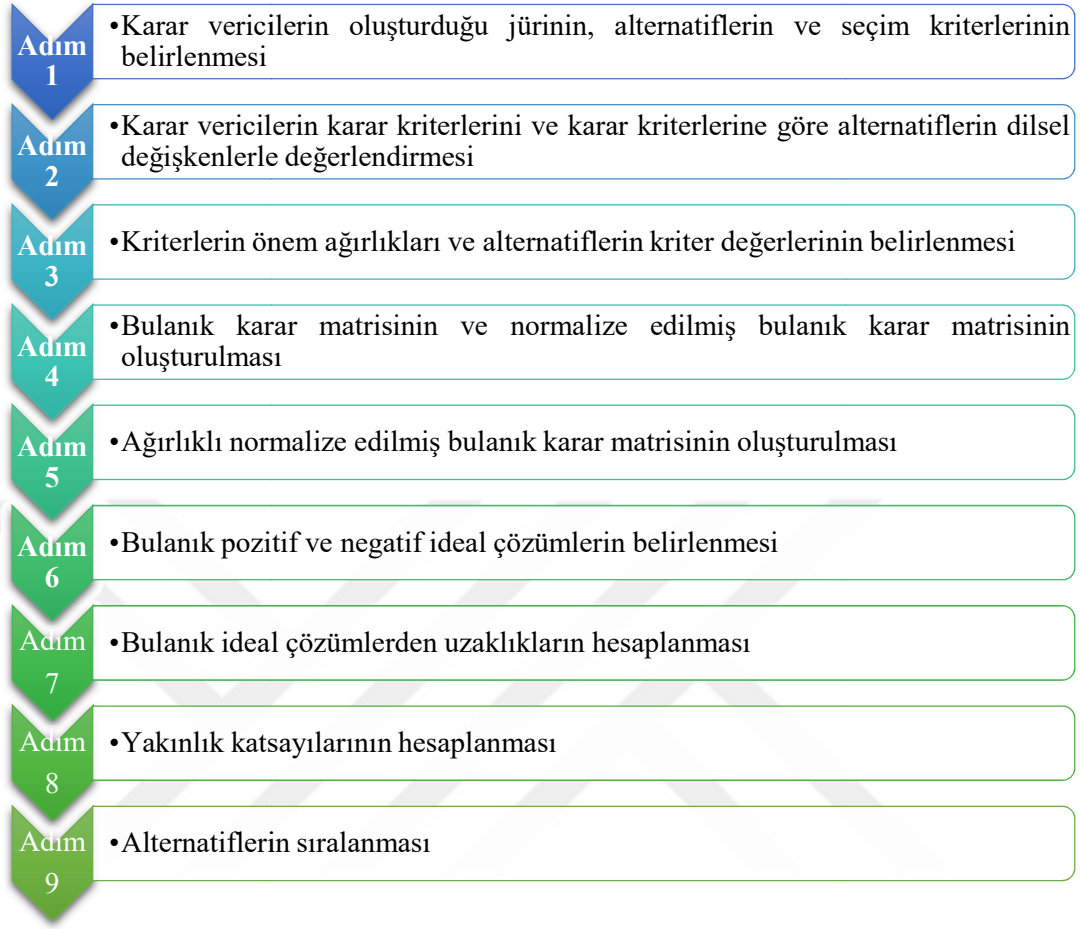
5.4. Bulanık TOPSIS Yöntemi

BTOPSIS yönteminde de klasik TOPSIS de olduğu gibi bulanık pozitif ideal çözüme en yakın ve bulanık negatif ideal çözüme en uzak değere sahip alternatifler seçilmektedir. Klasik TOPSIS yönteminde süreçte kullanılan faktörlerin ağırlıklı ve alternatiflerin değerleri kesin sayılarla ifade edilmektedir. Ancak gerçek dünya karar problemlerinde kesin sayılar çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, bu tip problemlerde faktör ağırlıklarının ve alternatif değerlendirmelerinin dilsel değişkenlere karşılık gelen bulanık sayılarla tanımlandığı BTOPSIS yöntemi çok daha etkili olmakta, daha gerçeğe yakın çözümlere ulaşılmasını sağlamaktadır (Demircioğlu, 2010).

Literatürde BTOPSIS yönteminin birçok uygulaması bulunmaktadır. Örneğin, Triantaphyllou ve Lin (1996) TOPSIS yönteminin bulanık aritmetik işlemlere dayanan bulanık versiyonunu geliştirmişlerdir. Chen (2000) TOPSIS yöntemini bulanık çevreye genişletmiştir ve bir yazılım firmasının sistem analizi mühendisi seçiminin sayısal örneğine uygulamıştır. Saghafian ve Hejazi, karar vericilerden oluşan bir grup olduğu zaman çok nitelikli karar problemlerine uygulanabilecek, değiştirilmiş BTOPSIS yöntemini ve BTOPSIS için yeni bir uzaklık ölçüsü geliştirmişlerdir (Demircioğlu 2010)

Chen (2000) tarafından geliştirilen genişletilmiş BTOPSIS yönteminde izlenen adımlar Çizelge 5.7 deki gibidir.

Çizelge 5.7. BTOPSIS Adımları



Adım 1: Karar verici grubu, değerlendirme kriterleri ve alternatifler belirlenir. Seçim işleminde kullanılacak karar verici grubu seçimin yapılacağı gruptur, bu gruba ait değerlendirme kriterleri belirlenir. Bunlar grup elemanlarını neye göre seçileceğinin kriterleridir. Seçim yapılacak alternatiflerde belirlenir.

- K adet karar verici

- A_i ile tanımlanan, m adet mümkün tedarikçiler $A_i = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$

- C_i ile tanımlanan, tedarikçilerin performansının değerlendirilmesinde kullanılan n adet karar kriteri $C_i = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$

- \tilde{x}_{ij} ile tanımlanan, C_j kriterlerine göre A_i alternatiflerinin performans değerleri

- \tilde{w}_j ile tanımlanan, C_j kriterlerinin önem ağırlıkları

Adım 2: Karar vericilerin karar kriterlerini ve karar kriterlerine göre alternatiflerin dilsel değişkenlerle değerlendirmesi.

İfade veya dilsel olarak tanımlanan değerlerden oluşan değişkene “dilsel değişken ” denir. Dilsel değişkenler üçlü bulanık sayılarla ifade edildiği gibi 1.2.3... şeklinde de ifade edilebilmektedir. FTOPSIS yöntemi hem nitel hem de nicel kriterin puanlamasıyla uğraşır. Bundan dolayı çok esnek bir yapıya sahiptir. Özetle farklı kriterlere göre alternatiflerin önem derecelerini hesaplamak için karar vericiler, dilsel değişkenler kullanırlar. Dilsel değişkenler Çizelge 5.8 ve 5.9 de verilmiştir

Çizelge 5.8. Karar Kriterlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak Karşılıkları

Dilsel İfadeler	Bulanık Sayı
Çok Düşük (ÇD)	(0.0,0.0,0.2)
Düşük (D)	(0.0,0.2,0.4)
Orta (O)	(0.3,0.5,0.7)
Yüksek (Y)	(0.6,0.8,1.0)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.8,1.0,1.0)

Çizelge 5.9. Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak Karşılıkları

Dilsel İfadeler	Bulanık Sayı
Çok Kötü (ÇK)	(0,0,2)
Kötü (K)	(0,2,4)
Orta (O)	(3,5,7)
İyi (İ)	(6,8,10)
Çok İyi (Çİ)	(8,10,10)

Adım 3: Kriterlerin önem ağırlıkları ve alternatiflerin kriter değerlerinin belirlenmesi

Karar vericilerin kriter ve alternatiflere yönelik yapmış oldukları değerlendirmeler birleştirilir. Bu işlem için denklem (5.47)'ile kullanılarak alternatifler için bulanık üçlü sayılar oluşturulur. Denklem (5.48) kullanılarak kriterlere ait ağırlık değerleri hesaplanır.

$$x_{ij} = \frac{1}{k} (x_{ij}^1 + x_{ij}^2 + \dots + x_{ij}^k) \quad (5.47)$$

$$w_j = \frac{1}{k} (w_j^1 + w_j^2 + \dots + w_j^k) \quad (5.48)$$

Adım 4: Bulanık karar matrisinin ve normalize edilmiş bulanık karar matrisinin oluşturulması.

Bulanık karar matrisi: Karar vericilerin alternatif değerlendirmelerinin ortalaması alınır ve bulanık karar matrisi (\tilde{D}) oluşturulur. (5.47)' de gösterilen formül yardımı ile (5.49)'deki matris oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.49)$$

Karar kriterlerinin önem ağırlıklıkları matrisi:

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1 \quad \tilde{w}_2 \quad \dots \quad \tilde{w}_n] \quad (5.50)$$

Burada, $\forall i, j$ için \tilde{x}_{ij} ve $j= 1, 2, \dots, n$ için \tilde{w}_j dilsel değişkenler olup, bu dilsel değişkenler, $\tilde{x}_{ij} = (\tilde{a}_{ij}, \tilde{b}_{ij}, \tilde{c}_{ij})$ ve $\tilde{w}_j = [w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}]$ gibi üçgensel bulanık sayılar ile tanımlanabilir.

Normalize edilmiş bulanık karar matrisi: Bulanık karar matrisine aşağıda verilen formüller uygulanarak, normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilir. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi \tilde{R} ile gösterilir ve

$$\tilde{\mathbf{R}} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (5.51)$$

şeklinde ifade edilir.

Karar kriterleri, fayda ve maliyet kriterleri olarak ikiye ayrılabilir. Burada B fayda kriterini ve C maliyet kriterini göstermekte olup, (5.52) ve (5.53) formülleri kullanılarak hesaplanır.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad J \in B, \quad c_j^* = \max_i c_{ij}, \quad (5.52)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}^*}, \frac{b_j}{c_{ij}^*}, \frac{c_{ij}}{c_{ij}^*} \right), \quad J \in B, \quad a_j^- = \min_i a_{ij} \quad (5.53)$$

Diğer bir ifadeyle normalize edilmiş bulanık karar matrisi, karar kriterinin fayda kriteri olması durumunda her sütundaki elemanların, o sütundaki elemanların üçüncü bileşenleri arasında en büyük değere sahip olana bölünmesi ile elde edilir. Maliyet kriteri söz konusu olduğunda ise her sütundaki elemanların, o sütundaki elemanların ilk bileşenleri arasında en küçük değere sahip olanına bölünmesi ile elde edilir. Yukarıda bahsedilen normalizasyon yöntemi, normalize edilmiş üçgen bulanık sayıların $[0, 1]$ aralığında olması özelliğini korumak içindir.

Adım 5: Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin oluşturulması

Beşinci adımda normalleştirilmiş karar matrisi ve faktör ağırlıkları vektörü çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi ($\tilde{\mathbf{V}}$) hesaplanır.

$$\tilde{\mathbf{V}} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, \quad i=1,2,\dots,m, \quad j=1,2,\dots,n, \quad (5.54)$$

Bu vektörün elemanları ise;

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot) \tilde{w}_j \quad (5.55)$$

Formülü ile hesaplama yapılır.

Diğer bir ifadeyle, ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin, normalize edilmiş bulanık karar matrisindeki her bir değer için ait olduğu karar kriterinin önem ağırlığı ile çarpılmasıyla elde edildiği söylenebilir.

Adım 6: Bulanık pozitif (BPİÇ, A^*) ve bulanık negatif (BNİÇ, A^-) ideal çözüm noktaları bulunur.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*), \quad (5.56)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-), \quad (5.57)$$

$$v_j^+ = (1,1,1) \quad v_j^- = (0,0,0) \quad j=1,2,\dots,n.. \text{ şeklinde tanımlanır.}$$

A^* da karar kriteri sayısı kadar (1, 1, 1), A^- de karar kriteri sayısı kadar (0, 0, 0) değeri bulunur.

Adım 7: Alternatiflerin bulanık pozitif ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklıkları hesaplanır.

$$d_v(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2]} \quad (5.58)$$

Burada l_1 , m_1 ve u_1 ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi değerlerini, l_2 , m_2 ve u_2 ise pozitif değerler için “1,1,1”, negatif değerler için ise “0,0,0” değerini belirtmektedir.

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+), \quad i = 1,2,3 \dots m; \quad j = 1,2, \dots n \quad (5.59)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1,2,3 \dots m; \quad j = 1,2, \dots n \quad (5.60)$$

Adım 8: Her bir alternatifin yakınlık katsayısı CC_i aşağıda belirtilen formül ile hesaplanır.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, \quad i = 1,2,3, \dots m \quad (5.61)$$

Adım 9: Yakınlık katsayıları büyükten küçüğe doğru sıralama yapılarak alternatifler sıralanmış olur.

$$CC_{x1} > CC_{x2} > CC_{x3} \dots \dots \dots > CC_{x4} \quad (5.62)$$

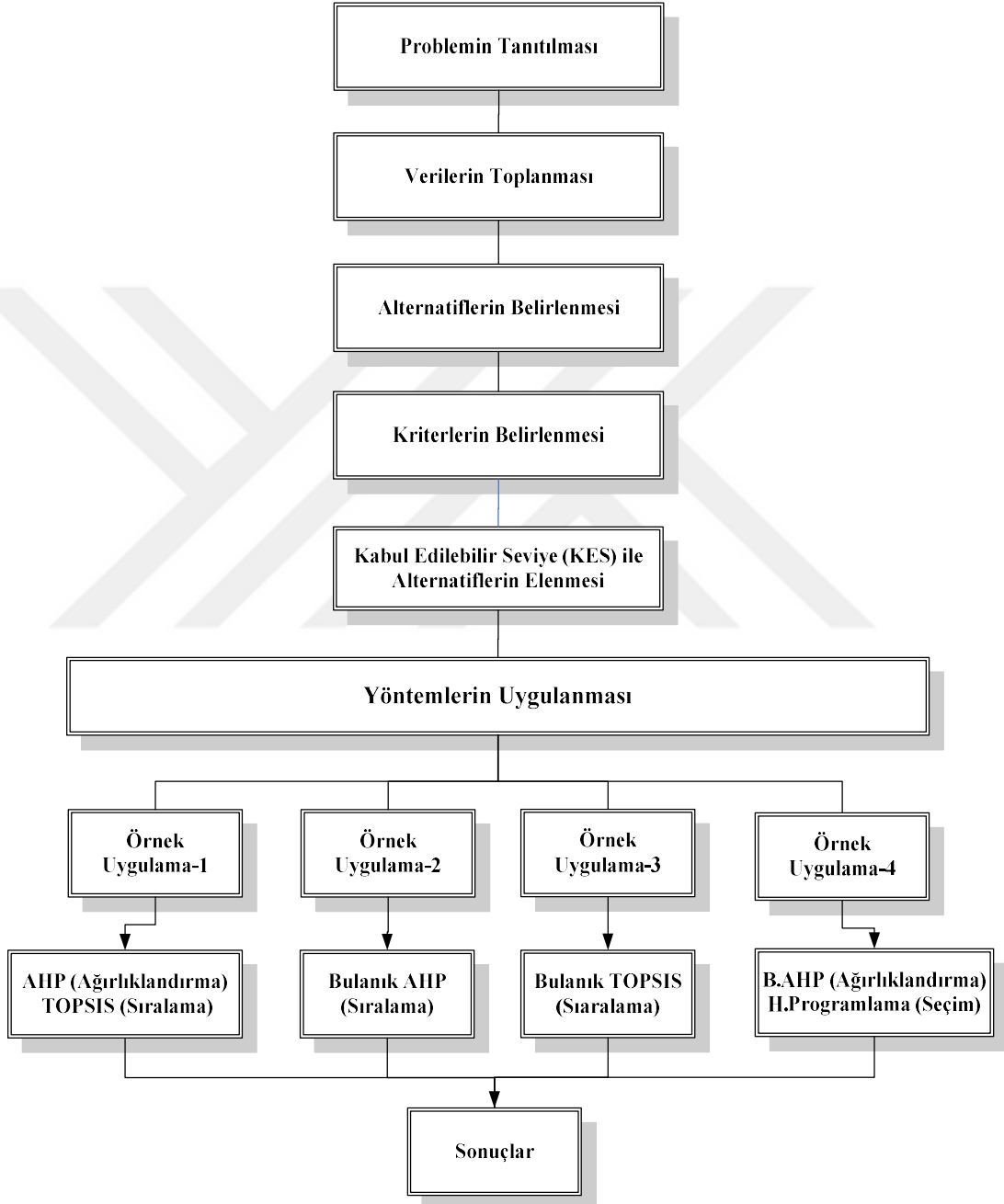
6. UYGULAMA

Günümüzde savunma alanında kullanılan füze sistemleri bir anlamda uçan insansız hava aracı olma özelliği taşımaktadır. Bu denli kıymetli sistemlerin stoklarda bekletilip eğitim, tatbikat veya sadece bir tehdit esnasında düşmana karşı anlık kullanılmasından dolayı sistem bileşenlerinin füze ömrü boyunca kusursuz bir şekilde çalışması önem arz etmektedir. Elbette bu kusursuzluk yapılan tasarımın tanımlanan sınırlar içerisinde üretilmesi ile söz konusu olmaktadır. Sistemlerde kullanılan bileşenlerin ham malzemeleri nitelikli malzemeler olup çeşitli ülkelerden tedarik edilmektedir. Bu malzemeler çeşitlerine göre nerede kullanılacağına bilgisi üretici ülke tarafından sorgulanmakta olup belirli kısıtlar altında temin edilmektedir. Yapılacak işlere ait özelliklerin bu denli yüksek olması bir sonraki adım olan üretim kısmını da kısıtlamaktadır. Üretimi yapacak firmalar sadece nitelikli makine, insan gücü ve teknolojiye sahip olmakla kalmayıp, ürüne ait izlenebilirlik ve gizlilik gibi faaliyetleride beraberinde çalıştırıyor olması son derece önemli olmaktadır. Bu da yine üreticinin iyi bir kalite sistemine sahip olduğu anlamına gelmektedir. Bu tarzda işi yönetecek tedarikçi sayısının sınırlı olması nedeniyle bu kapsamda değerlendirilecek ürünler kritik olup savunma sektörü kapsamında yapılan çalışmalar stratejik bir öneme sahiptir.

