



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SWARA VE BULANIK AHP YÖNTEMLERİNİN
ENTEGRASYONU İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ:
OTOMOTİV YAN SANAYİNDE BİR UYGULAMA

Nurullah DEDE
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Nurullah DEDE tarafından hazırlanan “SWARA ve Bulanık AHP Yöntemlerinin Entegrasyonu ile Tedarikçi Seçimi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama” adlı tez çalışması 10/07/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Eren ÖZCEYLAN
(Gaziantep Üniversitesi)

.....

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yakup ATASAGUN
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Üye

Doç. Dr. Ahmet SARUCAN
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Nurullah DEDE

Tarih: 10/07/2023

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SWARA VE BULANIK AHP YÖNTEMLERİNİN ENTEGRASYONU İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ: OTOMOTİV YAN SANAYİNDE BİR UYGULAMA

Nurullah DEDE

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yakup ATASAGUN

2023, 91 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Yakup ATASAGUN
Prof. Dr. Eren ÖZCEYLAN
Doç. Dr. Ahmet SARUCAN

Karlılığın artması üretim maliyetlerini minimize etmekle başlar, geçmişte de firmalar iyileştirme çalışmalarına üretim maliyetlerini minimize ederek başlamışlar fakat gelişmekte olan teknoloji ve sektördeki işletmelerin sayısının artması sebebi ile rekabet zorlaşmıştır. Zorlu şartlarda rekabet etmek isteyen işletmeler, her türlü girdi ve çıktıda maliyet minimizasyonu stratejileri aramışlardır. Bulunan en önemli stratejilerden birisi alırken kazanma stratejisidir.

Alırken kazanmak mamul, yarı mamul ve hammadde alırken uygun tedarikçi seçimi yapmak demektir. Bu seçim yapılırken tüm kriterler göz önüne alınmalı, ona göre karar verilmelidir. Bu sonuç için doğru tedarikçinin seçimi çok önemlidir. Seçim yapmak karar vericiler için zor olabilir çünkü farklı, birbiri ile çelişen amaçları olan seçim kriterlerine bağlı olarak uygun tedarikçiyi seçmeye çalışırlar. Bu seçim problemi çok kriterli karar verme problemi olarak adlandırılır.

Bu çalışma kapsamında bir otomotiv yan sanayi işletmesindeki tedarikçi seçim sorununa çözüm bulunması amaçlanmıştır. Bu gaye ile BAHP (Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses) yöntemi içerisine, uzman karar vericilerin görüşlerini baz alan SWARA (Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi) yöntemi entegre edilerek kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra BAHP yöntemi ile tedarikçi puanları hesaplanmış ve sıralama yapılmıştır. Uygulamanın kararlılığını değerlendirmek ve farklı senaryolarda ağırlık değerlerinde yaşanan değişikliğin, alternatiflerin sırasına nasıl etki edeceğini belirlemek için duyarlılık analizi yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: BAHP, Çok Kriterli Karar Verme, Otomotiv Sanayi, SWARA, Tedarikçi Seçim Problemi

ABSTRACT**MS THESIS****SUPPLIER SELECTION BY INTEGRATING SWARA AND FUZZY AHP
METHODS: AN APPLICATION IN AUTOMOTIVE SUB-INDUSTRY****Nurullah DEDE****Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Industrial Engineering****Advisor: Asst.Prof.Dr. Yakup ATASAGUN****2023, 91 Pages****Jury****Asst.Prof.Dr. Yakup ATASAGUN
Prof. Dr. Eren ÖZCEYLAN
Assoc. Prof. Dr. Ahmet SARUCAN**

Increasing profitability starts with minimizing production costs. In the past, companies have started their improvement works by minimizing their production costs, but the competition has become more difficult due to the developing technology and the increase in the number of enterprises in the sector. Businesses that want to compete in challenging conditions have sought cost minimization strategies in all kinds of inputs and outputs. One of the most important strategies found is the winning strategy when buying.

Winning while purchasing means choosing the appropriate supplier while purchasing finished products, semi-finished products and raw materials. All criteria should be taken into consideration while making this selection and a decision should be made accordingly. Choosing the right supplier is very important for this result. Choosing can be difficult for decision makers because they try to select the appropriate supplier based on selection criteria with different, conflicting objectives. This selection problem is called a multi-criteria decision problem.

Within the scope of this study, it is aimed to find a solution to the supplier selection problem in an automotive supplier industry business. For this purpose, criterion weights were determined by integrating the SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) method, which is based on the opinions of expert decision makers, into the BAHF (Fuzzy Analytical Hierarchy Process) method. After the criterion weights were determined, the supplier scores were calculated with the BAHF method and the ranking was made. In order to evaluate the stability of the application and to determine how the change in weight values in different scenarios will affect the order of the alternatives, a sensitivity analysis was performed and the results were evaluated.

Keywords: Automotive Industry, BAHF, Multi-Criteria Decision-Making, Supplier Selection Problem, SWARA.

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca beni yönlendiren, değerli fikirleriyle yol gösteren ve çalışmamın daha yararlı ve anlaşılır hale gelmesini sağlayan değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Yakup Atasagun'a teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmamın uygulamasını yaptığım işletmeye ve desteklerini esirgemeyen satın alma ekibine ayırdıkları zamandan ve gösterdikleri sabırdan dolayı teşekkürü borç bilirim.

Son olarak bugünlere gelmemi sağlayan, tez çalışmam boyunca maddi, manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme ve her zaman yanımda olan arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nurullah DEDE
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	1
ABSTRACT	2
ÖNSÖZ	3
İÇİNDEKİLER	4
SİMGELER VE KISALTMALAR	6
1. GİRİŞ	7
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Tedarikçi Seçim Problemi	18
3.1.2. Uygulamanın Yapıldığı İşletme Hakkında Genel Bilgiler.....	24
3.1.3. Firma Satın Alma Süreci	24
3.1.4. Firma Tedarikçi Performans Değerlendirme Süreci.....	26
3.1.5. Firma Tedarikçi Seçimi Süreci	30
3.2. Yöntem	31
3.2.1. SWARA Yöntemi	31
3.2.2. Bulanık AHP Yöntemi	33
3.2.3. Uygulamanın Adımları.....	37
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	39
4.1. SWARA Yöntemi ile Kriterlerin Ağırlıklandırılması	39
4.2. BAHP Yöntemi ile Kriterlerin Ağırlıklandırılması.....	45
4.3. BAHP Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi Uygulamaları.....	47
4.4. Duyarlılık Analizi.....	73
4.4.1. Kriter ağırlığının değişimine dayalı duyarlılık analizi.....	74
4.4.2. Kriter ağırlıklarının değişimine dayalı duyarlılık analizinin uygulanması.....	76

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	83
KAYNAKLAR.....	86



SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklamalar
SWARA	Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi
BAHP	Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
AHP	Analitik Hiyerarşi Proses
ANP	Analitik Ağ Proses
TOPSIS	İdeal Çözüme Benzerlikle Öncelik Sıralaması Tekniği
BTOPSIS	Bulanık İdeal Çözüme Benzerlikle Öncelik Sıralaması Tekniği
VIKOR	Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm
WASPAS	Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirme
FPIS	Bulanık Pozitif-İdeal Çözüm
FNIS	Bulanık Negatif-İdeal Çözüm
ERP	Kurumsal Kaynak Planlaması
MRP	Malzeme İhtiyaç Planlaması
SRM	Tedarikçi İlişkileri Yönetimi
MOORA	Oran Analizine Dayalı Çok Amaçlı Optimizasyon
DEMATEL	Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı Yöntemi

1. GİRİŞ

Bir ürünün, ürünün üretiminde kullanılan hammaddelerin temini aşamasından başlayarak ürünün son kullanıcısı olan müşteriye ulaşıncaya kadar geçen süreçte pay sahibi olan tüm örgütler, kişiler, kaynaklar, teknolojiler ve faaliyetler bütününe tedarik zinciri adı verilir. Tedarik zincirindeki malzeme, bilgi ve para akışlarının bütüncül bir bakış açısıyla yönetilmesi felsefesi de tedarik zinciri yönetimi (TZY) olarak adlandırılır.

Tedarik zincirinin paydaşları birbirleri ile bağımlı olarak ortak bir hedefe ulaşmak için çalışmalıdırlar. Diğer türlü her üye kendi başarısı için çaba sarf ederse bu durum tüm ağı başarısızlığına etki edebilecektir. Tedarik zinciri yönetiminde en önemli üyelerden biri de tedarikçilerdir. Tedarik zincirinin amacına uygun bir şekilde yönetilmesi, çalışma boyunca tedarikçilerin performanslarını etkileyecektir (Tezsürücü ve ark., 2015).

Birçok işletme, pazardaki konumunu korumak için işletmeler arası ilişkilerin önemini kavramışlardır. Bu bağlamda hem tedarikçileri hem de müşterileri ile olan ilişkileri, kazan-kazan ilişkisi dahilinde bir değer yaratmak amacına göre yeniden şekillendirmelidirler.

Tedarikçilerle geliştirilen iş birliklerinin; ürün kalitesi üzerindeki gelişmeler, tedarik edilen ürünlerin maliyetinin minimize edilmesi, üretimde esnekliğin üst seviyelere taşınması, müşteri memnuniyetinin korunması ve artırılması gibi konularda olumlu katkılar yaptığı görülmektedir. Bu katkılar işletmelerin, rakip işletmeler ile rekabet edebilme yönlerinin gelişmesini sağlamaktadır (Kapar, 2013).

İşletmelerin var olabilmesi, rekabet unsurları içeren satın alma stratejileri ile mümkündür. Pazarda rekabet edebilmek sadece maliyetlerin küçüklenmesi ile sağlanamaz aynı zamanda tedarikçilerin işletme ile uyumunun da önemli ölçüde gözetilmesi gerekir. Gelişmeyi arttıracak olan da bu uyumun sürekliliğidir.

Bu çalışmada, otomotiv yan sanayisinde yer alan, süspansiyon ve direksiyon parçaları sektöründe Türkiye'yi temsil eden bir firmanın satın alma süreci içerisinde tedarikçi seçimi kararları için bir algoritma kullanılmaması bu seçimlerin ERP sisteminden alınan veriler ile karar vericilerin yorumlarına göre belirlenmesi sonucunda maliyet, kalite ve zaman kayıplarının gözlemlenmesi nedeniyle firmada oluşan kayıpların azaltılması için bir tedarikçi seçimi uygulaması yapılmıştır.

Günümüzde otomotiv sektörü, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin üretimde kullandıkları hammadde, mamul ve yarı mamul gibi girdiler sayesinde sektörler arası bağları sağlamlaştırmakta ve sağladığı istihdam ile ülkelerin kalkınmalarının baş sektörü olarak kabul edilmektedir. Otomotiv sektörü neredeyse diğer tüm ağır sanayi sektörleri ile alışveriş içerisinde. Demir-çelik, cam, polikarbon, hafif metaller, kumaş-deri, lastik, kauçuk, plastik ve elektronik sanayi gibi sektörlerin ana müşterisi konumundadır.

Otomotiv, müşterilerin her geçen gün çoğalan ve değişen taleplerine ayak uyduran, tüketiciden gelen taleplerin ürün geliştirilmesinde büyük öneme sahip olduğu, sürekli faaliyet hâlinde olmasıyla daima canlı kalabilen bir sektördür. Ayrıca bahsedildiği gibi ülkedeki diğer sektörlerle de itici etki oluşturan, ülkede yüksek katma değer sağlayan ve büyük bir vergi geliri yaratan, oldukça önemli istihdam kapısı olması yanında görece ileri ülkelerin teknoloji gelişiminin ülkeye getirilmesine de aracılık etmektedir (Görener ve ark., 2008).

Otomotiv sektörü hayatta kalabilme ve rekabet edebilme yeteneğinin korunumu açısından çetin savaşların verildiği bir sektördür. Bu sebeple hammadde malzeme giderleri, direkt işçilik giderleri ve genel üretim giderleri gibi tüm giderlerin önemi oldukça yüksektir ve sürekli kontrol altında tutulması gerekmektedir.

İşletmeler, rakip firmalar ile rekabet edebilme yeteneğini koruyabilmesi için maliyetler üzerinde sürekli iyileştirmeler yapmak zorundadır. Bahsi geçen giderler içerisinde hammadde malzeme giderleri kalemini oluşturan malzeme alımları ise işletme bütçesine direkt etki eden satın almalardan oluşmaktadır. Maliyetlerin en küçüklenmesindeki önemli unsur nitelikli tedarikçilerden düşük fiyatlı malzemeler almaktır.

Tedarikçi seçim süreci, ihtiyaç olan ürünlerin hangi tedarikçiden temin edileceğinin belirlenmesidir. Taktik seviye karar verme süreçlerinden birisi olan tedarikçi seçimi çok karmaşık ve zordur. Zor olmasının sebebi bu süreçte, birden fazla kriter olmasıdır. Fiyat, kalite, zamanında teslimat, esneklik, teknik yeterlilik vb. unsurlar süreç içerisindeki kriterlerden bazılarıdır. Tüm bu kriterler doğrultusunda karar vermek gerekir fakat burada önemli olan nokta bazı kriterlerin birbirleri ile çelişiyor olmasıdır.

Örnek vermek gerekirse en kısa teslim süresine sahip olan tedarikçi en uygun fiyatlı ürün satan tedarikçi olmayabilir. Bu sebeple tedarikçi seçimi yapılırken tüm

kriterler için gerekli bilgiler alınır ve bu kriterlerin ağırlıklarının çözüm yönteminin kullanılacağı sektöre göre dengelenmesi gerekir.

Günümüzün dalgalı piyasalarında varlıklarını idame ettirmeye çalışan yan sanayi firmalarının müşteri odaklı olarak çalışmaları, tedarik zinciri yönetimini daha da zorlu hale getirmiştir. Bu piyasada başarıya ulaşmak isteyen her işletme kurmuş olduğu tedarik zinciri sürecini gözden geçirmeli, kendileri için gerçekleştirilmesi mümkün olan hedefler koymalı ve belirlenen hedefe ulaşmak için sürekli iyileştirme politikası ile hareket etmelidir.

Müşterilerinin artan-azalan, sürekli değişken taleplerine hızlı cevap vererek pazar paylarını korumak ve rakipleri ile mücadele etmek isteyen işletmeler, ihtiyaç olan malzemelerin tedariği konusunda da aynı esnekliğe sahip tedarikçiler ile çalışmak mecburiyetindedir. Dolayısı ile firmaların varlıklarını devam ettirebilmesi için hali hazırda çalışmakta olduğu tedarikçilerini gözden geçirmeli, tedarik süreçlerini tehlikeye atabilme potansiyeli olan herhangi bir veri ile karşılaştığında alternatif tedarikçi arayışına geçmelidir.

Gelişen sektörler ile birlikte benzer işi yapan alternatif tedarikçiler arasından, alıcıya en çok değeri sağlayan tedarikçinin seçilmesi günümüzde pek çok kritere bağlıdır. İşletmeler nezdinde bakarsak mevcut kriterlerin artması karar değişkenlerinin de artması demektir. Tüm bu çelişen ya da aynı amaca hizmet eden kriterleri karşılayabilmek için işletmenin performansını yüksek tutması, kaliteli, uygun fiyatlı ve zamanında teslimata önem vermesi gerekmektedir. Kriterleri sağlayan işletmeler arasından en çok fayda sağlayan tedarikçilerle çalışılması gerekmektedir (Pal ve ark., 2013).

Tedarikçi seçim kararı verilirken, dönemin ekonomik ve sosyal şartları, tüm kriterlerin değerlerini değiştirmektedir. Bu karar verme yöntemlerinin yanlış sonuçlar doğurmaması için her ihtiyaç döneminde tekrar tedarikçi seçimi yapılmalıdır.

Nitel ve nitel olmak üzere birçok seçim kriteri bulunan bu tedarikçi seçim problemi, çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemleri içerisinde yer almaktadır.

Hayatta alacağımız birçok karar gibi tedarikçi seçim kararı da çok sayıda kriterin birlikte değerlendirilmesi ile mümkün olacaktır. Bu kriterlerin birbiri ile çelişmesi durumunda daha iyi sonuçların bulunabilmesi için problemin türüne ve uygulama alanına

göre özel algoritmalar kullanmak gerekir. Bu tür çözüm yöntemlerine “çok kriterli karar verme yöntemleri” adı verilir.

Günlük hayatta karşılaştığımız karar verme problemlerinin daha karmaşık ve zor versiyonları endüstriyel alanlarda karşımıza çıkmaktadır. Tedarikçi seçimi gibi karmaşık karar verme problemlerinde işletme yöneticileri ÇKKV yöntemlerini kullanarak tedarikçilerin daha verimli ve doğru değerlendirilmesini sağlamaktadırlar.

Bu bağlamda ÇKKV yöntemleri, sayılabilen ve sayılmayan ölçütleri birçok faktör altında, eş zamanlı olarak değerlendirme imkanı sağlayan analitik yöntemlerdir.

ÇKKV yöntemleri, ulaştırma, satın alma, satış, üretim sistemleri, sağlık, ziraat, enerji birçok alanda başarı ile uygulanmaktadır.

Literatürde tedarikçi seçim probleminin çözümüne yönelik olarak en yaygın kullanılan yöntemler arasında yer alan ÇKKV yöntemlerinin yanı sıra, matematiksel programlama, bulanık mantık yöntemleri, istatistiksel yöntemler, yapay zeka yöntemleri vb. yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Her yöntemin kendine özel kuvvetli ve zayıf yönleri vardır. Literatürde, çoğu durumda tek yöntem kullanılarak yapılan analizlerin doğru sonuçlar vermeyeceğinden hareketle birden fazla yöntemin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan hibrit yöntemlerin kullanımına yönelik çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır.

Bu çalışmada da temel amaç, otomotiv yan sanayisinde faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçi seçim sürecinde, uzman görüşlerini baz alan, karar vericiye önceliklerini seçme şansı tanıyan bir yöntem olan SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis-Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi) yöntemi ile tedarikçi seçim kriterlerinin ağırlıklarını belirleyip bu kriter ağırlıklarını, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemi ile entegre ederek belirlenen ürün grubu/grupları için kriter bazında tedarikçilerin sıralamasını yapmak, uygulama yapılan işletmede, güncel olarak çalışılan tedarikçi firmaların tedarik potansiyellerinin açığa çıkmasını sağlayarak karar vericilere en uygun tedarikçiyi tercih etmesinde etkili bir şekilde destek vermektir. BAHP sayesinde karar vericiler karşılıklı kıyaslamalar yaparken “İyi”, “Daha iyi” ve “Çok iyi” gibi belirsiz yargıları tercih ederek değerlendirme yapabilecektir. Bu da karar vericilerin, değerlendirme yaparken yorum yapma kabiliyetlerini güçlü kılacaktır.