Bu doğrultuda TS firması bünyesinde yürütülmekte olan projeler kapsamında üretim ihtiyaçları meydana gelmiştir. Bu kritik mekanik bileşenlerin üretimi için ülkemiz için stratejik bir hedef olan %100 yerli üretim önem arz etmektedir. Yapılması planlanan üretimler için havacılık ve savunma sektörlerinde faaliyet gösteren firmalarla çeşitli projelerde çalışmalar başlatılmıştır. Bu projelerde alt yüklenici konumunda hizmet verecek KOBİ'nin seçimi ana yüklenici konumundaki TS firması için kritik öneme sahiptir. Güvenilir tedarikçilerle, istenilen kalite standardında çalışmak ve projeyi sorunsuz yürütebilmek için titiz bir tedarikçi seçimi çalışması yürütülmüştür. Savunma sistemleri projeleri için ülkemizde üretilmesi sağlanarak, millileştirilmesi amaçlanan nitelikli parçaların ileri talaşlı imalat yöntemleriyle üretimini gerçekleştirebilecek bir alt yüklenicinin seçiminin yapılması problemin temelini

oluşturmaktadır. Belirli kriterler çerçevesinde parçanın üretilmesi için tedarikçi seçimi önem arz etmektedir.

Uygulama Şekil 6.1’de gösterilen adımlar çerçevesinde anlatılmıştır.



Şekil 6.1. Problemin Akış Şeması

6.1. Problemin Tanımlanması

Füze sistemlerinde kullanılan mekanik bileşenler, çeşitli ham malzemelere sahip kompleks geometrilerde parçalardır. Bu parçalara ait ham malzemelerin hemen hemen % 100'ü yurt dışı alımı olup bunların %50 civarı ise özel izinlere tabii olarak temin edilmesinden dolayı kritik pozisyonadırlar. Bu malzemelerin nihai ürüne dönüşmesinde meydana gelebilecek herhangi bir hata maddi bir zarara yol açacağı gibi tekrar malzeme alım sürecinde başlamasına sebep olacaktır. Yine sistemde kullanılan ürünlerin sertlik gibi değerlerinin yüksek olması üretim sürecinde bir baskı oluşturmaktadır. Bu sebeplerden dolayı ürünlerin üretimi için sistemli bir çalışmanın yapılması gerekmektedir. Ayrıca yapılan işin doğrulanması, izlenebilirlik, paketleme ve nakliye gibi konularada dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda işin sağlıklı bir şekilde yapılıp teslimatını gerçekleştirip, yönetecek tedarikçi sayısının sınırlı olması nedeniyle bu ürün, kritik bir üründür.

Çalışmada sistem için stratejik bir öneme sahip olan bir bileşen ele alınmıştır. Üretilmesi düşünülen ürünlerden tek kalem için toplam adet ve buna bağlı olarak takvimlendirme Çizelge 6.1'de gösterildiği gibidir. Bu tarihler ilgili ürünün proje kapsamında testlere girebilmesi için kritik tarihlerdir. S0, üretimin başlangıç tarihi olup 5 er hafta aralıklarla toplamda 17 kafiilde tamamlanması planlanmaktadır.

Bir adet parçanın ham malzeme + üretim ortalama maliyeti aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

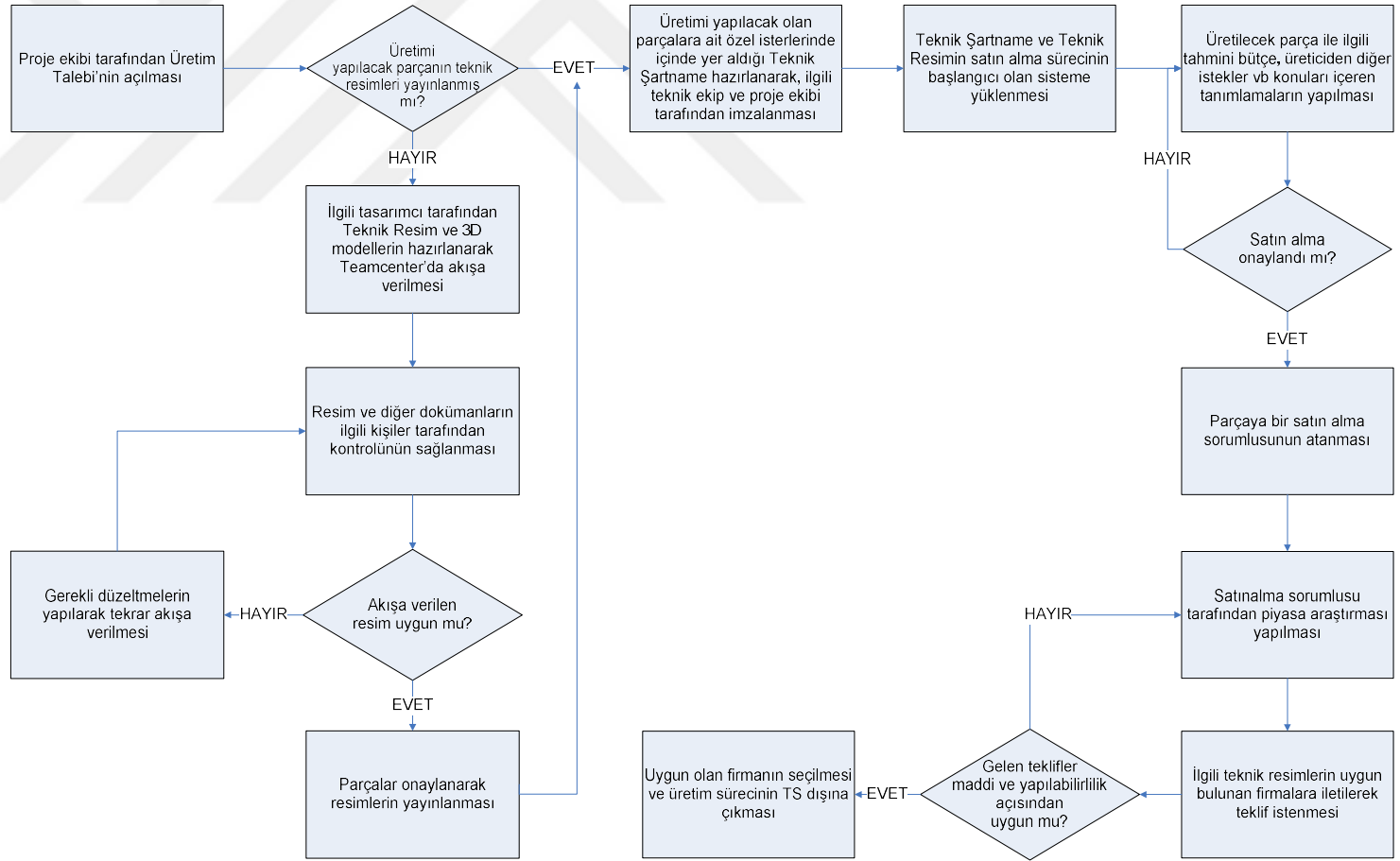
- Ham malzeme fiyatı: 5.000 TL
- Üretim ortalama maliyeti: 8.000 TL dir.
- Toplam maliyet: $96 \times (5.000 + 8.000) : 1.248.000$ TL dir.

Yapılan bu hesaplama bu tekil parçanın finansal büyüklüğünü göstermek adına verilmiştir.

Çizelge 6.1. Teslim Süreleri ve Adetler

Parça İsmi	Toplam Adet	Sipariş Tarihleri ve Adetler						
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	
Mekanik Bileşen	96	3 hafta	3 hafta	3 hafta	3 hafta	3 hafta	3 hafta	
		6	6	6	6	6	6	
		S6	S7	S8	S9	S10	S11	
		3 hafta	3 hafta	3 hafta	3 hafta	3 hafta	3 hafta	
		6	6	6	6	6	6	
		S12	S13	S14	S15	S16	S17	
		3 hafta	3 hafta	3 hafta	3 hafta	3 hafta	3 hafta	
		6	6	6	6			
		Not: S0,S1,.....,S17 ile belirtilen kısımlar işletmenin sipariş tarihini ifade etmektedir. Sipariş süreleri o (S) tarihten başlamak koşulu ile 3 er hafta dır.						

TS Firması bünyesindeki satın alma süreci Şekil 6.2' de gösterildiği gibidir. Bu süreç firmada oluşan bir üretim talebinin tedarikçi seçimine kadar olan safhalarda nasıl bir yol izlendiğini göstermek adına hazırlanmıştır. Talep edilen ürünün istenilen kriterlerde yapılması için tedarikçi seçim öncesi yapılan çalışmalar önem arz etmektedir. Şekil 10.2'de gösterilen satın alma süreci doğrudan seçim sürecine etki sağlamıyor gibi görünse de dolaylı olarak girdi sağladığı aşıkardır.



Şekil 6.2. TS Firması Satın Alma Süreci Akış Şeması

6.2. Verilerin Toplanması

Bu nitelikteki işi yapabilecek 10 adet alternatif olup tedarikçi değerlendirmesi yapılan bu firmalar 10 yıldan fazla süredir çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmeleridir. Firmalar, Havacılık, Savunma, Enerji sektörü, Otomotiv ve piyasanın ihtiyaç duyduğu nitelikli parçalar imal etmektedir. Çalışan sayısı ortalama 30-200 kişidir. Ayrıca bitmiş parçalar son muayeneden geçmekte olup %100 kontrole tabii tutularak raporlar hazırlanmaktadır.

6.3. Alternatiflerin Belirlenmesi

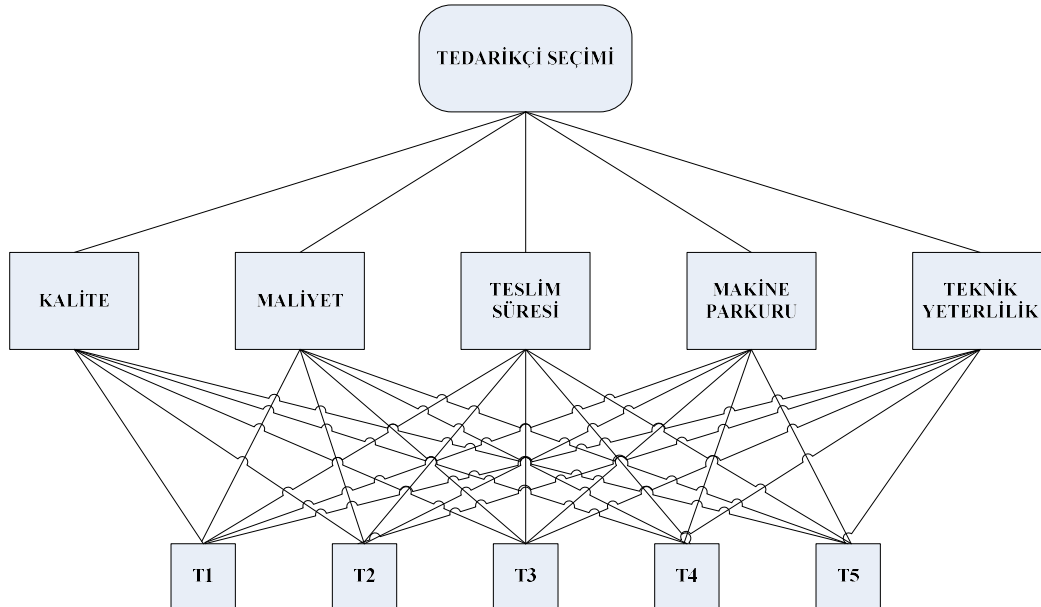
Seçimi yapacak firmanın sektör olarak savunma sanayii alanına hizmet vermesinden dolayı gizlilik, kalite ve referanslar alternatiflerin seçilmesi için önem arz etmektedir. Bu seçimin yapılması için TS bünyesinde satınalma biriminden 2 kişi ve proje biriminden 1 kişi olmak üzere ortalama 10 yıl tecrübeli 3 uzman personel tarafından bir ekip oluşturulmuştur. Geçmiş 5 yıl baz alınarak Türkiye genelinde firmalar taranmıştır. Tarama işlemi kısıtları; havacılık ve savunma sektöründe en az 1 adet referans, en az 1 yıl önce alınmış AS9100 kalite belgesi, milli tesis güvenlik belgesine sahip olunması, 5 adet ve üzeri olmak üzere çok eksenli bilgisayar destekli makinelere sahip olunması, işin doğrulanması için en az 1 adet bilgisayar destekli ölçüm cihazına sahip olunması ve işlerin üretim programlarının hazırlanması için en az 1 adet programlama mühendisi, üretilmesi için ise her tezgahta 1 kişi olmak üzere yeterli insan gücünün olması gerekmektedir. Bu şartlara uyan firmalar arasından seçim yapılması hedeflenmektedir. İlgili seçimin yapılabilmesi için ön eleme işlemi Bölüm 10.5'te ayrıntılı bir şekilde yapılmıştır.

6.4. Kriterlerin Belirlenmesi

Kriter ve skalalar satın alma biriminde çalışan en az 10 yıl tecrübeli 2 satınalma personeli ve 1 proje personelinin görüşü dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu kriterler;

- **Kalite (KA)** : Üretici firmanın yıl içerisinde işveren tarafından geçirmiş olduğu denetimler. Bu denetimler uygunsuz ürün, izlenebilirlik, gizlilik ve taahütlere uyma gibi başlıklar altında yapılır ve 100 üzerinden performans puanlaması yapılır.
- **Maliyet (MA)** : Üreticilerin vermiş oldukları fiyat aralığı. En düşük maliyet en yüksek puana karşılık gelmektedir.
- **Teslim Süresi (TS)**: Üretici firmanın işleri kaç gün geciktirdiğine bakılmıştır.
- **Makine Parkuru (MP)**: Üretici firmanın yapılacak olan işe uygun tezgah sayısını belirtmektedir. Tezgah sayısının fazla olması üretim esnasında tezgahta meydana gelebilecek bakım arıza gibi beklentiler için alternatif oluşturmaktadır. Dolayısıyla teslimatta herhangi bir aksama yaşanmayacaktır.
- **Teknik Yeterlilik (TY)**: Üretici firmada çalışan personelin yapılacak iş için teknik ekipmanı kullanma durumu. Kaç personel bu işin yapılacağı makine ve ekipmanı kullanabilir gibi değerlendirmeler yapılır.