Bu çalışma, otomotiv sektöründe SWARA ve BAHP yöntemlerinin entegrasyonu ile tedarikçi seçimi yapılan ilk uygulama olma özelliğini taşımaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde tedarikçi seçim problemlerinde kullanılan yöntemlerle ilgili bir kaynak araştırması yapılmış, üçüncü bölümde tedarikçi seçim problemi detaylı olarak anlatılarak, uygulama yapılan firma hakkında genel bilgiler verilmiş, firmanın mevcut tedarikçi seçim süreci ile halihazırda çalıştığı tedarikçilerin performansını nasıl değerlendirdiği anlatılmış, devamında da çalışma kapsamında kullanılan SWARA ve BAHF yöntemlerinin teorik esasları ve işleyişi verilmiştir. Dördüncü bölümde firmada yapılan tedarikçi seçim uygulaması detaylarıyla anlatılmış ve uygulama sonuçları ile birlikte bir takım duyarlılık analizi sonuçlarına yer verilmiştir. Beşinci bölümde ise uygulama sonuçlarıyla ilgili genel bir değerlendirme yapılarak gelecekte yapılabilecek çalışmalara ilişkin öneriler sunulmuştur.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Aissaoui ve ark.'na göre (2006) satın alma ve tedarik kararlarına ilişkin iki temel yargı bulunmaktadır. Birincisi; en önemli satın alma kararı, ürün kalitesi ve müşteri memnuniyet seviyesini korumak ve artırmak için güvenilir ve yüksek kalitedeki tedarikçilerin tercihi ve bu işletmelerle uzun vadeli iyi ilişkilerin devamının sağlanması şeklindedir. İkincisi ise; satın alma kararı içerisindeki elverişli olan tedarikçilerin tercihi ve bunlara sipariş geçilmesine ilişkin kararda, kesinlikle sistematik bir anlayışa ve sürece ihtiyaç duyulduğudur (Aissaoui ve ark., 2006).

Tedarikçi seçim problemi hakkında yapılan araştırmalar, üst paragrafta bahsedilen iki temel bakış açısına göre şekil almıştır. Literatürdeki çalışmaların, hizmet satın alma ve anlaşmalara yönelik olan satın alma ile ilgili çalışmaların dışında kalan büyük kısmı özellikle endüstriyel işletmelerden tedarik edilen malzeme ve hammadde ile ilgilidir (Aissaoui ve ark., 2006).

Tedarik yönetim kavramı, tedarikçilerin seçim aşaması ve tedarikçilerin değerlendirilmesi aşaması olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Bu çalışmaların tümünde gaye, tedarikçilerin yönetilirken geliştirilmesi ve iyileştirilmesinin yanı sıra işletmeler için karar verme problemlerinin çözümü olarak da ifade edilebilir.

1990 yılından günümüze kadar tedarikçi seçim problemlerinde çok fazla sayıda çalışma yapılmış olup konu ile ilgilenen araştırmacılar Bhutta ve Khurum (2003), Chai ve ark. (2013), Pal ve ark. (2013), Karsak ve Dursun (2016), Aouadni ve ark. (2019) ve Schramm ve ark. (2020) tarafından yapılmış literatür araştırması çalışmalarından faydalanabilirler.

Yurdakul ve İç (2000), tedarikçi seçiminde önem verilmesi gereken kıstasları, yönetim yetenekleri, teknolojik yetenekler, üretim alanları ve kapasiteler gibi isimler altında gruplandırmışlardır. Yapılan araştırmada Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama yöntemlerinin teknik ve teorik yapısı anlatılmış ve her iki yöntemin tedarikçi seçimine yönelik uygulamaları yapılmıştır.

Dağdeviren ve Eren (2001), tedarikçi seçim problemine AHP ve 0-1 programlama yöntemlerini uygulamış ve iki metodun sonuçlarını karşılaştırmıştır. Karşılaştırma için, amaçlardan toplam sapma değerleri kullanılarak sonuca varılmıştır.

Çevresel etmenlerin tedarikçi tercihindeki gücü üzerinde duran ve seçim kistaslarına çevresel etmenleri de dahil eden Humphreys ve ark. (2003), veri tabanlı bir süreç oluşturmuşlardır.

Dulmin ve Mininno (2003), İtalya’da taşımacılık sanayisinde üretim yapan bir işletmede tedarikçilerinin verimliliklerini ölçmek ve analiz etmek için PROMETHEE yöntemini kullanmıştır. Araştırmacılar tedarikçi seçim ve değerlendirme problemi için üstünlük davranışlarını temel alan bir yöntemin kullanılmasını nitel ve nicel kriter verilerini değerlendirebildiği için tavsiye etmektedirler.

Schmitz ve Platts (2004), tedarikçilerin performans değerlendirmelerinin yapılmasının önemini belirtmiş ve tedarik yönetiminin önemini, birbirleri ile benzersiz, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren dört üretici firmanın satın alma yaptığı tedarikçilerinin verimliliklerinin değerlendirilmesi sonucunda oluşan verileri analiz etmiştir.

Güner H. (2005), karar verme problemlerinin doğasında olan günlük hayatta da sıkça karşılaştığımız belirsizlikleri en aza indirgeyebilmek ve AHP’nin dezavantajlarını minimize edebilmek gayesi ile mermer traverten sektöründe karşılaşılan problemin çözümünde Bulanık AHP tercih edilmiş, ikili karşılaştırmalarda bulanık sayılar ve dilsel ifadeler yer verilmiştir.

Akman ve Alkan (2006), çalışmalarında Kocaeli’de otomotiv yan sanayisinde üretim yapan bir işletmede hammadde ve yarı mamul alınan tedarikçilerin verimliliklerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi problemine değinmişlerdir. İşletmenin aktif olarak çalıştığı üç tedarikçisinin verimlilik puanı, Bulanık AHP yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.

Dağdeviren ve ark. (2006), madeni inşaat sektöründe faaliyet gösteren bir şirketin tedarikçilerinin performansının değerlendirmesine yönelik bir model geliştirmişlerdir. Modelde, Analitik Ağ Proses (ANP) yöntemi kullanılmaktadır. Geliştirilen model ile birlikte altı ayda bir tedarikçi değerlendirme çalışmalarının yapılmasına ve modelin kullanım örneklerinin çıkarılmasına karar verilmiştir.

Keçeci U. (2006), çalışmada en iyi, en verimli tedarikçileri seçebilmek ve belirlenmiş hedeflerden sapmayı minimize edecek şekilde bir uygulama hayata geçirilmiştir. Çözüm yöntemi olarak Analitik Ağ Prosesi kullanılmıştır. Analitik Ağ

Proses (ANP) sonlu sayıda alternatifin yer aldığı çok kriterli karar problemlerinde en iyi seçeneği bulan tekniklerden biridir.

Chen ve ark. (2006), tedarik sürecinde tedarikçi seçimi problemini bulanık karar verme yöntemi ile çözmeye çalışmışlar ve bu aşamada; kalite, fiyat, esneklik ve teslim süresi gibi kriterler için bulanık dilsel ifadeler kullanarak, bulanık kümeye bağlı çok kriterli karar verme modeli tasarlamışlardır. TOPSIS kavramına göre, hem bulanık pozitif-ideal çözüme (FPIS) hem de bulanık negatif-ideal çözüme (FNIS) olan mesafeleri aynı anda hesaplayarak tüm tedarikçilerin sırasını belirlemek için kullanılmıştır.

Gencer ve Gürpınar (2007), tedarikçi değerlendirme problemini sonuçlandırabilmek için sonuca etkisini tespit ettikleri 45 kriter belirlemiştir. Bu kriterleri iş yapısı, kalite sistemleri ve üretim yetenekleri olmak üzere üç gruba ayırmıştır. Kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiler ANP yapısında incelenmiştir.

Özyörük ve Özcan (2008), otomotiv sektöründe faaliyet gösteren tedarikçileri değerlendirme üzerine araştırmalar yapmış, AHP yönteminden yararlanmış ve veri tutarlılığının belirlenmesi için tutarlılık analiz testleri yapmışlardır. Beş farklı tedarikçi firma, üzerinde durulan kıstaslara göre değerlendirdikten sonra fiyat kıstasının tüm bu kriterlerden bağımsız olarak son kademedede değerlendiriciyi etki altına alması sebebi ile fiyat kıstası ilk belirlenen beş kıstas arasında yer almamıştır. Son olarak fayda / maliyet analizi yapılarak değerlendirme sonuçlandırılmıştır.

Dağdeviren ve Eraslan, 2008 yılında Ankara’da faaliyet gösteren ve elektrikli ev aletleri üreten bir firmanın tedarikçilerini belirli kriterlere göre değerlendirmek için PROMETHEE yöntemini uygulamışlardır.

Gökalp ve Soylu (2011), yaptıkları araştırmada alışılmışın dışında değerlendirme kriterlerine göre, öncelikli yatırım söz konusu olan tedarikçilerin seçim problemini ele almışlardır. Kriter ağırlık değerlerini belirlemek için Analitik Ağ Proses (ANP) yöntemi kullanılmıştır.

Şahin ve Ayvaz (2013), otomotiv sektöründe çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemi ile çözmek istediği problem için kriterler ağırlıklarının değerlerini hesaplamış ve hesaplanan kriter ağırlık değerlerini Bulanık Electre yöntemine entegre ederek de belirlenen alternatiflerin sıralamasını yapmıştır.

Ayhan M. (2013), otomotiv sektöründe uygun tedarikçi seçimi için üç farklı alternatif arasından, Bulanık AHP yöntemiyle en iyi tedarikçiyi seçmeyi amaçlamıştır. Analizi yaparken; kalite, maliyet, hammaddenin menşei, teslim süresi ve satış sonrası hizmetler olmak üzere beş farklı kriter kullanmıştır. Çalışma sonucunda üç numaralı tedarikçinin dişli motor firması için en uygun tedarikçi olduğu kanısına varmıştır.

Çakır ve Perçin (2013), CRITIC, SAW, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinden faydalanarak lojistik sektöründe faaliyet gösteren on adet firmayı ele almış ve bu firmaları verimlilik puanlarına göre sıralayarak anlamlı veriler oluşturmuştur.

Kasapoğlu ve Yurder (2013), problemin çok fazla kriter ve kriterler arası bağımlılıklar içermesi nedeni ile en uygun yöntemin Analitik Ağ Süreci yöntemi olduğu düşünülmüştür. Çalışmada, en uygun tedarikçinin seçiminin uygulama denemesi bir otomotiv firmasında gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada paket programlar yardımı ile Analitik Ağ Süreci ve Hedef Programlama yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Kannan ve ark. (2013), araştırmalarında Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini beraber kullanarak belirlenen kriterlere göre en iyi yeşil tedarikçileri derecelendirerek analiz etmeyi, seçmeyi ve ardından verilen siparişlerin optimum paket miktarlarını belirlemeye çalışmışlardır.

Akagündüz E. (2016), çalışma içeriğinde, tedarik problemleri yaşanan bir işletmede oluşmuş olan tedarikçi seçim problemine bir çözüm getirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda hareket edildiğinde, çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan MOORA (Oran Analizine Dayalı Çok Amaçlı Optimizasyon) ve Hedef Programlama kullanılarak hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir.

Alkan ve ark. (2016), yaptığı çalışmanın konusunda, otomotiv sektörü tedarikçilerinde daha önceden belirlenen ölçütlere göre ağırlıklandırma ve seçim işlemini Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile çözüme kavuşturmayı amaçlamışlardır.

Adalı ve Işık (2017), bir tekstil işletmesinde, kriter ağırlık değerlerinin belirlenmesinde SWARA yöntemi, alternatif tedarikçilerin sıralamasını yapmak ve en iyi tedarikçiyi seçmek için ise WASPAS (Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirme) yöntemi kullanılmıştır.

Schramm ve ark. (2020), 82 gözden geçirilmiş makale ile son otuz yılda (1990-2019) geliştirilen bu yaklaşımlar hakkında bir literatür taraması sunulmuştur. Çalışma, en sık uygulanan çok kriterli karar verme yöntemlerini ve bunların nasıl uygulandıklarını belirlemeye katkıda bulunmaktadır.

Özen ve Borat (2020), yaptıkları çalışmada Covid-19 salgınının otomotiv sektöründe tedarikçi seçimi etkisi üzerinde durmuşlardır. İstanbul’da faaliyet gösteren bir otomotiv yan sanayi firmasında üç farklı uzman karar vericiyle birlikte 4 aday tedarikçi arasından kendisine en uygun tedarikçiyi seçebilmesi üzerine çalışılmıştır. Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP, BAHF ve Bulanık TOPSIS ile çalışmalar yapılmış ve karar vericilere karar desteği sağlanmıştır. Son olarak, duyarlılık analizi yapılarak farklı durumlar altında tedarikçiler incelenmiş ve yorumlanmıştır.

Erbıyık ve ark. (2021), yapılan çalışmada kalite yeterliliği, mühendislik tecrübeleri, yeşil lojistik yönetimi, maliyet azaltma ve yönetim stratejileri olarak belirlenen farklı uzman görüşleri ve yorumları alınmıştır. Otomotiv sektöründe yaptıkları uygulamada, uzman görüşleri dikkate alınarak kriterlere SWARA kriter ağırlık analizi uygulanmıştır. Tedarik seçim yöntemi olarak Electre yöntemi seçilmiştir. Sonuçlar değerlendirilmiştir.

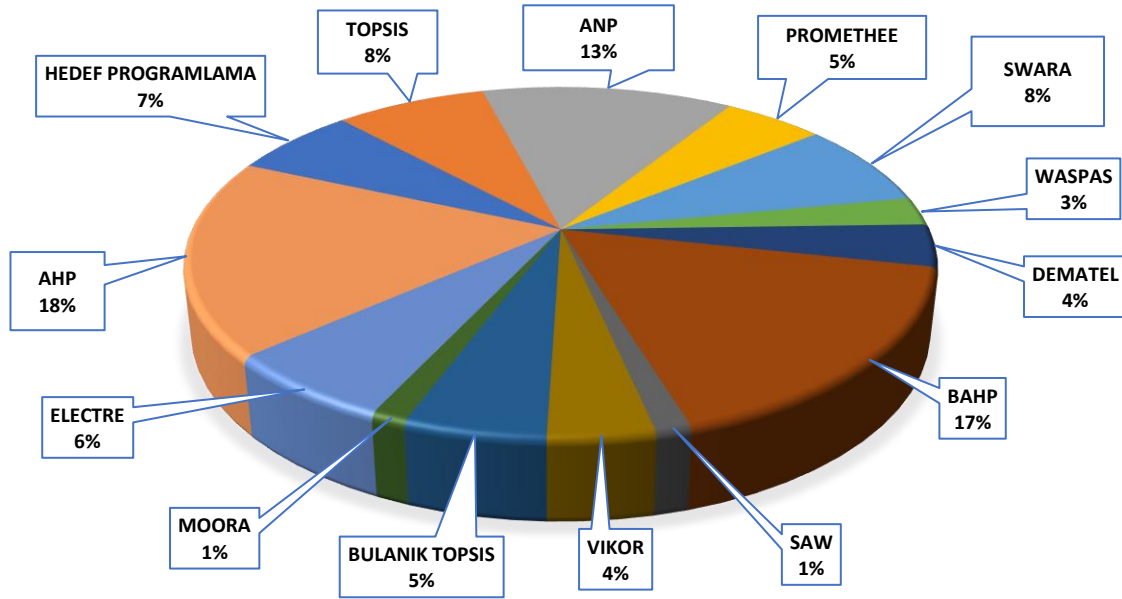
Çelik ve Çağıl (2021), tarafından yapılan uygulama bir traktör fabrikasında gerçekleştirilmiştir. İlk çözüm yolu olarak Bulanık AHP, ikinci çözüm yolu olarak bütünleşik Bulanık DEMATEL (Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı Yöntemi)- Bulanık TOPSIS ve son çözüm yolu olarak bütünleşik Bulanık AHP- Bulanık MOORA olmak üzere 3 farklı şekilde problem ele alınmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Karagöz E. (2022), uygulamasında bir işletmenin tedarikçi seçim sürecine etki eden tüm departmanlar hakkında değerli bilgilere ulaşmıştır. Satın alma, kalite, ar-ge ve lojistik verileri kullanılarak maliyet, kalite ve teslimat açısından en iyi tedarikçiler Excel programı sayesinde belirlenmiş ve puanlanmıştır. Bu puanlara göre bir AHP çalışması ile de fiyat, kalite ve zamanında teslimat açısından en iyi tedarikçi analiz edilmiştir.

Göncü K. (2022), araştırmada DEMATEL yöntemi karşılaştırma çeşitliliğine göre tecrübeli karar vericiler tarafından ikili karşılaştırmalar yapılarak kriterler arası ilişki düzeylerini anlamlandıran verilere ulaşılmış ve bu verilere istinaden etki matrisi oluşturulmuştur. Sonrasında ise uzman karar vericiler ile belirlenmiş sınır değerler üzerinde ilişki puanına sahip olan kriterler arasındaki karşılaştırma SuperDecisions programı kullanılarak Analitik Ağ Proses (ANP) yöntemiyle analiz edilmiştir.

Gezmişoğlu ve ark. (2023), perakende sektöründe yaptıkları çalışmada kriterler faktör analizi ile belirlenmiş daha sonra anket sonucunda belirlenen önem dereceleri SWARA yöntemi ile hesaplanmış, nihai değerlendirmede ise VIKOR yöntemi ile tedarikçiler arasında karşılaştırma yapılarak tedarikçi sıralaması elde edilmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen çalışmalarda kullanılan çözüm yöntemlerinin oransal dağılımı Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1 Tedarikçi seçim problemi için literatürde yaygın olarak kullanılan çözüm yöntemlerinin oransal dağılımı

Şekil 2.1’de de görülebileceği gibi, yapılan çalışmalarda en çok kullanılan çözüm yöntemi %18 oran değerine sahip AHP yöntemi olmuştur. Bu yöntemi, %17 değeri ile BAHP yöntemi takip etmektedir, oran değeri yüksek olan yöntemlerden üçüncü sırada %13’lük değer ile ANP yöntemi gelmektedir. Bu bilgiler ışığında çok kriterli karar verme yöntemlerinin tedarikçi seçim probleminde aktif olarak kullanıldığını ve etkin sonuçlar verdiğini görebiliriz.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde; tedarikçi seçim problemi detaylı olarak anlatılarak, tedarikçi seçim yönteminin uygulanacağı işletmenin genel bilgileri, satın alma departman kadrosu, işleyişi, tedarikçinin yönetimi, tedarikçi ilişkilerinin yönetimi ve tedarikçi seçimi süreci hakkında bilgi verilecektir. Devamında çalışma kapsamında kullanılan SWARA ve BAHF yöntemlerinin teorik esasları ile işleyişine yer verilecektir.