Kriter puanları hesaplaması için kullanılan skala değerleri Çizelge 6.4’de verilmiştir.



Şekil 6.3. Tedarikçi Seçiminin Hiyerarşi Modeli

6.5. Kabul Edilebilir Seviye (KES) Yöntemi ile Alternatiflerin Elenmesi

Tedarikçi seçimi yapılacak alternatiflerin belirlenme aşamasında Kabul Edilebilir Seviye (KES) yöntemine başvurulmuştur (Özcan, 2003). Bu yöntemin uygulanmasındaki amaç çok fazla firma olması ve bunun sistematik bir şekilde 10 kriter ile en aza indirgenip sonrasında kalan alternatifler arasından belirli bir seçimin yapılması hedeflenmektedir. Yöntemde tedarikçilerin elenmesinde kullanılan puanlamalar 2 satınalma personeli ve 1 proje personeli olmak üzere 3 kişi tarafından 0-10 arasında verilen puanların ortalaması alınarak belirlenmiştir. KES değeri de yine bu personeller tarafından verilmiş olup ortak kabul değeri olarak belirlenmiştir. Tedarikçilere atanan bu değerler KES değerine göre kıyaslanmış olup eleme işlemi yapılmıştır.

Seçimde kullanılacak 10 adet firma Çizelge 6.2’de gösterildiği gibi kodlanmıştır. Bu yöntem Çizelge 6.3’de gösterildiği gibi hesaplanmıştır. Bütün kriterler için bu yöntemde başarılı olan ortak olan firmalar arasından seçim işlemi yapılacaktır. Hesaplamalar sonucunda 5 adet firma için 5 ana kriter ile tedarikçi seçim çalışmasının yapılması ortaya çıkmaktadır. Bu 5 adet ana kriter 10 adet olan ön eleme kriterleri ile aynı değildir. 10 adet ön eleme kriteri parçanın yapılması için yeterli değildir. Sadece zayıf olan firmaları elemek için kullanılmıştır.

KES yöntemi ile yapılan çalışmalar sonucunda TS Firması bünyesinde çalışılmakta olan Füze sistemlerinde kullanılan mekanik bileşenlerin talaşlı imalat yöntemiyle ürettirilmesi için 5 adet alternatif elde edilmiştir.

Bu 5 adet alternatif, çok fazla Savunma ve Havacılık firmaları arasından üretimi yapılacak olan parçanın Çizelge 6.3’de belirtilen isterleri neticesinde bu sayıya düşürülmüştür. Özellikle parçada özel bir ham malzeme kullanılması, kompleks bir geometriye sahip olması, özel makine kısıtı ortaya çıkması ve bununla birlikte biten parçanın ölçümünü yapacak uygun ölçüm cihazının olmayışı da bu alternatiflerin seçilmesinin başlıca sebebidir.

Çizelge 6.2. Firmaların Kodlanması

Kod	Firma İsmi
T1	Alternatif -1
T2	Alternatif -2
T3	Alternatif -3
T4	Alternatif -4
T5	Alternatif -5
T6	Alternatif -6
T7	Alternatif -7
T8	Alternatif -8
T9	Alternatif -9
T10	Alternatif -10

Çizelge 6. 3. KES Yöntemiyle Firmaların Elenmesi

No	Özellikler	Alternatifler										K.E.S	Seçilen Tedarikçiler
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
1	Fire Oranı (%)	2	4	1	2	6	4	2	2	5	1	=< 2	T1-T3-T4-T7-T8-T10
2	Esnek Çalışma	7	5	8	7	6	4	7	3	6	8	>= 7	T1-T3-T4-T7-T10
3	Finansal Uygunluk	10	4	8	8	5	7	8	8	7	9	>= 8	T1-T3-T4-T7-T8-T10
4	Teslim Sonrası Hizmet	8	6	7	6	4	4	7	5	6	8	>= 6	T1-T2-T3-T4-T7-T9-T10
5	Bilgi paylaşımı	7	4	9	6	3	5	8	3	2	6	>= 5	T1-T3-T4-T6-T7-T10
6	Paketleme Olanakları	8	6	9	9	5	6	9	8	5	10	>= 8	T1-T3-T4-T7-T8-T10
7	Tedarik Performansı (%)	7	6	9	9	7	6	8	3	4	8	>= 7	T1-T3-T4-T5-T7-T10
8	İşbirliği yapma	7	4	8	6	5	6	8	5	8	7	>= 6	T1-T3-T4-T6-T7-T9-T10
9	Sorumluluk Alma	8	6	9	7	5	7	9	6	8	7	>= 7	T1-T3-T4-T6-T7-T9-T10
10	Yeniliğe Açıklık	8	7	8	7	6	5	7	4	7	7	>= 7	T1-T2-T3-T4-T7-T10
Sonuç (Bütün kriterlerde ortak olan tedarikçiler)												T1-T3-T4-T7-T10	

Not: Özellikler en az 10 yıl tecrübeli 3 satınalma personelin görüşlerinin ortalaması dikkate alınarak 10 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Belirlenen alternatifler; KES yöntemine göre aşağıda gösterildiği gibidir.

- Alternatif-1 \Rightarrow (T1)
- Alternatif-3 \Rightarrow (T3)
- Alternatif-4 \Rightarrow (T4)
- Alternatif-7 \Rightarrow (T7)
- Alternatif-10 \Rightarrow (T10) olmak üzere 5 tanedir.

6.6. Yöntemlerin Uygulanması

Bu kısımda 4 farklı yöntem uygulanacaktır. Birinci yöntem; AHP'de ağırlıkların bulunarak TOPSIS yönetiminde alternatiflerin sıralanması. İkinci yöntem; BAHP'de ağırlıkların belirlenerek alternatiflerin sıralanması. Üçüncü yöntem; BTOPSIS yönteminde Alternatiflerin sıralanması. Dördüncü yöntem; BAHP'de bulunan ağırlıklar ile HP'da uygun alternatifin seçilmesidir.

6.6.1. AHP Yöntemi ile Kriterlerin Ağırlıklarının Hesaplanması

Bölüm 5.1'de anlatıldığı üzere çözüm adım adım yapılmıştır. Çözüm yapılırken kriterlerin ağırlıklarını bulmak için adım adım hesaplama yapılmıştır. Alternatiflerin kriterlere göre olan ağırlıkları hesaplanmasında ise hasaplama adımları kriterlerin ağırlık hesabı ile aynı olduğu için sadece başlangıç matrisi ve sonuçta elde edilen ağırlık değerleri verilmiştir.

Hesaplama adımları aşağıdaki gibidir:

Adım 1. Kriterler arası karşılaştırma matrisi (A) oluşturulması

Çizelge 6.2'de belirtilen önem skalasına göre kriterler uzaman bir heyet tarafından değerlendirilerek ortak bir görüş bildirilmiş olup matris Çizelge 6.4 oluşturulmuştur. Hesaplama formül (5.2)'e göre yapılmıştır.

Çizelge 6. 4. Kriterler Arası Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	KA	MA	TS	MP	TY
KA	1,0000	4,0000	5,0000	2,0000	3,0000
MA	0,2500	1,0000	0,5000	0,3333	0,5000
TE	0,2000	2,0000	1,0000	2,0000	2,0000
MP	0,5000	3,0000	0,5000	1,0000	1,0000
TY	0,3333	2,0000	0,5000	1,0000	1,0000
TOPLAM	2,2833	12,0000	7,5000	6,3333	7,5000

Adım 2. Kriterlerin yüzde önem dağılımlarının (Normalize Matris (B)) belirlenmesi
Uzman heyet tarafından Çizelge 6.4’de belirlenen değerler aynı sütündeki değerlerin toplamında bölünerek normalize edilir. Hesaplama formül (5.4)’e göre yapılmıştır.

Çizelge 6. 5. Normalize Matrisin Oluşturulması

Kriterler	KA	MA	TS	MP	TY
KA	0,4380	0,3333	0,6667	0,3158	0,4000
MA	0,1095	0,0833	0,0667	0,0526	0,0667
TE	0,0876	0,1667	0,1333	0,3158	0,2667
MP	0,2190	0,2500	0,0667	0,1579	0,1333
TY	0,1460	0,1667	0,0667	0,1579	0,1333

Adım 3. Özvektörlerin (W) hesaplanması

Çizelge 6.5’de oluşturulan normalize matrisin herbir satırı toplanarak toplam kriter sayısına bölünür ve her bir kriterin özvektörü (ağırlığı) Çizelge 6.6 bulunmuş olur. Hesaplama formül (5.6)ya göre yapılmıştır.

Çizelge 6. 6. Özvektörlerin Oluşturulması

Kriterler	Ağırlıklar
Kalite	0,4307
Maliyet	0,0758
Teslimat	0,1940
Makine Parkuru	0,1654
Teknik Yeterlilik	0,1341

Adım 4. Sütun Vektörü (D) ve Temel Değer (E) hesaplanması

Sütun Vektörü değerleri adım 1 ve adım 3 de bulunan değerlerin matris çarpımı ile elde edilir. Sütun vektörde elde edilen değerlerin özvektör değerlerine bölünmesiyle Temel Değer bulunur.

Çizelge 6. 7. Sütun Vektörü ve Temel Değerin Oluşturulması

Sütun Vektörü (D)	Temel Değerler (E)
2,4369	5,6574
0,4026	5,3147
1,0306	5,3123
0,8391	5,0742
0,6916	5,1569

Adım 6. Lamda Değeri (λ), Tutarlılık İndeksi (CI) ve Tutarlılık Oranı (CR) Hesaplanması

Lamda değeri, temel değerlerin aritmetik ortalaması alınarak elde edilir. Tutarlılık oranı formül (5.11), tutarlılık indeksi ise formül (5.12) yardımı ile hesaplanır.

Çizelge 6.8. Lamda Değeri, Tutarlılık İndeksi ve Oranı Oluşturulması

Lamda Değeri (λ)	Tutarlılık İndeksi (CI)	Tutarlılık Oranı (CR)
5.3031	0,0758	0,0677

AHP bu karşılaştırma matrisindeki tutarlılığın ölçülebilmesi için bir süreç önermektedir. Sonuçta elde edilen Tutarlılık Oranı (CR) ile, bulunan öncelik vektörünün ve dolayısıyla kriterler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığın test edilebilmesi imkanını sağlamaktadır. Çizelge 6.8’de tutarlılık oranının (CR) 0-0.1 arasında geldiği görülmektedir. Hesaplanan CR değerinin 0.10 dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0.10’ dan büyük olması ya AHP’ deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir.

6.6.2. TOPSIS Yöntemi ile Sıralamanın Yapılması

AHP’de elde edilen seçim kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemi ile tedarikçiler sıralanıp en iyi tedarikçi belirlenecektir.

Hesaplama adımları aşağıdaki gibidir:

Adım 1. Kara Matrisinin (A) Oluşturulması

Bu aşamada uzman kişiler belirlenen kriterler için tedarikçilere 1 ile 10 puan arasında puanlar vermiştir. Bu puanlar ve elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak tedarikçiler sıralanmıştır. Uzman kişinin tedarikçi performanslarını değerlendirdiği veriler kullanılarak Çizelge 6.9’da bulunan karar matrisi elde edilmiştir. Karar matrisinin en üst satırında her bir kriterin önemini gösteren ağırlık değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 6.9. Karar Matrisinin Oluşturulması

Kriterler	KA	MA	TS	MA	TY
Alternatifler					
T1	7,0000	9,0000	8,0000	9,0000	8,0000
T3	9,0000	8,0000	9,0000	7,0000	8,0000
T4	6,0000	7,0000	8,0000	7,0000	7,0000
T7	7,0000	7,0000	8,0000	8,0000	8,0000
T10	5,0000	7,0000	7,0000	7,0000	7,0000
AHP Ağırlıkları	0,4307	0,0758	0,1940	0,1654	0,1341

Adım 2. Normalize Matrisin (R) Oluşturulması

Normalize Matris, formül (7.2) kullanılarak hesaplanmış olup Çizelge 6.10'de sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 6.10. Normalize Matrisinin Oluşturulması

Kriterler	KA	MA	TS	MP	TY
Alternatifler					
T1	0,4518	0,5267	0,4458	0,5267	0,4698
T3	0,5809	0,4682	0,5016	0,4096	0,4698
T4	0,3873	0,4096	0,4458	0,4096	0,4111
T7	0,4518	0,4096	0,4458	0,4682	0,4698
T10	0,3227	0,4096	0,3901	0,4096	0,4111

Adım 3. Ağırlıklandırılmış Normalize Matrisin (V) Oluşturulması

AHP'de elde edilen ağırlıklar ile normalize matris değerleri çarpılarak Çizelge 6.11'de belirtilen ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir.

Çizelge 6.11. Ağırlıklandırılmış Normalize Matrisinin Oluşturulması

Kriterler	KA	MA	TS	MP	TY
Alternatifler					
T1	0,1946	0,0399	0,0865	0,0871	0,0630
T3	0,2502	0,0355	0,0973	0,0678	0,06300
T4	0,1668	0,0311	0,0865	0,0678	0,05512
T7	0,1946	0,0311	0,0865	0,0774	0,06300
T10	0,1390	0,0311	0,0757	0,0678	0,05512

Adım 4. İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması

İlgili hesaplama formül (5.20) ve (5.21) ile yapılarak Çizelge 6.12'deki sonuçlar elde edilir.

Çizelge 6.12. İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması

İdeal Çözüm	A^*	0,25021	0,03992	0,09730	0,08711	0,06300
Negatif İdeal Çözüm	A^-	0,13901	0,03105	0,07568	0,06776	0,05512

Adım 5. İdeal Ayırım (S_i^*) ve Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) Ölçüsünün Hesaplanması

İlgili hesaplama formül (5.22) ve (5.23) ile yapılarak Çizelge 6.13 ve 6.14'deki sonuçlar elde edilir.

Çizelge 6.13. İdeal Ayırım Ölçüsünün Oluşturulması

Kriterler	KA	MA	TS	MP	TY	TOPLAM	S_i^+
Alternatifler							
T1	0,0031	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0032	0,0566
T3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0004	0,0199
T4	0,0070	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0076	0,0871
T7	0,0031	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0034	0,0581
T10	0,0124	0,0001	0,0005	0,0004	0,0001	0,0133	0,1155

Çizelge 6.14. Negatif İdeal Ayırım Ölçüsünün Oluşturulması

Kriterler	KA	MA	TS	MP	TY	TOPLAM	S_i^-
Alternatifler							
T1	0,0031	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0037	0,0610
T3	0,0124	0,0000	0,0005	0,0000	0,0001	0,0129	0,1136
T4	0,0008	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0009	0,0298
T7	0,0031	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0034	0,0580
T10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Adım 5. İdeal Çözüme Göreli yakınlığın (C_i^*) Hesaplanması

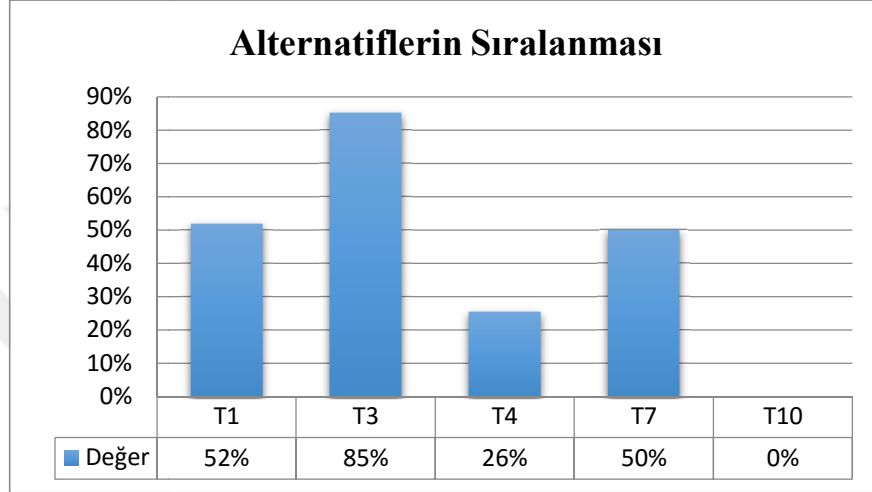
İlgili hesaplama formül (5.24) yapılarak Çizelge 6.15'deki sonuçlar elde edilir.