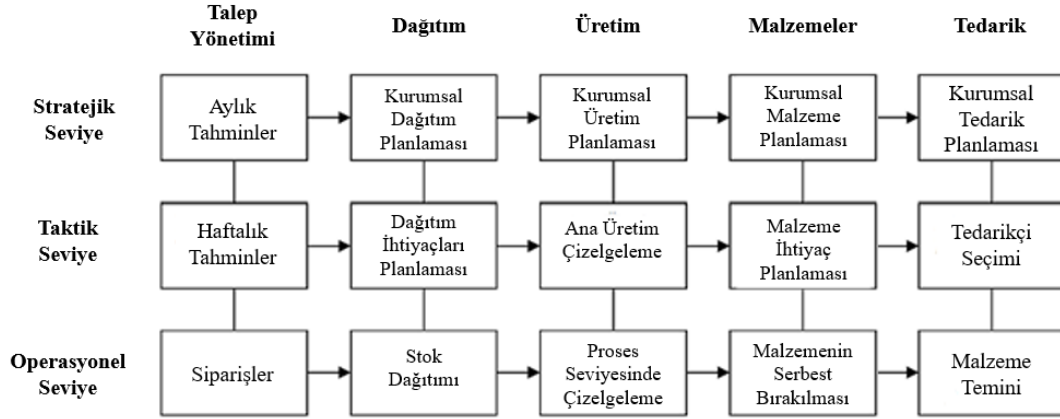
3.1. Materyal

3.1.1. Tedarikçi Seçim Problemi

Genel tanıma bakacak olursak tedarik; sağlamak, elde etmektir. İşletmeler nezdinde tedarik ise müşteriye nihai ürün ve hizmeti ulaştırabilmek için lazım olan tüm hammadde, yarı mamul, üretim ve hizmette ihtiyaç arz eden ekipman, malzeme, takım, aparat, parçaların işletmeye girdi olarak sağlanması şeklinde ifade edilebilir.

Malzeme temini, satın alma bölümü bünyesinde değerlendirilir. Üretim planlama ve malzeme istemeye yetkili insanların taleplerinin fiziksel detayları doğrultusunda satın alınmasından, satın alma ve tedarik departmanı sorumludur (Gökçimen, 2004).

Tedarik zincirinin etkin bir şekilde yönetilmesi için güncel bilgiye ulaşılabilirlik vazgeçilmez bir süreçtir. İletişim-bilişim teknolojileri tedarik zinciri üyeleri olan tedarikçi, distribütör, perakendeci ve müşteri arasındaki bilgi alışverişini sağlamaktadır. İletişim, üretim ve üretim sonrası süreçlerinde teknolojiye hızla uyum sağlayan firmaların teknolojinin nimetlerinden yararlanacağı ve rekabet avantajı elde edeceği açıktır.



Şekil 3.2 Tedarik zinciri yönetiminde karar seviyeleri

Tedarikçi seçim problemini basitçe ifade etmek gerekirse üretim için gerekli hammadde, yarı mamul ve diğer malzemelerin hangi firmadan, ne zaman ve hangi miktarda alınacağını belirlenmesi olarak açıklanabilir. Bu süreç; işletmenin ihtiyaç duyduğu tüm malzemelerin uygun fiyatlı, kaliteli, istenilen zamanda ve istenilen miktarda temin edilebilmesi için kurgulanmıştır. Tedarikçi seçimi, mevcut tedarikçiler içerisinde birbiri ile çelişen amaçları olan kriterler dahil olmak üzere pek çok değerlendirme kriteri kullanılarak karşılaştırma yapılması ve işletme politikasına en uygun tedarikçilerin tercih edilmesi işlemidir.

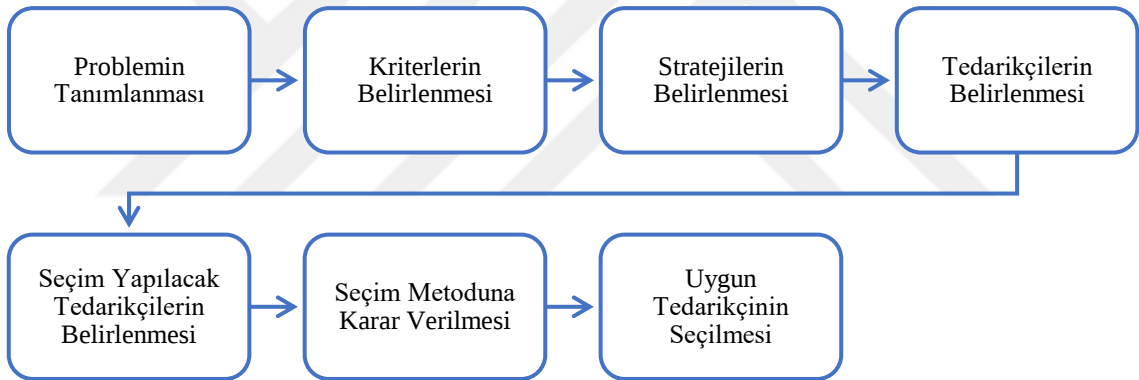
Verilecek seçim kararı, firmanın hayatta kalabilme performansına destek vereceği için çok önemlidir. Doğru tedarikçilerin seçimi ile fiyat/performans, kalite ve zamanında teslimat başarısı ileri taşınacak ve süreç olumlu sonuçlanacaktır. Aksi takdirde yaşanan kalitesizlikler, teslim sürelerinde meydana gelen uzama ve yüksek maliyetler, işletmenin omzuna yük olacaktır (Karaatlı ve ark., 2014).

Tedarikçi seçim probleminde birbiri ile çelişen birçok faktör vardır. Bu sebeple bu problem çok kriterli karar verme problemidir. Problem, işletmenin çalışabileceği uygun tedarikçilerin tespit edilmesi ve bu tedarikçiler arasından potansiyeli yüksek olanın tercih edilmesi olmak üzere iki bölümden oluşur. Günümüzde tüm riskin tek bir tedarikçide olduğu klasik üretim yaklaşımından uzaklaşıldığını ve daha çok tedarikçi ile aktif olarak çalışıldığını görüyoruz. Bu nedenle tedarikçi seçimi işletmenin başarısı için çok önemlidir.

Firmaların tedarikçi seçim sürecinde, uzun dönemli hedeflerine uygun şekilde tüm alt proseslerin verilecek karardan etkileneceğini bilerek hareket etmeleri gerekmektedir. Satın alma ekibinin de alternatif tedarikçi arayışı içerisindeyken firmanın tüm kriterlerini baz alarak hareket etmesi gerekmektedir. Aksi takdirde bulunan tedarikçinin firmayı gecikmeye veya herhangi bir kalitesizliğe maruz bırakması, telafisi olmayan maddi ve manevi kayıplara neden olabilir. Bu sebeple tedarikçi seçim süreci adımlarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Tedarikçi seçim süreci adımları Şekil 3.3’te verilmiştir.

Seçim sürecinde ilk yapılması gereken aktif olarak çalışılan ve daha önce çalışılmış tedarikçilerin listesinin çıkarılmasıdır. Bu liste oluşturulurken tedarikçi bilgi dokümanları, ERP programları içerisinde yer alan veriler, kataloglar ve satın alma uzmanlarının tecrübelerinden faydalanılabilir.

Tüm bu veri kaynakları tarandıktan sonra oluşturulan liste üzerinden ikinci aşama olan listenin elenmesi ve sıralanması aşamasına geçiş yapılır (Keçeci, 2006).



Şekil 3.3 Tedarikçi Seçim Süreci (Mendoza, 2007)

Tedarikçi seçim sürecinde; performans geçmişi, maliyet, kalite, teslim zamanı, esneklik, iletişim ve teknik yeterlilik gibi ölçütler üzerinden değerlendirme yapılır. Bahsi geçen bu ölçütler aşağıda detaylandırılmıştır.

Performans geçmişi: Satın alma departmanı, bu ölçütün değerlendirmesi için gerekli olan verileri, ERP programları içerisindeki tedarik süreci bilgilerinden, kalite, ar-ge ve tedarikçi geliştirme departmanları ile yapılan görüşmelerden edindiği bilgileri kendi tecrübesi ile harmanlayıp bir sonuca varır.

Tedarikçinin, performansı değerlendirirken önem verilmesi gereken değişkenlerden bazıları aşağıdaki gibidir (Keçeci, 2006).

- Geçmiş dönemdeki kalite performansı
- Geçmiş dönemdeki hizmet performansı
- Fiyatlandırma şartları
- Üst yönetimin bakış açısı
- Güvenilirlik

Maliyet: Tedarikçi seçerken en önemli kriterlerden birisi de fiyattır. Fiyatı belirleyen nakliye maliyeti, kurulum ve hazırlık maliyeti gibi kalemlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Kalite: Alınan ürünlerin istenilen kalitesi çok önemlidir çünkü istenilen kalite düzeyine ve istenilen diğer ölçütlere göre fiyat belirlenir. Satın alınan ürünün kalitesi ürünün ekonomikliliğinin göstergelerinden birisidir.