Çizelge 6.15. İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Oluşturulması

Alternatifler	S_i^+	S_i^-	C_i^+
T1	0,05664	0,06103	0,51861
T3	0,01986	0,11365	0,85124
T4	0,08711	0,02983	0,25508
T7	0,05815	0,05800	0,49938
T10	0,11554	0,00000	0,00000

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

Sıralama; **T3>T1>T7>T4>T10** şeklindedir.



Şekil 6.4. TOPSIS Sıralama

6.6.3. Bulanık AHP Yöntemi ile Sıralamanın Yapılması

Uygulamada yapılacak hesaplamalar bölüm 5.3'deki basamaklar izlenmek koşulu ile aşağıdaki gibi yapılmıştır.

Adım 1. Kriterlerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bu aşamada kriterler için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu belirlenen değerler en az 10 yıl tecrübeli 2 adet satınalma personeli ve 1 adet Proje mühendisi görüşleri dikkate alınıp ortak karar olarak belirlenmiştir. Uygulamada 5 kriter olduğundan 5x5 lik bir tablo yazılacaktır. Çizelgedeki değerler üçgen bulanık sayılara göre oluşturulmuştur. Çizelge 6.16.'da ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Çizelge 6.16. Kriterlere Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	KA			MA			TS			MP			TY		
KA	1	1	1	5	7	9	3	5	7	1	3	5	1	1	1
MA	0,2	0,14	0,11	1	1	1	0,2	0,33	1	1	3	5	1	1	1
TS	0,33	0,2	0,14	5	3,03	1	1	1	1	5	7	9	1	3	5
MP	1	0,33	0,2	1	0,33	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TY	1	1	1	0,2	0,14	0,11	1	0,33	0,2	1	1	1	1	1	1

Çizelge 6.16’da belirtilen değerlere göre sentez değerleri genişletilmiş analiz yöntemine göre hesaplanmıştır. Hesaplamalarda MS Excel programı kullanılmıştır.

Kriterlere ait sentez değerleri denklem 5.39’e göre hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} \mathbf{SK1} &= (0,2038 \quad 0,3877 \quad 0,6401) \\ \mathbf{SK2} &= (0,0630 \quad 0,1248 \quad 0,2257) \\ \mathbf{SK3} &= (0,2285 \quad 0,3246 \quad 0,4492) \\ \mathbf{SK4} &= (0,0927 \quad 0,0836 \quad 0,0946) \\ \mathbf{SK5} &= (0,0778 \quad 0,0228 \quad 0,0921) \end{aligned}$$

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri denklem 5.40 ve 5.41’a göre hesaplanmıştır.

$$\min V (\mathbf{SK1} \geq \mathbf{SK2}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK4}, \mathbf{SK5}) = 1.0000$$

$$\min V (\mathbf{SK2} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK4}, \mathbf{SK5}) = 0.0000$$

$$\min V (\mathbf{SK3} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK2}, \mathbf{SK4}, \mathbf{SK5}) = 0.7953$$

$$\min V (\mathbf{SK4} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK2}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK5}) = 0.0000$$

$$\min V (\mathbf{SK5} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK2}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK4}) = 0.0000$$

Bu sonuçlar kullanılarak W’ ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$\mathbf{W}' = (1.0000, 0.2328, 0.5650, 0.0000, 0.0000)^T$$

W' ağırlıklar vektörüne normalizasyon işlemi uygulanarak, normalize edilmiş ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W = (0.5562, 0.1295, 0.3143, 0.0000, 0.0000)^T$$

Çizelge 6.17. Kriterlerin Ağırlıkları

Alternatifler	KA	MA	TS	MP	TY
Ağırlıklar	0.5562	0.1295	0.3143	0.0000	0.0000

Adım 2. Alternatiflerin Kriterlere Göre Ağırlıklarının Belirlenmesi

Uzmanlar tarafından belirlenen 5 alternatif tedarikçi için, uzman satınalma personeline başvurulmuş ve her bir kritere göre ikili karşılaştırmalar matrislerinin elemanları belirlenerek ağırlıklar hesaplanacaktır. Kriter hesaplama adımları ile aynıdır.

- **Kalite** kriterine göre alternatiflerin ağırlıklarının belirlenmesi

Çizelge 6.18. Kalite Kriterine Göre İkili Karşılaştırmalar Matrisi

Alternatifler	T1			T3			T4			T7			T10		
T1	1	1	1	0,2	0,33	1	1	3	5	1	1	1	3	5	7
T3	5	3	1	1	1	1	3	5	7	1	3	5	5	7	9
T4	1	0,33	0,2	0,33	0,2	0,14	1	1	1	0,2	0,33	1	1	1	1
T7	1	1	1	1	0,33	0,2	5	3	1	1	1	1	1	3	5
T10	0,33	0,2	0,14	0,2	0,14	0,11	1	1	1	1	0,33	0,2	1	1	1

Alternatiflere ait sentez değerleri denklem 5.39'e gre hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} \mathbf{SK1} &= (0,1192 \quad 0,2391 \quad 0,4025) \\ \mathbf{SK2} &= (0,2885 \quad 0,4397 \quad 0,6172) \\ \mathbf{SK3} &= (0,0680 \quad 0,0663 \quad 0,0897) \\ \mathbf{SK4} &= (0,1731 \quad 0,1929 \quad 0,2200) \\ \mathbf{SK5} &= (0,0680 \quad 0,0231 \quad 0,0658) \end{aligned}$$

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri denklem 5.40 ve 5.41'a gre hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} \min V (\mathbf{SK1} \geq \mathbf{SK2}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK4}, \mathbf{SK5}) &= 0.3624 \\ \min V (\mathbf{SK2} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK4}, \mathbf{SK5}) &= 1.0000 \\ \min V (\mathbf{SK3} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK2}, \mathbf{SK4}, \mathbf{SK5}) &= 0.0000 \\ \min V (\mathbf{SK4} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK2}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK5}) &= 0.0000 \\ \min V (\mathbf{SK5} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK2}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK4}) &= 0.0000 \end{aligned}$$

Bu sonular kullanılarak W' ağırlıklar vektr yazılmıştır.

$$\mathbf{W}' = (0.3624, 1.0000, 0.000, 0.0000, 0.0000)^T$$

W' ağırlıklar vektrne normalizasyon işlemi uygulanarak, normalize edilmiş ağırlıklar vektr yazılmıştır.

$$\mathbf{W} = (0.2660, 0.7340, 0.0000, 0.0000, 0.0000)^T$$

Çizelge 6.19. Kalite Kriterine Göre Ağırlıklar

Alternatifler	T1	T3	T4	T7	T10
Ağırlıklar	0.2640	0.7340	0.0000	0.0000	0.0000

- Maliyet kriterine göre alternatiflerin ağırlıklarının belirlenmesi

Çizelge 6.20. Maliyet Kriterine Göre İkili Karşılaştırmalar Matrisi

Alternatifler	T1			T3			T4			T7			T10		
T1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	3	5	7	5	7	9
T3	1	0,33	0,2	1	1	1	1	3	5	1	3	5	5	7	9
T4	1	0,33	0,2	1	0,33	0,2	1	1	1	1	3	5	1	3	5
T7	0,33	0,2	0,14	1	0,33	0,2	1	0,33	0,2	1	1	1	1	1	1
T10	0,2	0,14	0,11	0,2	0,14	0,11	1	0,33	0,2	1	1	1	1	1	1

Alternatiflere ait sentez değerleri denklem 5.39'e göre hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned}
 \mathbf{SK1} &= (0,1731 \quad 0,4087 \quad 0,8248) \\
 \mathbf{SK2} &= (0,1416 \quad 0,3083 \quad 0,6171) \\
 \mathbf{SK3} &= (0,0787 \quad 0,1649 \quad 0,3483) \\
 \mathbf{SK4} &= (0,0682 \quad 0,0617 \quad 0,0777) \\
 \mathbf{SK5} &= (0,0535 \quad 0,0215 \quad 0,0740)
 \end{aligned}$$

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri denklem 5.40 ve 5.41'a göre hesaplanmıştır.

$$\min V (\mathbf{SK1} \geq \mathbf{SK2}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK4}, \mathbf{SK5}) = 1.0000$$

$$\min V (\mathbf{SK2} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK4}, \mathbf{SK5}) = 0.8156$$

$$\min V (\mathbf{SK3} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK2}, \mathbf{SK4}, \mathbf{SK5}) = 0.4182$$

$$\min V (\mathbf{SK4} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK2}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK5}) = 0.0000$$

$$\min V (\mathbf{SK5} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK2}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK4}) = 0.0000$$

Bu sonuçlar kullanılarak W' ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W' = (1.0000, 0.8156, 0.4182, 0.0000, 0.0000)^T$$

W' ağırlıklar vektörüne normalizasyon işlemi uygulanarak, normalize edilmiş ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W = (0.4477, 0.3651, 0.1872, 0.0000, 0.0000)^T$$

Çizelge 6.21. Maliyet Kriterine Göre Ağırlıklar

Alternatifler	T1	T3	T4	T7	T10
Ağırlıklar	0.4477	0.3651	0.1872	0.0000	0.0000

- **Teslim Süresi** kriterine göre alternatiflerin ağırlıklarının belirlenmesi

Çizelge 6.22. Teslim Süresi Kriterine Göre İkili Karşılaştırmalar Matrisi

Alternatifler	T1			T3			T4			T7			T10		
T1	1	1	1	0,2	0,33	1	1	1	1	1	1	1	3	5	
T3	5	3	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	3	5	7
T4	1	1	1	1	0,33	0,2	1	1	1	1	1	1	1	3	5
T7	1	1	1	1	0,33	0,2	1	1	1	1	1	1	1	3	5
T10	1	0,33	0,2	0,33	0,2	0,14	1	0,33	0,2	1	0,33	0,2	1	1	1

Alternatiflere ait sentez değerleri denklem 5.39'e göre hesaplanmıştır.

$$SK1 = (0,0910 \quad 0,1750 \quad 0,3047)$$

$$SK2 = (0,2384 \quad 0,4144 \quad 0,6433)$$

$$SK3 = (0,1084 \quad 0,1750 \quad 0,2777)$$

$$SK4 = (0,1084 \quad 0,1750 \quad 0,2777)$$

$$SK5 = (0,0939 \quad 0,0276 \quad 0,0590)$$

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri denklem 5.40 ve 5.41'a göre hesaplanmıştır.

$$\min V (SK1 \geq SK2, SK3, SK4, SK5) = 0.2170$$

$$\min V (SK2 \geq SK1, SK3, SK4, SK5) = 1.0000$$

$$\min V (SK3 \geq SK1, SK2, SK4, SK5) = 0.1409$$

$$\min V (SK4 \geq SK1, SK2, SK3, SK5) = 0.1409$$

$$\min V (SK5 \geq SK1, SK2, SK3, SK4) = 0.0000$$

Bu sonuçlar kullanılarak W' ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W' = (0.2170, 1.0000, 0.1409, 0.1409, 0.0000)^T$$

W' ağırlıklar vektörüne normalizasyon işlemi uygulanarak, normalize edilmiş ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W = (0.1448, 0.6672, 0.0940, 0.0940, 0.0000)^T$$

Çizelge 6.23. Maliyet Kriterine Göre Ağırlıklar

Alternatifler	T1	T3	T4	T7	T10
Ağırlıklar	0.1448	0.6672	0.0940	0.0940	0.0000

- **Makine Parkuru** kriterine göre alternatiflerin ağırlıklarının belirlenmesi

Çizelge 6.24. Makine Parkuru Kriterine Göre İkili Karşılaştırmalar Matrisi

Alternatifler	T1			T3			T4			T7			T10		
T1	1	1	1	5	7	9	5	7	9	1	3	5	5	7	9
T3	0,2	0,14	0,11	1	1	1	1	1	1	0,2	0,33	1	1	1	1
T4	0,2	0,14	0,11	1	1	1	1	1	1	0,2	0,33	1	1	1	1
T7	1	0,33	0,2	5	3	1	5	3	1	1	1	1	1	3	5
T10	0,2	0,14	0,11	1	1	1	1	1	1	1	0,33	0,2	1	1	1

Alternatiflere ait sentez değerleri denklem 5.39'e göre hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned}
\mathbf{SK1} &= (0,3224 \quad 0,5463 \quad 0,8049) \\
\mathbf{SK2} &= (0,0645 \quad 0,0760 \quad 0,1003) \\
\mathbf{SK3} &= (0,0645 \quad 0,0760 \quad 0,1003) \\
\mathbf{SK4} &= (0,2465 \quad 0,2258 \quad 0,2000) \\
\mathbf{SK5} &= (0,0796 \quad 0,0219 \quad 0,0808)
\end{aligned}$$

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri denklem 5.40 ve 5.41'a gre hesaplanmıştır.

$$\min V (\mathbf{SK1} \geq \mathbf{SK2}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK4}, \mathbf{SK5}) = 1.0000$$

$$\min V (\mathbf{SK2} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK4}, \mathbf{SK5}) = 0.0000$$

$$\min V (\mathbf{SK3} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK2}, \mathbf{SK4}, \mathbf{SK5}) = 0.0000$$

$$\min V (\mathbf{SK4} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK2}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK5}) = 0.0000$$

$$\min V (\mathbf{SK5} \geq \mathbf{SK1}, \mathbf{SK2}, \mathbf{SK3}, \mathbf{SK4}) = 0.0000$$

Bu sonular kullanılarak W' ağırlıklar vektr yazılmıştır.

$$\mathbf{W}' = (1.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000)^T$$

W' ağırlıklar vektörüne normalizasyon işlemi uygulanarak, normalize edilmiş ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$\mathbf{W} = (1.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000)^T$$

Çizelge 6.25. Maliyet Kriterine Göre Ağırlıklar

Alternatifler	T1	T3	T4	T7	T10
Ağırlıklar	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

- **Teknik Yeterlilik** kriterine göre alternatiflerin ağırlıklarının belirlenmesi

Çizelge 6.26. Teknik Yeterlilik Kriterine Göre İkili Karşılaştırmalar Matrisi

Alternatifler	T1			T3			T4			T7			T10		
T1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1	1	1	1	3	5
T3	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1	1	1	1	3	5
T4	1	0,33	0,2	1	0,33	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5
T10	1	0,33	0,2	1	0,33	0,2	1	1	1	1	0,33	0,2	1	1	1

Alternatiflere ait sentez değerleri denklem 5.39'e göre hesaplanmıştır.

$$SK1 = (0,1220 \quad 0,2842 \quad 0,5200)$$

$$SK2 = (0,1220 \quad 0,2842 \quad 0,5200)$$

$$SK3 = (0,1220 \quad 0,1158 \quad 0,1360)$$

$$SK4 = (0,1220 \quad 0,2211 \quad 0,3600)$$

$$SK5 = (0,1220 \quad 0,0316 \quad 0,1040)$$

Sentez değerlerinin olabirlik dereceleri denklem 5.40 ve 5.41'a göre hesaplanmıştır.