Teslim zamanı: Alınan ürün ya da hizmetin tam anlamıyla yerine gelmesi için önemli etkenlerden biridir. Yaşanan gecikmelerin çok ciddi sorunlara gebe olabileceği ön görülmelidir. Sıkça yaşanan teslimat problemleri tedarikçinin geliştirilmesi gerektiğine, tedarikçi gelişmeye olumlu yanıt vermemiş ise yapılan aktif çalışmanın gözden geçirilmesi gerektiğine bir işarettir.

Esneklik: Tedarikçilerin esnek üretim kabiliyetine sahip olması rakipleri ile rekabet edebilme gücüne katkı sağlar. Özellikle yan sanayi firmalarında yaşanan sipariş değişiklikleri, tarih ötelemeleri ve öne çekilen teslimatlar firmanın üretim süreçlerinin değişmesine sebep olmaktadır, bu değişime ayak uydurabilen tedarikçiler rakiplerine nazaran avantajlı durumda olmaktadır.

İletişim: Tedarik dönemi için olmazsa olmazlardandır. Ürünün tedarikğinde zorlanılan dönemlerde yaşanan iletişim yetersizliği tedarikçinin performansının düşmesine, tedarikin gecikmesi durumunda yaşanılacak olumsuzlukların göz ardı edilmesine sebep olabilir. Bu nedenle tedarikçi ve alıcı arasında oluşan bu iletişim akışı telefon, faks, e-mail gibi araçlarla akıcı, anlaşılır ve tam olmalıdır.

Teknik yeterlilik: Ürünün tedarik sürecine başlarken yaşanan numune alışverişi, kontroller ve geliştirmeler (kalıp yapım veya üretim sürecinde yapılan katkı) sırasında tedarikçinin bu süreci yönetmesi alıcı tarafından olumlu algılanan bir durumdur. Bu sebeple teknik yeterlilik de bir kriter olarak değerlendirilmektedir.

3.1.2. Uygulamanın Yapıldığı İşletme Hakkında Genel Bilgiler

Uygulamanın yapıldığı işletme Konya il sınırları içerisinde bulunan, otomotiv sektöründe Türkiye'nin önde gelen yan sanayi kuruluşlarından biridir. Türkiye'nin 500 büyük sanayi işletmesi içerisinde ilk 200 içerisinde bulunan, yaklaşık 5 bin çalışanı, 40 bin çeşit ürün gamı ile yıllık üretim miktarı 50 milyon adete ulaşan büyük çaplı bir firmadır.

225.000 metrekare kapalı alanda binek, hafif ticari, ağır vasıta, treyler ve zirai araçlar için direksiyon & süspansiyon parçaları, fren balatası, fren diski, hava körüğü ve hava tankı ürünlerinin üretimine devam etmektedir.

%100 yerli ve milli üretim gayesi ile çalışmakta olan, yüksek kalite, kısa zamanlı termin ve zamanında teslim politikası ile üretilen ürünlerin %80'ini ihraç ederek uluslararası pazarlarda her zaman yerini almaktadır.

3.1.3. Firma Satın Alma Süreci

Firmanın direkt satın alma biriminde dört satın alma mühendisi, iki satın alma uzmanı, bir satın alma şefi ve bir satın alma müdürü olmak üzere toplam 8 kişi görev yapmaktadır. İşletme, kurumsal kaynak planlaması (ERP) programı kullanmaktadır. Satın alma departmanı, tedarik sürecinde ihtiyaç duyduğu tüm modüllere ERP programı sayesinde erişebilir. İhtiyaçların belirlenmesi ve tedarik süreci şu şekilde ilerlemektedir;

Satış ekibi tarafından alınan siparişlerin ERP programına girişi sağlanır. Girilen ürün siparişlerinin tamamlanmasından sonra sisteme girişi yapılan tüm siparişler satış yöneticisinin onayına sunulur, siparişlerin ilgili yönetici tarafından onaylanması halinde satış siparişleri planlama ekibinin ekranına düşer.

Siparişlerin üretimi için gerekli olan malzemelerin belirlenebilmesi amacı ile planlama ekibi tarafından malzeme ihtiyaç planlaması (MRP) çalıştırılır.

Gelen ürün siparişlerine istinaden, ERP programı bu ürünlerin tamamlanması için gereken tüm alt bileşenlerin sayısını, siparişin müşteriye sevk için hazır edilmesi gereken günü ve bu bileşenlerin ortalama üretim süresini hesaba katarak ihtiyaç olan malzemelerin tedarik edilmesinin uygun olacağı tarihi belirler.

Planlama ekibi, ihtiyaç miktarını, stok miktarını sistem üzerinden görüntüler, karşılaştırır, özel durumlar var ise bu durumlara istinaden ihtiyaç adetlerinde ve istenilen teslim tarihlerinde güncelleme yapar. Stok yönetiminde alınan kararlar göz önünde bulundurularak (emniyet stoğu vb.), satın alma departmanının tedarik etmesi için ERP programı üzerinden satın alma talebi açar.

Satın alma biriminin ekranına düşen bu talepler içerisinde onaylı tedarikçilerden alınacak malzemeler var ise bu talepler satın alma siparişe çevrilerek tedarikçilere e-mail yolu ile iletilir.

Firmada bu konu ile alakalı SRM (Tedarikçi İlişkileri Yönetimi- Supplier Relationship Management) portalı kullanılmaktadır. Bazı tedarikçiler ile ücreti mukabilinde kullanılan sistem, bir iletişim platformudur. Firma ile tedarikçiler arasında veri akışı sağlayan bu sistem e-mail, faks ve telefon gibi kanalların kullanımını en aza indirir. Kağıt ile yapılan işlemleri de minimize eder. Bu sayede insan hatası riskini ortadan kaldırır. Kurumlara şeffaflık, veri transferi hızı sayesinde de zaman tasarrufu sağlar.

SRM portalını kullanan tedarikçilere ERP programı üzerinden açılan her sipariş detayları ile birlikte otomatik olarak e-mail atılır. Tedarikçiler siparişin detaylarını ve kalan bakiyelerini SRM portalı üzerinden takip edebilirler.

Tedarikçiler sevkiyat yapacakları zamanda yine bu portal üzerinden irsaliyelerini sisteme girerler ve fiziken malzemeleri yola çıkarırlar. Bu sayede satın alma ekibi yüklenen malzemelerin detaylarına daha önceden hakim olurlar. Alıcı tarafından teslim alınan malzemelerin teslim alındı bilgisi de tedarikçilere e-mail yoluyla bildirilir.

Talepler içerisinde onaylı tedarikçilerden temin edilemeyen bir malzeme var ise yeni tedarikçi arayışı içerisine girilir, alternatif tedarikçiler ile görüşmeler düzenlenerek onaylı tedarikçi sayısı artırılmaya çalışılır. Satın alma taleplerinin tümü siparişe çevrildikten sonraki süreçte tedarikçiler ile yapılan görüşmeler ile üretim öncelikleri belirlenir, üretim sırasına uygun termin tarihleri belirlenir ve tedarik süreci son hızda devam eder.

3.1.4. Firma Tedarikçi Performans Değerlendirme Süreci

Firmada, direkt satın alma yapılan malzemelerin tedarikçilerinin performans değerlendirmelerinin yapılması, satın alma departmanının sorumluluğu altındadır. Firmanın, kaliteli üretim yapabilmesi ve yüksek performans gösterebilmesi için tedarikçi performansı değerlendirme süreci çok önemlidir çünkü tedarikçilerin kendi performanslarını somut veriler ile görmesi gerekmektedir. Tedarikçiler üretim süreci içerisinde bir önceki aya göre kendilerini değerlendirebilseler de geniş yelpazeden performanslarını gözlemlmeleri oldukça zordur.

Tedarikçi bu süreçte gelişim eğrisini göremez ve alması gereken aksiyonları almak için çaba gösteremez. Bu durum tedarikçilerin kendilerini geliştirmelerinin önünde bir engel teşkil eder. Kendini geliştiremeyen tedarikçi ise şirketin koymuş olduğu hedeflere ulaşamayacaktır.

Tedarikçi performans değerlendirmesi; kalite puanı, müşteriye kesintiye uğratmama puanı, teslim tarihine uyum puanı, teslimat adetlerinin siparişe uygunluk puanı ve sevkiyat navlun puanı ile hesaplanır. Firma, hesaplamalar sonucu çıkan değerlendirme puanlarını, tedarikçilerin kendilerini değerlendirmeleri ve gelişim eğrilerini görmeleri için kullanmaktadır. Bu sebeple değerlendirme puanlarının tedarik seçim süreci üzerinde herhangi bir etkisi bulunmamaktadır.

Hesaplamak için gerekli olan veriler ERP programı üzerinden yazılmış olan sorgu kodlarına istinaden çekilir. Daha sonra bu veriler, zamanı geldiğinde tedarikçi firma performansı değerlendirme raporunda kullanılmak üzere kaydedilir.

Kalite yönetim sistem belgeleri baz alınarak oluşturulan performans değerlendirme raporları 1. Periyot (Ocak – Haziran) ve 2. Periyot (Temmuz-Aralık) olmak üzere 6 aylık periyotlar halinde tedarikçilere bildirilir.

Belirlenen periyotlarla tedarikçi performans değerlendirme formülleri kullanılarak hesaplanan değerlere göre tedarikçiler, Çizelge 3.3'te görülen değerlendirme tablosuna istinaden A, B, C ve D olarak sınıflandırılır.

Çizelge 3.3 Performans değerlendirmesi puan aralığı

Puan Aralığı	Grup
100-91 puan	A
90-75 puan	B
74-55 puan	C
54-0 puan	D

Performans puanları, C ve D grubu olan tedarikçilerin almış oldukları puanlar satın alma kriterlerine uymadığı için tedarikçilerden en kısa sürede iyileştirme çalışmaları ile ilgili faaliyet planının hazırlanarak firmaya gönderilmesi istenir.

Firma, tedarikçi performansını değerlendirirken 5 ana performans kriteri (kalite, müşteriye kesintiye uğratmama, teslim tarihine uyum, teslim adetlerinin siparişe uygunluğu ve sevkiyat navlun puanları) ile puan toplamaları maksimum 100 olacak şekilde hesaplama yapmaktadır. Firmadan temin edilen kriterler ve hesaplama yöntemleri aşağıda verilmiştir;

Kalite Puanı (KKP_OP)

$$((\text{Onaylı Parti}) / (\text{Toplam Teslim Edilen Parti Adedi})) \times 35 \quad (3.1)$$

Örnek:

Ay içerisinde tedarikçi firma, alıcı firmaya 10 parti teslim etmiştir. Teslim edilen bu 10 partinin sadece 5 partisi onaylanmıştır. Tedarikçi firmanın kalite puanı Denklem 3.1'e göre onaylı parti adedinin, toplam teslim edilen parti adedine bölünüp daha sonra 35 ile çarpılmasından elde edilecektir.

Bu örnekte tedarikçi firmanın kalite puanı 35 üzerinden 17,5 olarak hesaplanmıştır.

- $((5) / (10)) \times 35 = 17,5$

Müşteriyi Kesintiye Uğratmama Puanı (KKP_MKU2)

Çizelge 3.4 Müşteriyi kesintiye uğratmama puan çizelgesi

Müşteriyi Kesintiye Uğratmama		Puan		Puan
Uygunsuzluğun tespit edildiği lokasyon	Müşteride	0	Yok ise	7
	+			
	Üretim / İmalat	0	Yok ise	5
	+			
Uygunsuzluğa geri dönüş	2 günden daha geç dönüş	0	2 gün içerisinde dönüş	3
	Toplam = (Maksimum)			15
Uygunsuzluk yok ise				15

Çizelge 3.4'te verilen müşteriyi kesintiye uğratmama puan hesabına şu şekilde örnek verilebilir; eğer bir malzemedeki uygunsuzluğun tespiti üretime girmeden yapılmış ise $7 + 5 = 12$ puan kazanılır. Uygunsuzluğa 2 gün içerisinde dönüş yapılırsa +3 puan eklenerek maksimum puan olan 15'e ulaşılır. Fakat uygunsuzluk üretim anında tespit edilirse, müşteriye ulaşmadan tespit edildiği için $7 + 0 = 7$ puan kazanılır. Uygunsuzluğa 2 gün içerisinde dönüş yapılırsa +3 puan eklenerek 10 puana ulaşılır.

Teslim Tarihine Uyum Puanı (ZT) = Puan x 0,30

Çizelge 3.5 Teslim tarihine uyum puanı çizelgesi

Teslim Zamanı	Puan
Termin tarihine göre en çok + 3 gün sapma	100
Termin tarihine göre en çok + (4-5) gün sapma	50
Termin tarihine göre en çok + 6 gün sapma	0

Teslim tarihine uyum puanı hesaplanırken tedarikçinin siparişi kabul ederken verdiği termin tarihi baz alınır. Çizelge 3.5'te görüldüğü gibi tedarikçi, termin tarihine göre 3 gün ve altındaki sapmalarda 100 puan, 4-5 gün sapmalarda 50 puan, 6 gün ve üzeri sapmalarda 0 puan alır. Tedarikçinin aldığı puan 0,3 değeri ile çarpılarak teslim tarihine uyum puanı (ZT) bulunur.

Teslimat Adetlerinin Siparişe Uygunluk Puanı (TM) = Puan x 0,10

Çizelge 3.6 Teslimat adetlerinin siparişe uygunluk puanı çizelgesi

Sevk Edilen Miktar	Puan
0 ile $\pm$ %10 arası sapma	100
$\pm$ %10 ile $\pm$ %20 arası sapma	50
$\pm$ %20'den fazla sapma ve siparişi olmayan sevkiyat	0

Teslimat adetlerinin siparişe uygunluk puanı, verilen sipariş miktarı baz alınarak değerlendirilir. Çizelge 3.6'da görüldüğü gibi tedarikçi, sevk edilen miktara göre 0 ile $\pm$ %10 arası sapmalarda 100 puan, $\pm$ %10 ile $\pm$ %20 arası sapmalarda 50 puan, $\pm$ %20'den fazla sapma ve siparişi olmayan sevkiyatlarda 0 puan alır. Tedarikçinin aldığı puan 0,1 değeri ile çarpılarak teslimat adetlerinin siparişe uygunluk puanı (TM) bulunur.

Sevkiyat Navlun Puanı (AN) = Puan x 0,10

Çizelge 3.7 Sevkiyat navlun puanı çizelgesi

Sevkiyat Sayısı ve Şekli	Puan
Açılan sipariş tek sevkiyat ile yapılmış ise	100
Açılan sipariş 2 sevkiyat ile yapılmış ise	50
Açılan sipariş 2 sevkiyattan fazla ve teslimat şekli farklı bir sevkiyat yapılmış ise	0

Sevkiyat navlun puanı Çizelge 3.7'de görüldüğü gibi sevkiyat sayısı ve şekline göre yapılır. Tedarikçi, açılan siparişin gönderimini tek sevkiyat ile yapmış ise 100 puan, 2 sevkiyat ile yapmış ise 50 puan, 2 sevkiyattan fazla ve teslimat şekli farklı bir sevkiyat yapmış ise 0 puan alır. Tedarikçinin aldığı puan 0,1 değeri ile çarpılarak sevkiyat navlun puanı (AN) bulunur.

Tedarikçi Performans Puanı=

$$= (KKP_OP) + (KKP_MKU) + (ZT) + (TM) + (AN) \quad (3.2)$$

$$= (\text{max: } 35) + (\text{max: } 15) + (\text{max: } 30) + (\text{max: } 10) + (\text{max: } 10)$$

Denklem 3.2’de tedarikçi performansı değerlendirme puanı formülü ve formülde kullanılan kriterlerin alabileceği maksimum değerler verilmiştir.

3.1.5. Firma Tedarikçi Seçimi Süreci

Günümüz dünyasında kaliteli ürün üretilmek için birçok unsur vardır. Bu unsurların bir arada bulunması ancak firmaları kaliteli ürün üreticisi yapabilir. Bu unsurlar firmanın üretim kabiliyeti, kalite kontrol ekibinin aktifliği, robotik yatırımlar ve kalifiye eleman istihdamı gibi değerlerden oluşmaktadır. Fakat bunların yanında çok önemli bir etken daha vardır, o da çalışılan tedarikçilerin kaliteli olmasıdır.

İş birliği yapılan tedarikçilerin üretim ve kalite becerisi, tam zamanında ve eksiksiz yaptığı teslimatlar, rekabetçi fiyatlar ve tedarik sürecinde karşılaşılan sorunlarda çözüm kabiliyetinin yüksek olması üretici firmanın bir değer olabilmesi için gerekli olan şartlardır.

Bu nedenle tedarikçi seçerken kalite, fiyat, zamanında teslimat, üretim tesisi ve kapasite, teknik yeterlilik gibi kriterleri göz önüne alarak objektif değerlendirmede bulunmak gerekir. Bu değerlendirmeyi yapmak için çeşitli çözüm yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada da bu çözüm yöntemlerinin birbiri ile entegre olabilen bir versiyonu üzerinde çalışılmıştır.

Uygulama yapılan firmada, tedarikçi seçim sürecinde kullanılan bir algoritma bulunmamaktadır. Karar vericiler, tedarikçilerin geçmiş ve güncel bilgilerini bir araya getirip bu verileri tecrübeleri ile yorumlayıp tedarikçi firmalara sipariş geçmektedir.

Bu sürece ek olarak talep oluşturulmuş ve onaylı tedarikçisi bulunmayan ürün için de alternatif tedarikçi araştırması yapılması gerekir. Müşteri yönlendirmeleri, internet araştırmaları ve fuar araştırmaları yapılır. Potansiyel görülen tedarikçilere bilgi formu gönderilir ve gerekli bilgiler doldurulmuş olarak formlar, kalite dokümanları (ISO 9001 – IATF 16949) ile birlikte geri istenir.

Tüm dokümanlar satın alma müdürü ile paylaşılır. Ön değerlendirme yapılır, kalite sertifikalarının geçerlilik süreleri sorgulanır ve sonucunun uygun olması durumunda, numune siparişi ERP programı üzerinden tedarikçiye ile paylaşılır.