$$\min V (SK1 \geq SK2, SK3, SK4, SK5) = 1.0000$$

$$\min V (SK2 \geq SK1, SK3, SK4, SK5) = 1.0000$$

$$\min V (SK3 \geq SK1, SK2, SK4, SK5) = 0.0770$$

$$\min V (SK4 \geq SK1, SK2, SK3, SK5) = 0.7903$$

$$\min V (SK5 \geq SK1, SK2, SK3, SK4) = 0.0000$$

Bu sonuçlar kullanılarak W' ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W' = (1.0000, 1.0000, 0.0770, 0.7903, 0.0000)^T$$

W' ağırlıklar vektörüne normalizasyon işlemi uygulanarak, normalize edilmiş ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W = (0.3488, 0.3488, 0.0269, 0.2756, 0.0000)^T$$

Çizelge 6.27. Teknik Yeterlilik Kriterine Göre Ağırlıklar

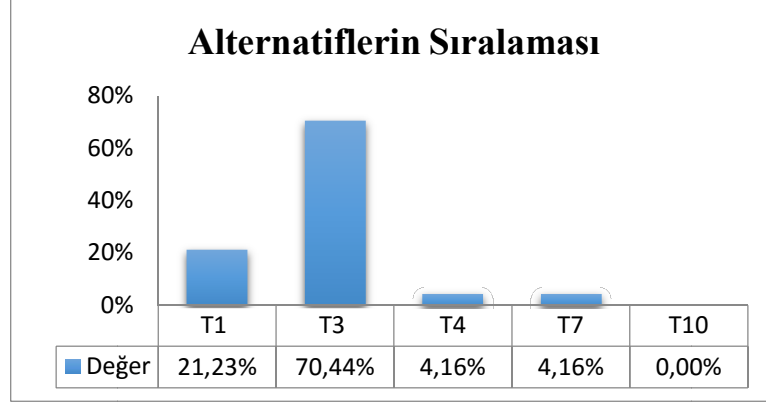
Alternatifler	T1	T3	T4	T7	T10
Ağırlıklar	0.3488	0.3488	0.0269	0.2756	0.0000

Adım 2. Alternatiflerin Değerlendirilmesi

İkili karşılaştırmalar matrislerinden elde edilen kriter ağırlık vektörleri Çizelge 6.28’de belirtilmiştir. Kriterlerden elde edilen ağırlıklar ile kriterlerin alternatiflere göre bulunan ağırlıkları çarpılarak toplanmıştır. Çıkan sonuçlar büyükten küçüğe doğru sıralandığında alternatiflerin sıralaması yapılmış olur.

Çizelge 6.28. Alternatiflerin Sıralama Puanlarının Oluşturulması

Alternatifler	T1	T3	T4	T7	T10	Kriter Ağırlıkları
Kalite	0,2660	0,7340	0,0000	0,0000	0,0000	0,5570
Maliyet	0,4477	0,3651	0,1872	0,0000	0,0000	0,0000
Teslim süresi	0,1448	0,6672	0,0940	0,0940	0,0000	0,4430
Makine Parkuru	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Teknik Yeterlilik	0,3488	0,3488	0,0269	0,2756	0,0000	0,0000
Alternatif Puanları	0,2123	0,7044	0,0416	0,0416	0,0000	



Şekil 6.5. BAHP Sıralama

6.6.4. Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Sıralamanın Yapılması

Kriterlerin Karar Vericiler (KV) tarafından dilsel değişkenler ile ifade edilip, üçgen bulanık sayılara dönüştürülen bir yöntemdir. 3 adet karar verici (2 satınalma personeli, 1 proje personeli) tarafından ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

Adım 1. Kriterlerin karar vericiler tarafından bulanık sayılarla ifade edilmesi

Üç karar verici tarafından Çizelge 5.8 yardımıyla ilgili değerlendirmeler yapılır. Yapılan değerlendirme sonuçları Çizelge 6.29’da ifade edildiği gibidir.

Çizelge 6.29. Kriterlerin Bulanık Sayılarla İfade Edilmesi

Kriterler	Karar Vericiler								
	KV ₁			KV ₂			KV ₃		
KA	0,8	1	1	0,6	0,8	1	0,8	1	1
MA	0,6	0,8	1	0,8	1	1	0,3	0,5	0,7
TS	0,6	0,8	1	0,3	0,5	0,7	0,6	0,8	1
MP	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	0,3	0,5	0,7
TY	0	0,2	0,4	0	0,2	0,4	0,3	0,5	0,7

KV_i: i. Karar Verici

Adım 2. Alternatiflerin karar vericiler tarafından bulanık sayılarla ifade edilmesi

Üç karar verici tarafından kriterlere göre Çizlge 5.9 yardımıyla ilgili değerlendirmeler yapılır. Yapılan değerlendirme sonuçları Çizelge 6.30'da ifade edildiği gibidir.

Çizelge 6.30. Alternatiflerin Bulanık Sayılarla İfade Edilmesi

Kriterler	Alternatifler	Karar Vericiler								
		KV ₁			KV ₂			KV ₃		
KA	T ₁	6	8	10	3	5	7	6	8	10
	T ₃	8	10	10	6	8	10	6	8	10
	T ₄	0	2	4	3	5	7	6	8	10
	T ₇	6	8	10	6	8	10	6	8	10
	T ₁₀	6	8	10	0	2	4	3	5	7
MA	T ₁	8	10	10	6	8	10	6	8	10
	T ₃	3	5	7	6	8	10	6	8	10
	T ₄	3	5	7	3	5	7	0	2	4
	T ₇	0	2	4	0	2	4	3	5	7
	T ₁₀	0	2	4	3	5	7	0	2	4
TS	T ₁	3	5	7	3	5	7	6	8	10
	T ₃	8	10	10	6	8	10	8	10	10
	T ₄	3	5	7	6	8	10	6	8	10
	T ₇	6	8	10	3	5	7	6	8	10
	T ₁₀	3	5	7	6	8	10	3	5	7
MP	T ₁	8	10	10	8	10	10	6	8	10
	T ₃	6	8	10	6	8	10	3	5	7
	T ₄	6	8	10	6	8	10	3	5	7
	T ₇	8	10	10	6	8	10	6	8	10
	T ₁₀	6	8	10	6	8	10	3	5	7
TY	T ₁	8	10	10	6	8	10	6	8	10
	T ₃	6	8	10	8	10	10	6	8	10
	T ₄	6	8	10	6	8	10	6	8	10
	T ₇	6	8	10	6	8	10	6	8	10
	T ₁₀	3	5	7	3	5	7	6	8	10

Ai: i. Karar Kriteri

Adım 3. Kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması

Formül (5.60)'ye göre ilgili hesaplama yapılır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 6.31'de ifade edilmiştir.

Çizelge 6.31. Kriterlerin Önem Ağırlıkları

Kriterler	Ağırlıklar		
	K1	K2	K3
KA	0,7333	0,9333	1,0000
MA	0,5667	0,7667	0,9000
TS	0,5000	0,7000	0,9000
MP	0,3000	0,5000	0,7000
TY	0,1000	0,2333	0,4333

Adım 4. Bulanık karar matrisinin oluşturulması

Formül (5.59)'ye göre ilgili hesaplama yapılır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 6.32'de ifade edilmiştir.

Çizelge 6.32. Bulanık Karar Matrisi

Kriterler	Alternatifler	Bulanık Karar Matrisi		
KA	T ₁	5,0000	7,0000	9,0000
	T ₃	6,6667	8,6667	10,0000
	T ₄	3,0000	5,0000	7,0000
	T ₇	6,0000	8,0000	10,0000
	T ₁₀	3,0000	5,0000	7,0000
MA	T ₁	6,6667	8,6667	10,0000
	T ₃	5,0000	7,0000	9,0000
	T ₄	2,0000	4,0000	6,0000
	T ₇	1,0000	3,0000	5,0000
	T ₁₀	1,0000	3,0000	5,0000
TS	T ₁	4,0000	6,0000	8,0000
	T ₃	7,3333	9,3333	10,0000
	T ₄	5,0000	7,0000	9,0000
	T ₇	5,0000	7,0000	9,0000
	T ₁₀	4,0000	6,0000	8,0000
MP	T ₁	7,3333	9,3333	10,0000
	T ₃	5,0000	7,0000	9,0000
	T ₄	5,0000	7,0000	9,0000
	T ₇	6,6667	8,6667	10,0000
	T ₁₀	5,0000	7,0000	9,0000
TY	T ₁	6,6667	8,6667	10,0000
	T ₃	6,6667	8,6667	10,0000
	T ₄	6,0000	8,0000	10,0000
	T ₇	6,0000	8,0000	10,0000
	T ₁₀	4,0000	6,0000	8,0000

Adım 5. Normalize bulanık karar matrisinin oluşturulması

Formül (5.52) ve (5.53) nin bulanık karar matrisine uygulanması ile hesaplama yapılır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 6.33’de ifade edilmiştir.

Çizelge 6.33. Normalize Bulanık Karar Matrisi

Kriterler	Alternatifler	Normalize Bulanık Karar Matrisi		
KA	T ₁	0,5000	0,7000	0,9000
	T ₃	0,6667	0,8667	1,0000
	T ₄	0,3000	0,5000	0,7000
	T ₇	0,6000	0,8000	1,0000
	T ₁₀	0,3000	0,5000	0,7000
MA	T ₁	0,6667	0,8667	1,0000
	T ₃	0,5000	0,7000	0,9000
	T ₄	0,2000	0,4000	0,6000
	T ₇	0,1000	0,3000	0,5000
	T ₁₀	0,1000	0,3000	0,5000
TS	T ₁	0,4000	0,6000	0,8000
	T ₃	0,7333	0,9333	1,0000
	T ₄	0,5000	0,7000	0,9000
	T ₇	0,5000	0,7000	0,9000
	T ₁₀	0,4000	0,6000	0,8000
MP	T ₁	0,7333	0,9333	1,0000
	T ₃	0,5000	0,7000	0,9000
	T ₄	0,5000	0,7000	0,9000
	T ₇	0,6667	0,8667	1,0000
	T ₁₀	0,5000	0,7000	0,9000
TY	T ₁	0,6667	0,8667	1,0000
	T ₃	0,6667	0,8667	1,0000
	T ₄	0,6000	0,8000	1,0000
	T ₇	0,6000	0,8000	1,0000
	T ₁₀	0,4000	0,6000	0,8000

Adım 6. Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisinin oluşturulması

Normalize edilmiş bulanık karar matrisindeki her bir değerin ait olduğu karar kriterinin önem ağırlığı ile çarpılmasıyla elde edilir. Çizelge 6.34’de sonuçlar gösterilmiştir.

Çizelge 6.34. Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi

Kriterler	Alternatifler	Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi		
KA	T ₁	0,3667	0,6533	0,9000
	T ₃	0,3778	0,6644	0,9000
	T ₄	0,1500	0,3500	0,6300
	T ₇	0,1800	0,4000	0,7000
	T ₁₀	0,0300	0,1167	0,3033
MA	T ₁	0,4889	0,8089	1,0000
	T ₃	0,2833	0,5367	0,8100
	T ₄	0,1000	0,2800	0,5400
	T ₇	0,0300	0,1500	0,3500
	T ₁₀	0,0100	0,0700	0,2167
TS	T ₁	0,2933	0,5600	0,8000
	T ₃	0,4156	0,7156	0,9000
	T ₄	0,2500	0,4900	0,8100
	T ₇	0,1500	0,3500	0,6300
	T ₁₀	0,0400	0,1400	0,3467
MP	T ₁	0,5378	0,8711	1,0000
	T ₃	0,2833	0,5367	0,8100
	T ₄	0,2500	0,4900	0,8100
	T ₇	0,2000	0,4333	0,7000
	T ₁₀	0,0500	0,1633	0,3900
TY	T ₁	0,4889	0,8089	1,0000
	T ₃	0,3778	0,6644	0,9000
	T ₄	0,3000	0,5600	0,9000
	T ₇	0,1800	0,4000	0,7000
	T ₁₀	0,0400	0,1400	0,3467

Adım 7. Alternatiflerin bulanık pozitif ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklıkları hesaplanması

İlgili hesaplama formül (5.56), (5.57) ve (5.58)'ye göre yapılır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 6.35 ve 6.36'da ifade edilmiştir.

Çizelge 6.35. Bulanık Pozitif İdeal Çözüm Uzaklık Matrisi

Kriterler	$d(T_1, A^*)$	$d(T_2, A^*)$	$d(T_3, A^*)$	$d(T_4, A^*)$	$d(T_5, A^*)$
KA*	0,4208	0,4122	0,6537	0,6117	0,8576
MA*	0,3150	0,5048	0,7165	0,8338	0,9053
TS*	0,4943	0,3797	0,5350	0,6537	0,8343
MP*	0,2770	0,5048	0,5350	0,5919	0,8113
TY*	0,3150	0,4122	0,4808	0,6117	0,8343

Çizelge 6.36. Bulanık Negatif İdeal Çözüm Uzaklık Matrisi

Kriterler	$d(T_1, A^-)$	$d(T_2, A^-)$	$d(T_3, A^-)$	$d(T_4, A^-)$	$d(T_5, A^-)$
KA-	0,6761	0,6817	0,4250	0,4769	0,1884
MA-	0,7944	0,5843	0,3559	0,2205	0,1316
TS-	0,5887	0,7059	0,5653	0,4250	0,2171
MP-	0,8262	0,5843	0,5653	0,4891	0,2458
TY-	0,3389	0,6817	0,6360	0,4769	0,2171

İlgili uzaklıklar formül (5.59) ve (5.60)'ün bulanık pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklık matrisine uygulanması ile elde edilir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 6.37'de ifade edilmiştir.

Çizelge 6.37. Bulanık Pozitif ve Negatif İdeal Çözüm Uzaklık Değerleri

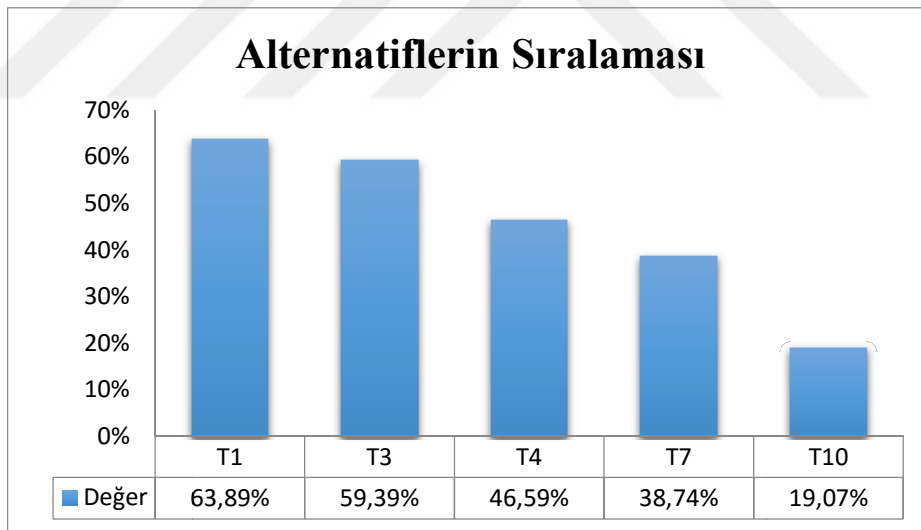
Alternatifler	d_i^*	d_i^-
T1	1,8223	3,2244
T3	2,2137	3,2380
T4	2,9210	2,5475
T7	3,3028	2,0886
T10	4,2427	1,0000

Adım 8. Her bir alternatifin yakınlık katsayısı CC_i 'nin hesaplanması ve alternatiflerin sıralanması

İlgili hesaplama formül (5.61)'a göre yapılır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 6.38 ve 10.36'da ifade edilmiştir.

Çizelge 6.38. Yakınlık Katsayılarının Oluşturulması

Alternatifler	Yakınlık Katsayısı	
T1	CC_1	63,89%
T3	CC_2	53,39%
T4	CC_3	46,59%
T7	CC_4	38,74%
T10	CC_5	19,07%



Şekil 6.6. BTOPSIS Sıralama

Çizelge 7.1 kabul koşulları kriterlerine göre elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, T1, T3 ve T4'ün kabul edilebilir, T7'nin düşük riskle kabul edilebilir olduğu ve T10'nun yüksek riskle tavsiye edildiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

6.6.5. Hedef Programlama Yöntemi ile Sıralamanın Yapılması

Uygulamanın ikinci kısmı olan hedef programlama ile çözüm aşaması, BAHP’de yapılan hesaplama sonucunda bulunan ağırlıklar burada kısıt ve amaç fonksiyona katsayı olarak dâhil edilip iki şekilde hedef programlama modeli kurulacaktır. Burada ağırlıklandırma metodu ile hedef programlama yöntemi ele alınmıştır. Ağırlıklandırma yöntemine göre kısıtların birbirlerine göre ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Modelin kurulması için belirlenmiş olan bazı kısıtlar aşağıda belirtilmiştir;

- **Kapasite Kısıtı:** Bir sipariş kapsamında alınacak maksimum miktarı belirtir.
- **Üretim Maliyeti Kısıtı:** Verilen sipariş kapsamında ödenecek para miktarını belirtir.
- **Kaynağında Kalite Kontrol Kısıtı:** Ürünlerin kabulunun yapılması için tedarikçi bünyesinde TS personeli tarafından ikinci kez örnekleme yapılması koşulu ile boyutsal ölçüm ve belgelerin kontrolünün yapılmasını belirtir.
- **Teslim Süresi Kısıtı:** Ürünlerin taahhüt edilen süre içerisinde teslim edilmesini belirtir. Tedarikçinin ürünleri en geç bu süre zarfında teslim etmesi gerektiği anlamına gelmektedir.
- **Fire (Hatalı Ürün) Oranı Kısıtı:** Üretim kapsamında ilgili firma tarafından tedarikçiye verilen bozulma oranını belirtir.
- **AHP Öncelikleri Kısıtı:** İlk yöntem olan AHP yönteminde elde edilen her bir tedarikçinin öncelik skorlarını vermektedir.

TS söz konusu proje için ihtiyaç duyduğu ürünleri ortalama 60 günlük sürelerle satın alımını gerçekleştirmektedir. Bu süre içinde alınması planlanan ürün ortalama 200 çeşit olup miktarı ise 300 adettir. Bu 200 çeşit ürün için ürün teslimatına müteakip 30 gün içerisinde ödemelerini yapmaktadır. Bu ödeme miktarı ortalama 200.000 TL dir. Yapılacak olan bu üretimlerin kalite kontrolünün sağlanması için tedarikçilerin TS personeli tarafından üretici tesislerinde kalite kontrol işlemleri yapılacaktır. Bu işlemin süresi üretici tesislerinde bulunan araç gereçler ile doğru orantılıdır. Bu kapsamda her çeşit üründen 1 tane %100 kontrol edilmek şartı ile 1 den fazla ürün

için Çizelge 6.39’da belirtilen değerler baz alınarak kalite kontroller yapılacaktır. Bu hizmet için ayrılan süre maksimum 20 saattir.

Çizelge 6.39. Kalite Kontrol Örneklem Adedi

Ürün Sayısı (Adet)	Örneklem Sayısı (Adet)
0 - 10	1
10-25	2
25-75	3
75-150	4
150- üzeri	5

Çizelge 6.40. Model İçin Gerekli Parametreler

Kısıtlar	Alternatifler	T1	T3	T4	T7	T10
Kapasite Kısıtı (60 gün)		450	350	250	300	150
Üretim Maliyeti Kısıtı (TLx1000)		180	170	350	175	255
Kaynağında Kalite Kontrol Kısıtı(Saat)		18	19	16	18	25
Teslim Süresi Kısıtı (maksimum gecikme gün)		0	1	4	2	5
Fire (hatalı ürün) Oranı Kısıtı (100 üründe)		1	1	2	1	2
AHP Öncelikleri Kısıtı (%)		0,5513	0,1707	0,2241	0,0539	0

Ürünlerin TS’ye tam zamanında teslim edilmesi önem arz etmektedir. Aşırı gecikmeler projede testlerin ötelenmesine ve ekstra gecikme maliyetlerine yol açarken ürünlerin çok erken gelmeside stok maliyetlerine sebep olmaktadır. Ön görülen gecikmeler maksimum -/+5 gün olup firmalar tarafından ön görülen bu değerler Çizelge 6.40’da belirtilmiştir. Ürünlerde meydana gelebilecek hatalar ile ilgili bilgiler yine Çizelge 6.40’da belirtilmiştir. Bu hatalar üretim esnasında meydana gelebilecek bir durum olacağı gibi taşıma ve diğer türlü sebeplerden

kaynaklı durumda olabilir. Tedarikçiler için fire oranı % 2 olarak belirlenmiştir (100 adet ürün için 2 adet fire hakkı).

Modelin kurulması ile ilgili bilgiler Çizelge 6.40'da belirtilmiştir.

Cözüm 1. AHP önceliklerinin kısıt alınarak çözülmesi

Hedefler;

- Üretim maliyeti kısıtı, diğer kısıtlara oranla 3 kat daha önemlidir.
- Kapasite kısıtı, satın alma maliyeti kısıtını yarısı kadar önemlidir.
- Teslim süresi kısıtı, kontrol süresi kısıtından 2 kat daha önemlidir.
- Geriye kalan diğer kısıtların birbiri ile aynı önem derecesine sahip olduğu söylenmiştir.

Bu hedefler bu çözüm yönteminde amaç fonksiyonu katsayısı olarak kullanılmıştır.

Parametler;

x_1 : T1 Tedarikçisi, x_2 : T3 Tedarikçisi, x_3 : T4 Tedarikçisi, x_4 : T7 Tedarikçisi, x_5 : T10 Tedarikçisi,

Kapasite Kısıtı: (d_1)

Üretim Maliyeti Kısıtı: (d_2)

Kaynağında Kalite Kontrol Kısıtı: (d_3)

Teslim Süresi Kısıtı: (d_4)

Fire (hatalı ürün) Oranı Kısıtı: (d_5)

AHP Öncelikleri Kısıtı: (d_6)

Karar değişkenleri;

d_i^+ : i. hedefin pozitif sapma değişkeni

d_i^- : i. hedefin negatif sapma değişkeni

Ör: Kapasite Kısıtı = (d_1)

d_1^+ : Kapasite sınırının ne kadar aşıldığını gösterir.

d_1^- : Kapasite sınırının ne kadar altında kaldığını gösterir.

Diğer kısıtlar içinde aynı durum kapasite kısıtında belirtildiği gibidir.

Amaç fonksiyonu;

$$\text{Min } Z = W1 (G_1) + W2 (G_2) + W3 (G_3) + W4 (G_4) + W5 (G_5) + W6 (G_6)$$

$$\text{Min } Z = 1.5 (d_1^-) + 3(d_2^+) + (d_3^+) + 2(d_4^+) + (d_5^+) + (d_6^-) + (d_6^+)$$

Kısıtlar;

1- Talep Kısıtı

$$450 x_1 + 350 x_2 + 250 x_3 + 300 x_4 + 300 x_5 + d_1^- - d_1^+ = 300$$

2- Üretim Maliyeti Kısıtı (x1000)

$$180 x_1 + 170 x_2 + 350 x_3 + 175 x_4 + 255 x_5 + d_2^- - d_2^+ = 200$$

3- Kalite Kontrol Kısıtı

$$18 x_1 + 19 x_2 + 16 x_3 + 18 x_4 + 25 x_5 + d_3^- - d_3^+ = 20$$

4- Teslim Süresi Kısıtı

$$0 x_1 + 1 x_2 + 4 x_3 + 2 x_4 + 5 x_5 + d_4^- - d_4^+ = 5$$

5- Fire Oranı Kısıtı

$$1 x_1 + 1 x_2 + 2 x_3 + 1 x_4 + 2 x_5 + d_5^- - d_5^+ = 2$$

6- AHP Kısıtı

$$0,2123 x_1 + 0,7044 x_2 + 0,0416 x_3 + 0,0416 x_4 + 0 x_5 + d_6^- - d_6^+ = 1$$

$$x_i = 0 \text{ veya } 1 \quad i= 1, 2, 3, 4, 5 \quad (\text{Tedarikçiyi seçme ya da seçmeme durumu})$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad i= 1, 2, 3, 4, 5$$

Cözüm 2. AHP önceliklerinin amaç fonksiyonu katsayısı alınarak çözülmesi

Çözüm 1. de alınan parametreler ile aynı olup sadece BAHP'deki öncelikler kısıt değil amaç fonksiyonu katsayısı (hedef) olarak alınmıştır.

$$\text{Min } Z = 0,2123 (d_1^-) + 0,7044 (d_2^-) + 0,0416 (d_3^-) + 0,0416 (d_4^-) + 0(d_5^-)$$

Kısıtlar;

1- Talep Kısıtı

$$450 x_1 + 350 x_2 + 250 x_3 + 300 x_4 + 300 x_5 + d_1^- - d_1^+ = 300$$

2- Üretim Maliyeti kısıtı (x1000)

$$180 x_1 + 170 x_2 + 350 x_3 + 175 x_4 + 255 x_5 + d_2^- - d_2^+ = 200$$

3- Kalite Kontrol Kısıtı

$$18 x_1 + 19 x_2 + 16 x_3 + 18 x_4 + 25 x_5 + d_3^- - d_3^+ = 20$$

4- Teslim Süresi Kısıtı

$$0 x_1 + 1 x_2 + 4 x_3 + 2 x_4 + 5 x_5 + d_4^- - d_4^+ = 5$$

5- Fire Oranı Kısıtı

$$1 x_1 + 1 x_2 + 2 x_3 + 1 x_4 + 2 x_5 + d_5^- - d_5^+ = 2$$

$$x_i = 0 \text{ veya } 1 \quad i= 1, 2, 3, 4, 5 \quad (\text{Tedarikçiyi seçme ya da seçmeme durumu})$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad i= 1, 2, 3, 4, 5$$

Hedef programlama çözümü yapılırken BAHP'den gelen öncelikler hedef programlamada çözüm 1'de kısıt olarak, çözüm 2'de ise hedef olarak ele alınmıştır. Çıkan sonuçlar Çizelge 6.42'de belirtmiştir. Sonuçlar bakıldığında her iki çözümde de 2 numaralı tedarikçinin seçildiği ve sapma değerlerinin de aynı olduğu görülmektedir. Çizelge 6.41'de bu iki modelin uygulanmasıyla kısıtlarda meydana gelecek sapmalar verilmiştir.

Çizelge 6.41. Elde Edilen Sonuçlara Göre Sapmalar

Kaynaklar	Kısıtlar	HP-1		HP-2	
		N	P	N	P
Talep (br)	300	-	50	-	50
Maliyet (tl) x1000	200	30	-	30	-
Kalite Kontrol (saat)	20	1	-	1	-
Teslim Süresi (gün)	5	4	-	4	-
Fire Oranı (%)	2	1	-	1	-

6.7. Sonuçlar

Çizelge 6.42. Sonuçların Karşılaştırılması

	AHP TOPSIS	BAHP	BTOPSIS	BAHP	
				HP1	HP2
Tedarikçi-1	2	2	1	-	-
Tedarikçi-3	1	1	2	1	1
Tedarikçi-4	4	3	3	-	-
Tedarikçi-7	3	3	4	-	-
Tedarikçi-10	5	4	5	-	-

Yapılan örnek uygulamalar kapsamında sonuçlar Çizelge 6.42’de belirtilmiştir. Sadece BTOPSIS yönetiminde Tedarikçi-1’in ilk sırada yer aldığı, diğer yöntemlerle yapılan hesaplamalar sonucunda ise Tedarikçi-3’nin ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Ayrıca problemin belirlenmiş kısıtlar altında matematiksel modeli kurulmuş olup çözümlene işlemi Lindo 6.1 programına göre yapılmıştır. Beş adet

tedarikçi arasından Tedarikçi-3'nin yine bu işi yapması uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Yöntemlerde kullanılan değerler satınalma uzmanları ve proje mühendisleri tarafından proje isterleri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Bundan dolayı yapılan değerlendirmeler sonucunda belirlenen tedarikçilerin bu işin yapılmasında doğru bir seçim olduğu uzmanlar tarafından mutabık kalınmıştır.



7. SONUÇ

İş hayatında sıklıkla rastlanan konulardan biri olan tedarikçi seçimi problemleri, çok kriterli karar verme yöntemleri ile ele alınan problemlerden biridir. Tedarikçi seçimi problemlerinin çözümünde; uygun kriterlerin belirlenmesi, etkileşimlerin açık bir şekilde ifade edilmesi ve karşılaştırmaların tutarlı bir biçimde yapılması oldukça önemlidir. Kurum veya kuruluşların yapmak üzere oldukları tedarikçi tercihlerini doğru bir şekilde yapabilmeleri için bilimsel metotların kullanılması önerilmektedir. Aksi halde istenilen kriterlere uygun olmayan özelliklerde tedarikçiler seçilerek, firma projelerinin teslimat performansı veya maliyet etkinliği etkilenebilir.

Bu çalışmada, ülkemiz savunma sanayine katkı sağlamak amacıyla kurulan ve bu kapsamda Ar-Ge çalışmaları yapan TS Savunma firmasına yönelik bir tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Yine bu çalışma kapsamında birden fazla yönetime başvurulmuştur. Bu çok kriterli karar verme yöntemleri AHP ve TOPSIS olup aynı zamanda bu yöntemler bulanık ortamda incelenmiş olup matematiksel model oluşturularak söz konusu işletme için en uygun tedarikçinin seçilmesi amaçlanmıştır.

Yapılan literatür araştırması neticesinde, birçok sektörde yaygın olarak kullanıldığı tespit edilen kalite, maliyet, teslim süresi, makine parkuru ve teknik yeterlilik kriterleri ana kriterler olarak belirlenmiştir. Bu kriterler belirlenirken TS firmasında en az 10 yıldan beri çalışan satınalma personelleri ve proje personellerine, yapılan işleri de dikkate alarak bir anket çalışması yapılmış olup çoğunluğun ortak karar vermesi neticesinde belirlenmiştir.

Çalışmada, belirtilen yöntemler uygulanarak beş potansiyel tedarikçi firma değerlendirilmiş ve her iki yönetime göre de en iyi firmalar belirlenmiştir.

İlk yöntem olan AHP yöntemi ile ikili karşılaştırmalar yapılmış olup kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Bu ağırlıklar bir sonraki yöntem olan TOPSIS yönteminde girdi olarak kullanılmış olup bu yöntemde tedarikçilerin sıralaması yapılmıştır.

İkinci yöntem olan TOPSIS yöntemi karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ana prensibine dayanır ve bu yakınlığa göre sıralama yapılır. AHP’de elde edilen ağırlıklar burada kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen değerler yüksek değerden düşük değere göre sıralama yapılarak en iyi tedarikçi sıralaması yapılmış olur. Elde edilen sıralamada en iyi tedarikçi **Tedarikçi-3** olarak belirlenmiştir.

Üçüncü adımda ise BTOPSIS yani bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçilerin sıralanması yapılır. Bu yöntem uzman kişiler tarafından karar vericilerin atanması ile başlar. Bu karar vericiler kriterleri ve tedarikçileri dilsel değişkenlere göre değerlendirip sonrasında bu dilsel değişkenlere karşılık gelen bulanık sayıların atanması ile hesaplama hiyerarşisi kurulmuş olur. Buradaki kritik nokta karar vericilerin atanması ve bulanık sayıların belirlenmesidir. Elde edilen sıralamada en iyi tedarikçi **Tedarikçi-1** olarak belirlenmiştir.

Dördüncü adımda ise BAHP yani bulanık AHP yöntemi ile hem sıralama yapılır hem de beşinci adımda anlatılan hedef programlama yönteminin ağırlıkları elde edilmiş olur. BAHP yönteminde daha önce uzman kişilerce belirlenmiş olan kriterler ve tedarikçiler dilsel değişkenler yardımı ile ikili karşılaştırmaları yapılır. Ardından sentetik değerler belirlenir ve kıyaslama değerleri oluşturularak sonuca ulaşılır. Elde edilen sıralamada en iyi tedarikçi **Tedarikçi-3** olarak belirlenmiştir.

Son adım olan beşinci adımda ise BAHP de elde edilen ağırlıklar yardımı ile ağırlıklandırılmış hedef programlama da en uygun tedarikçi belirlenir. Hedef programlama çözümü yapılırken BAHP’de elde edilen ağırlıklar iki şekilde kullanılır. Birinci yöntem ağırlıklar HP’de kısıt olarak, ikinci yöntem ise hedef olarak kullanılır. Elde edilen iki çözüme göre en iyi tedarikçi **Tedarikçi-3** olarak belirlenmiştir.

Bu kapsamda, AHP-TOPSIS, BAHP, BTOPSIS ve HP yöntemleri uygulaması sonucuna göre çoğunlukta **Tedarikçi-3**’in bu işi yapılmasında uygun olduğu değerlendirilmektedir.

Bu tarz stratejik ve taktik kararların bilimsel dayanakları olmasına son derece önem gösteren TS Savunma firması, tedarikçi seçimini doğru bir şekilde yaparak arzu edilen yapıda bir tedarikçi ağı kuracak olup tedarik zincirini güçlendirecektir. Bu çalışmanın devamında, bu yöntemin geliştirilmesi ve şirketin bütün tedarikçi seçimi süreçlerinde kullanımı hedeflenmiştir.

Firmaların tedarikçi seçimleri ülkemizde çoğu zaman kişilerin firmalarla iletişimi, etkileşimi üzerinden gerçekleşmekte, bilimsel yöntemler kullanılmamaktadır. Bazen öznel yargılarla bilimsel metodolojiler aynı sonuçları verecek dahi olsa, tedarikçi seçimini bir ÇKKV problemi olarak ele almak ve bu şekilde çözmeye çalışmak bütün kurum ve kuruluşlar için çok faydalı olacaktır.

Her seçimden sonra elde edilen bilgilerin kaydedilmesi sonucunda firma elinde bir istatistik oluşmasıyla birlikte Tedarikçi Veri Tabanlarının oluşturulması ve bu veri tabanının temelinde de ÇKKV algoritmalarının koşturulması da Endüstri Mühendisliği'nin iş hayatındaki değerli pratik uygulamalarından biri olacaktır.

KAYNAKLAR

Ababutain A.Y., A Multi-Criteria Decision-Making Model For Selection Of Bot Toll Road Proposals Within The Public Sector. Doktora Tezi, University Of Pittsburg, School Of Engineering, Pennsylvania, 2002.

Ada, E., Kazançoğlu, Y., Aracıoğlu, B., Stratejik rekabet üstünlüğü sağlamada tedarikçi seçiminin analitik hiyerarşik süreç ile gerçekleştirilmesi. V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 605-611, 2005.

Akman, G., Atakan, A., Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde Bir Uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9: 23-46, 2006.

Aksoy, A., Ozturk, N., Supplier Selection And Performance Evaluation In Just-In-Time Production Environments. Expert Systems With Applications, 38: 6351–6359, 2011.

Aktepe, A., Ersöz, S., A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Model For Supplier Selection And A Case Study. International Journal Of Research and Development, 3 (1): 33-37, 2011.

Akyüz, G., Bulanık VIKOR Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 26 (1): 197-215, 2012.

Albino, V., Garavelli, A.C., A Neural Network Application to Subcontractor Sating in Construction Firms. International Journal of Project Management, 16: 9-14, 1998.

Amin, S.H., Zhang, G., An Integrated Model For Closed-Loop Supply Chain Configuration And Supplier Selection: Multi-Objective Approach. Expert Systems With Applications, 39 (8): 6782-6791, 2012.

Asamoah, D., Annan, J., Nyarko, S., AHP Approach For Supplier Evaluation And Selection In A Pharmaceutical Manufacturing Firm In Ghana. *International Journal Of Business And Management*, 7 (10): 49-62, 2012.

Aydın, Y., Eren, T., Savunma Sanayii Alt Yüklenici Seçiminde Bulanık Mantık Altında Çok Kriterli Karar Verme ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. 37. Yöneylem Araştırması Ve Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 87, 2017a.

Aydın, Y., Eren, T., Savunma Sanayinde Füze Sistemleri İçin Kullanılan Titanyum Ham Malzemeye Sahip Kritik Ürünlerin Üretimi İçin Bulanık AHP-TOPSIS Algoritmaları İle Tedarikçi Seçimi. 2. Uluslararası Savunma Sanayi Sempozyumu, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale 816-825, 2017b.

Aydın, Y., Eren, T., Savunma Sanayinde Stratejik Ürün İçin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, (Basımda), 2018.

Ayhan, M.B., Kilic, H.S., "A Two Stage Approach For Supplier Selection Problem In Multi-Item/Multi-Supplier Environment With Quantity Discounts. *Computers & Industrial Engineering*, 85: 1–12, 2015.

Ayvaz, B., Boltürk, E., Kaçtıoğlu S., Supplier Selection With TOPSIS Method In Fuzzy Environment: An Application In Banking Sector. *Sigma J Eng & Nat Sci* 33 (3): 351-362, 2015.

Badri, A, M., Combining the Analytic Hierarchy Process and Goal Programming for Global Facility Location-Allocation Problem. *Int. J. Production Economics*, 62 (3): 237-248, 1999.

Barla, S.B., A Case Study Of Supplier Selection For Lean Supply By Using A Mathematical Model. *Logistics Information Management*, 16 (6): 451-459, 2003.

Bayazit, O., Use Of Analytic Network Process In Vendor Selection Decisions. *Benchmarking: An International Journal*, 13 (5): 566–579, 2006.

Baykal, N., Beyan, T., Bulanık Mantık İlke ve Temelleri. Bıçaklar Kitabevi, Ankara, 2004.

Bayraktar, D., Çebi, F., Turan, H.H., A Prototype Expert System Approach for Supplier Evaluation And Selection Process. *Proceedings of the 34th International Conference on Computers & Industrial Engineering*, 2004.

Bhutta, K.S., Huq, F., Supplier Selection Problem: A Comparison of The Total Cost of Ownership and Analytic Hierarchy Process Approaches. *Supply Chain Management: An International Journal*, 7 (3): 126-135, 2002.

Boer, de L., Wegen, van der L., Telgen J., Outranking Methods in Support of Supplier Selection. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 4 (2): 109-18, 1998.

Boran, F.E., Genç, S., Kurt, M., Akay. D., A Multi-Criteria Intuitionistic Fuzzy Group Decision Making For Supplier Selection With TOPSIS Method. *Expert Systems With Applications*, 36 (8): 11363–11368, 2009.

Bottani, E., Rizzi, A., A Fuzzy Multi-Attribute Framework for Supplier Selection In An E-Procurement Environment. *International Journal Of Logistics: Research And Applications*, 8 (3): 249-266, 2005.

Bruno, G., Esposito, E., Genovese, A., Passaro, R., AHP-Based Approaches For Supplier Evaluation: Problems And Perspectives. *Journal Of Purchasing And Supply Management*, 18 (3): 159-172, 2012.

Buckley, J.J., (1985), Fuzzy Hierarchical Analysis. *Fuzzy Sets And Systems*, 17 (3): 233-247, 1985.

Buyukozkan G., Ruan D., Evaluation Of Software Development Projects Using A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach. *Mathematics And Computers In Simulation*, 77 (5-6): 464- 475, 2008.

Büyüközkan, G., Göçer, F., Application Of A New Combined Intuitionistic Fuzzy MCDM Approach Based On Axiomatic Design Methodology For The Supplier Selection Problem, 52: 1222-1238, 2017.

Carlson C., Fuller R., Fuzzy Multiple Criteria Decision Making: Recent Developments. *Fuzzy Sets And Systems*, 78 (2): 139-153, 1996.

Chamodrakas, I., Batis, D., Martakos, D., Supplier Selection In Electronic Marketplaces Using Satisficing And Fuzzy AHP. *Expert Systems With Applications*, 37 (1): 490–498, 2010.

Chan, F.T.S., Interactive Selection Model For Supplier Selection Process: An Analytical Hierarchy Process Approach. *International Journal Of Production Research*, 41 (15): 3549-3579, 2003.

Chan, F.T.S., Chan, H.K., Development Of The Supplier Selection Model – A Case Study In The Advanced Technology Industry. *Proceedings Of The Institution Of Mechanical Engineers, Part B – Journal of Engineering Manufacture*, 218 (12): 1807–1824, 2004.

Chan, F.T.S., Chan, H.K., Ip, R.W.L., Lau, H.C.W., A Decision Support System For Supplier Selection In The Airline Industry. *Proceedings Of The Institution Of Mechanical Engineers, Part B – Journal of Engineering Manufacture*, 221 (4): 741–758, 2007.

Chang, D.Y., Applications Of The Extent Analysis Method Of Fuzzy AHP. *European Journal Of Operational Research*, 95 (3): 649-655, 1996.

Charnes, A., Cooper, W.W., Management Models And Industrial Applications Of Linear Programming, John Wiley, 1, 2, New York, 1961.

Charnes, A., ve Cooper, W.W., Goal Grogramming and Multiple Objective Optimizations, European Journal Of Operational Research 1 (1): 39-54, 1977.

Chen, C.T., Extensions of the Topsis for Groups Decision-Making under Fuzzy Environment. Fuzzy Sets and Systems, 114 (1): 1-9, 2000.

Chen, C.T., A Fuzzy Approach To Select The Location Of The Distribution Center. Fuzzy Sets And Systems, 118 (1): 65-73, 2001.

Chen, C.T., Lin, C.T., Huang, S.F., A Fuzzy Approach For Supplier Evaluation And Selection In Supply Chain Management. International Journal Of Production Economics, 102 (2): 289-301, 2006.

Chou, S.Y., Chang, Y.H., A Decision Support System For Supplier Selection Based On A Strategy-Aligned Fuzzy SMART Approach. Expert Systems with Applications, 34 (4): 2241-2253, 2008.

Choy, K.L., Lee, W.B., Lo, V., A Knowledge-Based Supplier Intelligence Retrieval System For Outsource Manufacturing. Knowledge-Based Systems, 18 (1): 1-17, 2005.

Chu M.T., Shyu J., Tzeng G.H., Khosla R., Comparison Among Three Analytical Methods For Knowledge Communities Group-Decision Analysis. Expert Systems With Applications, 33 (4): 1011-1024, 2007.

Çakın, E., Özdemir, A., Tedarik Seçimin Kararında ANP Ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması Ve Bir Uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi 15 (2): 339-364, 2013.

Çelebi, D., Bayraktar. D., An Integrated Neural Network And Data Envelopment Analysis For Supplier Evaluation Under Incomplete Information. *Expert Systems with Applications*, 35 (4): 1698–1710, 2008.

Dağdeviren, M., Eren, T., Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* 16 (2): 41-52, 2001.

Dağdeviren M., Eraslan E., Kurt M., Dizdar, E.N., Tedarikçi Seçimi Problemine Analitik Ağ Süreci İle Alternatif Bir Yaklaşım. *Teknoloji Dergisi*, 8 (2): 115-122, 2005.

Dağdeviren, M., Bulanık AHP İle Personel Seçimi Ve Bir Uygulama. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* 22 (4): 791-799, 2007.

Dağdeviren, M., Eraslan, E., PROMETHEE Sıralama Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* 23 (1): 69-75, 2008.

Dalalah, D., Hayajneh, M., Batieha. F., A Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Model For Supplier Selection. *Expert Systems With Applications*. 38 (7): 8384–8391, 2011.

Demircioğlu, O., Kuruluş Yeri Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi İstanbul, 2010.

Dickson, G.W., An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions. *Journal of Purchasing*, 2: 5-17, 1966.

Dobos, I., Vörösmarty, G., Green Supplier Selection And Evaluation Using DEA-Type Composite Indicators. *International Journal Of Production Economics*, 157: 273-278, 2014.

Dweiri, F., Kumar, S., Khan, S.A., Designing An Integrated AHP Based Decision Support System For Supplier Selection In Automotive Industry. *Expert Systems with Applications*, 62: 273–28, 2016.

Fawcet, S.E., Stanley, L.L., Smith, S.R., Developing A Logistics Capability to Improve the Performance of International Operations. *Journal of Business Logistic*, 18 (2): 101–127, 1997.

Forman H.E., Gass I.S., The Analytic Hierarchy Process-An Exposition. *Operations Research*, 49 (4): 469-486, 2001.

Galankashi, M.R., Helmi, S.A., Hashemzahi, P., Supplier Selection In Automobile Industry: A Mixed Balanced Scorecard–Fuzzy AHP Approach. *Alexandria Engineering Journal*, 55 (1): 93–100, 2016.

Gencer, C., Gurpinar, D., Analytic Network Process In Supplier Selection: A Case Study. In An Electronic Firm. *Applied Mathematical Modelling*, 31 (11): 2475–2486, 2007.

Gnanasekaran, S., Velappan, S., Ayappan, S., An Integrated Model For Supplier Selection: An Automobile Industry Case Study". *International Journal Of Services and Operations Management*, 6 (1): 89-105, 2010.

Ghodsypour, S.H., O'Brien, C., A Decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming. *Int. J. Production Economics*, 56-57: 199-212, 1988.

Girginer, N., Kaygısız, Z., İstatistiksel Yazılım Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci Ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Birlikte Kullanımı. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (1): 211-233, 2009.

Görener, A., Kesici Takım Tedarikçisi Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı. *Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi* 4 (1): 99-110, 2009.

Handfield, R., Walton, S.V., Sroufe, R., Melnyk, S.A., Applying Environmental Criteria to Supplier Assessment: A Study In The Application Of The Analytical Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 141: 70–87, 2002.

Hashemi, S.H., Karimi, A., Tavana, M., An Integrated Green Supplier Selection Approach With Analytic Network Process And Improved Grey Relational Analysis. *International Journal Of Production Economics*, 159: 178-191, 2015.

Haq, A.N., Kannan, G., Fuzzy Analytical Hierarchy Process For Evaluating And Selecting A Vendor In A Supply Chain Model. *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 29 (7-8): 826-835, 2006.

Holt, G. D., Which contractor selection methodology. *International Journal of Project Management* , 16 (3): 153-164, 1998.

Hong, G.H., Park, S.C., Jang, D.S., Rho, H.M., An Effective Supplier Selection Method For Constructing A Competitive Supply-Relationship. *Expert Systems With Applications*, 28 (4): 629–639, 2005.

Hou, J., Su, D., Integration Of Web Services Technology With Business Models Within The Total Product Design Process For Supplier Selection. *Computers In Industry*, 57 (8-9): 797–808, 2006.

Humphreys, P.K., Wong, Y.K., Chan, F.T.S., Integrating Environmental Criteria Into The Supplier Selection Process. *Journal of Materials Processing Technology*, 138: 349-356, 2003.

Hwang, C.L., Yoon, K., *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*. Springer, New York 1981.

Ignizio, J.P., Romero, C., Goal Programming. *Encyclopedia Of Information Systems Elsevier Science*, 2: 489-500, 2003.

Jadidi, O.M.I.D., Zolfaghari, S., Cavalieri, S., A New Normalized Goal Programming Model For Multi-Objective Problems: A Case Of Supplier Selection And Order Allocation. *International Journal Of Production Economics*, 148: 158-165, 2014.

Jadidi, O., Cavalieri, S., Zolfaghari, S., An Improved Multi-Choice Goal Programming Approach For Supplier Selection Problems. *Applied Mathematical Modelling*, 39 (14): 4213–4222, 2015.

Jones, D., Tamiz, M., Practical Goal Programming. *International Series In Operations Research & Management Science*, New York, London, 7, 2009.

Junior, F.R.L., Osiro, L., Carpinetti, L.C.R., A Comparison Between Fuzzy AHP And Fuzzy TOPSIS Methods To Supplier Selection. *Applied Soft Computing*, 21: 194–209, 2014.

Kağnıcıoğlu, C.H., Hedef Programlama Ve Bulanık Hedef Programlama Arasındaki İlişki. *Gazi Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7 (2): 17-38, 2006.

Kahraman, C., Cebeci, U., Ruan, D., Multi-Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey. *International Journal of Production Economics*, 87 (2): 171-184, 2004.

Kannan, D., Jabbour, A.B.L.D.S., Jabbour, C.J.C., Selecting Green Suppliers Based On GSCM Practices: Using Fuzzy TOPSIS Applied To A Brazilian Electronics Company. *European Journ All Of Operational Research*, 233 (2): 432–447, 2014.

Kar, A.K., A Hybrid Group Decision Support System For Supplier Selection Using Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Set Theory And Neural Network. *Journal Of Computational Science*, 6: 23–33, 2015.

Kardam A., Karar Alma: Harvard Business Review Dergisinden Seçmeler. Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası, İstanbul, 2001.

Karimi, H., Rezaeinia, A., Supplier Selection Using Revised Multi-Segment Goal Programming Model. *Int J Adv Manuf Technol*, 70 (5-8): 1227–1234, 2014.

Karpak, B., Kumcu, E., Kasuganti, R.R., Purchasing Materials In The Supply Chain: Managing A Multi-Objective Task. *European Journal Of Purchasing & Supply Management*, 7 (3): 209–216, 2001.

Karpak, B., Kasuganti, R.R., Kumcu, E., Multi-Objective Decision-Making In Supplier Selection: An Application Of Visual Interactive Goal Programming. *The Journal Of Applied Business Research*, 15 (2): 57-71, 2011.

Kavlakçı, M., Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve Hibrit Bulanık AHP Bulanık TOPSIS Yöntemleri İle Liman Yeri Seçimi Ve Örnek Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana, 2014.

Kazançoğlu, Y., Ada, E., Perakende Sektöründe Tedarikçi Seçiminin Bulanık AHP İle Gerçekleştirilmesi. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9 (1): 29-52, 2010.

Koç, E., Burhan, H.A., An Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach To A Real World Supplier Selection Problem: A Case Study Of Carglass Turkey. *Global Business And Management Research: An International Journal* 6 (1): 1-14, 2014.

Kumar, M., Vrat, P., Shankar, R., A Fuzzy Programming Approach For Vendor Selection Problem In A Supply Chain. *International Journal Of Production Economics*, 101 (2): 273-285, 2006.

Küçük, O., Ecer, F., Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi Ve Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 22 (2): 435-450, 2008.

Li, G.D., Yamaguchi, D., Nagai, M., A Grey-Based Rough Decision-Making Approach To Supplier Selection. *International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 36: 1032–1040, 2008.

Liao, Z., Rittscher, J., A Multi-Objective Supplier Selection Model Under Stochastic Demand Conditions. *International Journal Of Production Economics*, 105 (1): 150–159, 2007.

Liao, S.K., Chang, K.L., Tseng, T.W., Optimal Selection Of Program Suppliers For TV Companies Using An Analytic Network Process (ANP) Approach. *Asia-Pacific Journal Of Operational Research*, 27 (6): 753–767, 2010.

Liu, F.H.F., Hai, H.L., The Voting Analytic Hierarchy Process Method For Selecting Suppliers. *International Journal Of Production Economics*, 97 (3): 308–317, 2005.

Liu H., Yan T., Bidding-Evaluation Of Construction Projects Based On VIKOR Metod. *IEEE International Conference On Automation And Logistics*, 18-21 August 2007, 1778- 1782, 2007.

Lopez, R., Strategic Supplier Selection In The Added-Value Perspective: A CI Approach. *Information Sciences*, 177 (5): 1169–1179, 2007.

Mahdiloo, M., Noorizadeh, A., Saen, R.F., A New Approach For Considering A Dual-Role Factor In Supplier Selection Problem. *International Journal Of Academic Research*, 3 (1): 261-266, 2011.

Mani, V., Agrawal, R., Sharma, V., Supplier Selection Using Social Sustainability: AHP Based Approach In India. *International Strategic Management Review*, 2: 98–112, 2014.

Min, H., International Supplier Selection: A Multi-Attribute Utility Approach. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24: 24-33, 1994.

Monczka, M.R., Trent, R.J., Handfield, R.B., Purchasing and Supply Chain Management. 2nd ed, 2002.

Muralidharan, C., Anantharaman, N., Deshmukh, S.G., A Multi-Criteria Group Decisionmaking Model For Supplier Rating. The Journal Of Supply Chain Management, 38 (3): 22-33, 2002.

Narasimhan, R., Talluri, S., Mendez, D., Supplier Evaluation And Rationalization Via Data Envelopment Analysis: An Empirical Examination. The Journal Of Supply Chain Management, Summer, 37 (2): 28-37, 2001.

Narasimhan, R., Talluri, S., Mahapatra, S.K., Multiproduct, multicriteria model for supplier selection with product life-cycle considerations. Decision Sciences, 37 (4): 577–603, 2006.

Ng, W.L., An Efficient And Simple Model For Multiple Criteria Supplier Selection Problem. European Journal Of Operational Research, 186 (3): 1059–1067, 2008.

Opricovic S., Tzeng G.H., Extended Vikor Metod in Comparison with Outranking Methods. European Journal Of Operational Research, 178 (2): 514-529, 2007.

Önüt, S., Kara, S.S., Isık. E., Long Term Supplier Selection Using A Combined Fuzzy MCDM Approach: A Case Study For A Telecommunication Company. Expert Systems With Applications, 36 (2): 3887–3895, 2009.

Özbek, A., Tedarikçi Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi, 11: 69-99, 2014.

Özcan, A. Y., Sağlık Kurumları Yönetiminde Sayısal Yöntemler: Siyasal Kitabevi, 2003.

Özdemir, A.İ., Seçme, N.Y., İki Aşamalı Stratejik Tedarikçi Seçiminin Bulanık Topsis Yöntemi İle Analizi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi 11 (2): 79-112, 2009.

Özdemir, A., Ürün Grupları Temelinde Tedarikçi Seçim Probleminin Ele Alınması Ve AHP İle Çözülmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi 12 (1): 55-84, 2010.

Özder E.H., Eren T., Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Entegrasyonu: Örnek Bir Uygulama. 15. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, Ege Üniversitesi, 14-16 Ekim 2015,- İzmir/Türkiye.

Özder E.H., Eren T., Çetin Ö.S., Supplier Selection With TOPSIS And Goal Programming Methods: A Case study. Journal Of Trends In The Development Of Machinery And Associated Technology, 19 (1): 109-112, 2015.

Özder E.H., Eren T., Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi Ve Hedef Programlama Teknikleri İle Tedarikçi Seçimi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4 (3): 196-207, 2016.

Öztürk A., Yoneylem Araştırması, Ekin Kitabevi, 9.Baskı, Bursa, 295-292, 2004.

Öztürk, A., Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu, N., Nakliye Firması Seçiminde Bulanık AHP Ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Marmara Üniversitesi İ.İ.BİF. Dergisi 25 (2): 785-824, 2008.

Özyörük, B., Özcan, E.C., Otomotiv sektöründe tedarikçi seçimine etki eden faktörler ve tedarikçi seçimi. V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 625-629, 2005.

Phua M.H., Minowa M., A GIS-Based Multi-Criteria Decision Making Approach To Forest Conservation Planning At A Landscape Scale: A Case Study In The Kinabalu Area, Sabah, Malaysia. Landscape And Urban Planning 71 (2-4): 207-222, 2005.

Rajesh, R., Ravi, V., Supplier Selection In Resilient Supply Chains: A Grey Relational Analysis Approach. *Journal Of Cleaner Production*, 86: 343-359, 2015.

Rajesh, G., Malliga, P., Supplier Selection Based On AHP QFD Methodology. *Procedia Engineering*, 64: 1283-1292, 2013.

Reddy, A.R., Naidu, M.M., Govindarajulu, P., An Integrated Approach Of Analytical Hierarchy Process Model And Goal Model (AHP-GP Model) For Selection Of Software Architecture. *International Journal Of Computer Science And Network Security*, 7 (10): 108-117, 2007.

Roshandela, J., Miri-Nargesib, S.S., Hatami-Shirkouhic L., Evaluating And Selecting The Supplier In Detergent Production Industry Using Hierarchical Fuzzy TOPSIS. *Applied Mathematical Modelling*, 37 (24): 10170–10181, 2013.

Rouyendegh, D.B., Erkan, T.E., Selecting The Best Supplier Using Analytic Hierarchy Process (AHP) Method. *African Journal Of Business Management*, 6 (4): 1455-1462, 2012.

Saaty, T.L., *Multicriteria Desicion Making: The Analytic Hierarchy Process*, 1988; Revised and published by the author; Original version published by McGraw-Hill, New York, 1980.

Safa, M., Shahi, A., Haas, C.T., Hipel, K.W., Supplier Selection Process In An Integrated Construction Materials Management Model. *Automation In Construction*, 48: 64-73, 2014.

Sakallı, Ü.S., A note on "fuzzy multi-objective production/distribution planning decisions with multi-product and multi-time period in a supply chain". *Computers & Industrial Engineering*, 59 (4):, 1010-1012, 2010.

Sanayei, A., Farid Mousavi, S., Yazdankhah, A., Group Decision Making Process For Supplier Selection With VIKOR Under Fuzzy Environment. *Expert Systems With Applications*, 37 (1): 24-30, 2010.

Sarkis, J., Talluri, S., A Model For Strategic Supplier Selection. *The Journal Of Supply Chain Management*, 38 (4): 18-28, 2002.

Schniederjans, M.J., Hoffman, J.J., Sirmans, G.S., Using Goal Programming and the Analytic Hierarchy Process in House Selection. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 11(2): 167-176, 1995.

Sevкли, M., Koh, S.C.L., Zaim, S., Demirbag, M., Tatoglu, E., An Application Of Data Envelopment Analytic Hierarchy Process For Supplier Selection: A Case Study Of BEKO In Turkey. *International Journal Of Production Research*, 45 (9): 1973–2003, 2007.

Shaw, K., Shankar, R., Yadav, S.S., Thakur, L.S., Supplier Selection Using Fuzzy AHP And Fuzzy Multi-Objective Linear Programming For Developing Low Carbon Supply Chain. *Expert Systems With Applications*, 39 (9): 8182–8192, 2012.

Shyur, H.J., Shih, H.S., A Hybrid MCDM Model For Strategic Vendor Selection. *Mathematical And Computer Modelling*, 44 (7-8): 749-761, 2006.

Simpson, P.M., Siguaw, J.A., White, S.C., Measuring the Performance of Suppliers: An Analysis of Evaluation Processes. *The Journal of Supply Chain Management*, 38(4): 29-41, 2002.

Sivrikaya, B.T., Kaya, A., Dursun, E., Çebi, F., Fuzzy AHP-Goal Programming Approach For A Supplier Selection Problem. *Research In Logistics & Production*, 5 (3): 271-285, 2015.

Sultana, I., Ahmed, I., Azeem, A., An Integrated Approach For Multiple Criteria Supplier Selection Combining Fuzzy Delphi, Fuzzy AHP & Fuzzy TOPSIS. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 29 (4): 1273–1287, 2015.

Soner, S., Önüt, S., Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi Bir ELECTRE-AHP Uygulaması. 110-120, Kabul Tarihi: 28 Kasım, 2006.

Supçiller, A.A., Çapraz, O., AHP-TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması. *İstanbul Üniversitesi İktisadi Fakültesi Ekonometri Ve İstatistik Dergisi*, 13: 1-22, 2011.

Şen, Z., Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri. Bilge Kültür Sanat, İstanbul, 2001.

Taha, A.H., *Operations Research An Introduction*, Prentice-Hall, Inc, MacMillan Publishing Company, New York, 1: 340-350, 1987.

Tam, M.C., Tummala, V., An Application of The AHP in Vendor Selection of A Telecommunications System. *Omega*, 29 (2): 171-182, 2001.

Tamiz, M., Jones, D.F., Interactive Framework For Investigation Of Goal Programming Models: Theory And Practice. *Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis*, 6: 52-60, 1997.

Tavana, M., Fallahpour, A., Caprio D.D., Artega, F.J.S., A Hybrid Intelligent Fuzzy Predictive Model With Simulation For Supplier Evaluation And Selection. *Expert Systems With Applications*, 61: 129–144, 2016.

Terceno, A., Andres, J.D., Barbera, G., Lorenzana, T., Using Fuzzy Set Theory to Analyse Investments and Select Portfolios of Tangible Investments in Uncertain Environments. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge – Based Systems*, 11 (3): 263, 2003.

Timor M., *Analitik Hiyerarşi Prosesi*: İstanbul, Türkmen Kitabevi, 2011.

Ting, S.C., Cho, D.I., An Integrated Approach For Supplier Selection And Purchasing Decisions. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13 (2): 116-127, 2008.

Tong L.I., Chen C.C., Hwan C.H., Optimization of Multi-Response Processes Using The Vikor Metod. *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 31 (11-12): 1049-1059, 2007.

Topçu, H., Bulanık AHP Yönteminin İncelenmesi Ve KPSS Hazırlık Kaynak Kitap Seçimi Problemi Üzerine Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2014.

Triantaphyllou, E., *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht/Boston/London, 2000.

Xia, W., Wu, Z., Supplier Selection With Multiple Criteria In Volume Discount Environments. *OMEGA – International Journal Of Management Science*, 35 (5): 494–504, 2007.

Wang, J.W., Cheng, C.H., Kun-Cheng, H., Fuzzy Hierarchical TOPSIS For Supplier Selection. *Applied Soft Computing*, 9 (1): 377–386, 2009.

Weber, C.A., Current, J.R., Benton, W.C., Vendor Selection Criteria and Methods. *European Journal of Operational Research*, 50: 2–18, 1991.

Ware, N.R., Singh, S.P., Banwet, D.K., A mixed-integer non-linear program to model dynamic supplier selection problem. *Expert Systems with Applications*, 41 (2): 671-678, 2014.

Wu, W.Y., Sukoco, B.M., Li, C.Y., Chen, S.H., An Integrated Multi-Objective Decision-Making Process For Supplier Selection With Bundling Problem. *Expert Systems With Applications*, 36: 2327–2337, 2009.

Wu, D.D., Zhang, Y., Wu, D., Olson, D.L., Fuzzy Multi-Objective Programming For Supplier Selection And Risk Modeling: A Possibility Approach. *European Journal Of Operational Research*, 200 (3): 774-787, 2010.

Yıldırım, B.F., Öney, O., Bulut Teknolojisi Firmalarının Bulanık AHP- MOORA Yöntemi Kullanılarak Sıralanması. *İ. Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 24 (75): 59-81, 2013.

Yılmaz, E., Bulanık AHP-VIKOR Bütünleşik Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi*, 33 (2): 331-354, 2012.

Zadeh, L.A., Fuzzy Sets. *Information And Control*, 8 (3): 338-353, 1965.

Zadeh, L.A., Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Process. *IEEE Transactions On Systems Man, And Cybernetics*, 3 (1): 28-44, 1987.

Zeydan, M., Çolpan, C., Çobanoğlu. C., A Combined Methodology For Supplier Selection And Performance Evaluation. *Expert Systems With Applications*, 38: 2741–2751, 2011.

Zimmermann, H.J., Fuzzy Set Theory and It's Applications. Kluwer Academic Publishers, USA, 1992.

Zingil, T., Supplier Selection Using TOPSIS and VIKOR Under Fuzzy Environment. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, Bahçeşehir Üniversitesi, 2009.