Numune üretimi yapıldıktan sonra tedarikçi tarafından giriş depoya teslim edilir. Depo sorumluları ERP programı üzerinden numune teslim alması yaparlar. Numune, satın alma birimi tarafından kalite bölümüne iletilmek üzere depodan alınır.

Numuneler, merkez kalite birimine teslim edildikten sonra kalite yöneticisi ve üretim yöneticisi kontrolü altında numune testleri ve denemeleri yapılmak üzere işleme alınır. Test sonuçları olumsuz ise uygunsuzluk formu ile birlikte tüm ölçüm detayları ile tedarikçiye uygunsuzluğun giderilmesi gerektiği bildirilir.

Deneme sonucu olumlu ise numune onaylanır ve onaylı numuneler teslim alınır. Satın alma şartnamesi tedarikçi ile paylaşılır. Satın alma birimince kalite, kalite belgeleri, teslimat ana kriterleri sağlanan tedarikçiler bu şekilde onaylı tedarikçi listesine eklenirler.

3.2. Yöntem

3.2.1. SWARA Yöntemi

SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis-Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi), yöntemi Keršulienė ve ark., (2010) tarafından bu zamana kadar yapılan araştırmalar arasına kazandırılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir (Alimardani ve ark., 2013). Uzman görüşleri ve yorumları baz alındığı için literatürde uzman odaklı yöntem olarak da isimlendirilmiştir.

SWARA yönteminin aşamaları aşağıdaki gibi açıklanabilir (Adalı ve ark., 2017):

Adım 1: Karar vericilerden meydana gelen bir karar kurulu oluşturulur. Karar kurulunda k tane karar vericinin (KV_k , $k=1,2,...,k$) ve yöntemin uygulanacağı çalışmada n tane kriterin (C_j , $j=1,2,...,n$) olduğu varsayılır.

Adım 2: Karar verici kurul, kriterleri değerlendirmekte ve kendi bilgi, birikim ve tecrübelerine göre kriterleri en iyiden en kötüye doğru sıralamaktadır. Bu sıralamada C_1 en iyi kriteri, C_n ise en kötü kriteri ifade etmektedir.

Adım 3: Karar kurulu kriterleri değerlendirdikten sonra her bir kriter için ağırlık puanı verilir, verilmiş puanların ortalaması alınır ve p_j değeri elde edilir. p_j değeri her

bir kriterin sıralamada kendisinden sonra gelen kriterden yüzde kaç önemli olduğunu belirten bir veridir.

Adım 4: Dördüncü adımda karar vericiler ikinci sıradaki kriterden başlayıp kriterleri birbirleri ile karşılaştırmakta ve kriterlerin karşılaştırmalı ağırlığını belirlemektedirler. Buna “ortalama değerin karşılaştırmalı önemi” denir ve s_j ile ifade edilmektedir.

Adım 5: Denklem 3.3’de her bir kriter için bir katsayı (k_j) hesaplanmaktadır. En önemli kriterin katsayısı 1 olarak belirlenmiştir.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ s_j + 1 & j > 1 \end{cases} \quad (3.3)$$

Adım 6: Kriterlerin hepsi için düzeltilmiş ağırlık (q_j) hesaplanmaktadır. En önemli kriterin düzeltilmiş ağırlık değeri 1’dir. Denklem 3.4’te formülasyon verilmiştir.

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases} \quad (3.4)$$

Adım 7: Denklem 3.5’te verildiği gibi düzeltilmiş ağırlık değerleri (q_j), düzeltilmiş kriter ağırlıkları toplamına bölünerek her bir kriterin nihai ağırlığı (w_j) bulunmaktadır.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum q_j} \quad (3.5)$$

3.2.2. Bulanık AHP Yöntemi

1980 yılında Thomas Saaty tarafından yayınlanan AHP (Analitik Hiyerarşi Proses) araştırması, karmaşık problemlerin çözüme kavuşmasında karar vericiye önceliklerini seçmesinde ve en uygun kararı vermesinde destek verir.

AHP, pek çok alternatif arasından tercih yapmada faydalanılan ve birden çok karar vericinin süreçte yer aldığı ÇKKV süreçlerinden biridir. Seçim aşamasında yer alan kriterler nicel ya da nitel olabilmektedir. Karar verici/vericilerin iş tecrübeleri ve teorik ve pratik bilgileri, AHP sayesinde karar verme sürecine dahil olabilmektedir (Ecer, 2008). Aşağıda AHP yönteminin adımları verilmiştir (Aydın ve ark., 2018).

- **Adım 1:** Karar verme problemi tanımlanır.
- **Adım 2:** İkili karşılaştırma matrisi oluşturulur.
- **Adım 3:** Kriterlerin yüzde önem dağılımları belirlenir.
- **Adım 4:** Kriterlerin kıyaslamalarındaki tutarlılık ölçülür.
- **Adım 5:** Her bir kriter için, m karar noktasındaki yüzde önem dağılımları bulunur.
- **Adım 6:** Karar noktalarındaki sonuç dağılımı belirlenir.

Karar verme süreçlerindeki karmaşıklık genellikle belirsizlikten, belirsizlik de kesin düşünceler ve tercihler yapamamaktan dolayı oluşur. Günlük yaşamımızda karar verme süreçleri ile sıkça karşılaşırız ve bu süreçlerde birtakım belirsizlikler yer almaktadır. Karar verme sürecimizi uzatan ve zorlaştıran faktörlerden birisidir.

Karşı karşıya kaldığımız belirsizliği en küçüklemek için başvurulan yöntemlerden biri de bulanık mantık yöntemidir. Bulanık mantık, belirsiz olan değerleri ifade edebilmenin matematiksel yolu gibi düşünülebilir (Güner, 2005). Bulanık mantık belirsizliği ifade ederken kullanılan matematiksel yollardan biridir (Şen, 2001).

Bulanık küme kavramı ilk olarak Zadeh (1965) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Bu çalışmadan önce problemlerin çözümünde ya Aristo mantığı ya da ikili mantık tercih edilmekteydi. Bu mantıkta doğru-yanlış, evet-hayır, iyi-kötü, gibi net kararları içeren, belirlenmiş iki değer arasında başka değerlendirme kıstası bulunmayan bir karar aşaması mevcuttur (Güner, 2005).

Bulanık mantık çalışmaları belirsizliği açıklamadaki güçlü yönü ile yakaladığı üstünlük ile öne çıkmaktadır. Bir bulanık küme, her bir elemanı 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesine sahip bir fonksiyon ile tanımlanır.

Yani bulanık kümeler asıl anlamı yükleyen bölüm, kısmi ya da bulanık üyelik sağlayan, üyelik puanlarının ölçeklendirilmesidir. Üyelik değeri 1 tam üyeliği, 1'e yakın bir değer (0,8 veya 0,9 gibi) güçlü ama kısmen üyeliği, 0,5 ile 0 arasındaki değerler zayıf üyeliği, 0 ise üyelik olmadığını göstermektedir. Bu yönüyle bulanık kümeler niteliksel ve niceliksel değerlendirmeyi birleştirmektedir (Ragin, 2000).

İkili kıyaslamalarda karar vericiler tarafından genel olarak üçgensel bulanık sayılar kullanılmaktadır. Bu sayılar belirsiz değerleri matematiksel verilere dönüştürmek için kullanılan sayılardır. Üçgen bulanık sayılar, üç tane gerçek sayıyla tanımlanmış bulanık sayıların özel bir şeklidir ve (l, m, u) şeklinde ifade edilir. Bahsi geçen l, m, u parametreleri sırasıyla en küçük muhtemel değeri, en muhtemel değeri ve en büyük muhtemel değere işaret etmektedir.

Bulanık mantık ile karar verme sürecindeki belirsizlikleri matematiksel hale dönüştürerek ortadan kaldıracabiliriz. Klasik AHP yönteminde karar vericiler ölçümleme ve değerlendirme yaparken gerçek sayılardan yararlandıkları için çok zorlanmaktadırlar. Bulanık AHP (BAHP) yardımı ile karar vericiler ikişerli kıyaslamalar yaparken “İyi”, “Daha iyi” gibi yargıları kullanarak değerlendirme yapabilmektedir. Bu da karar vericilerin değerlendirme yapmalarını oldukça basitleştirmektedir.

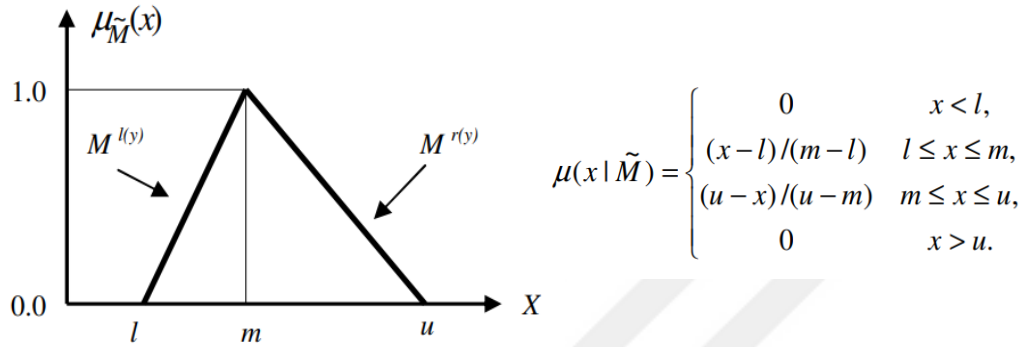
BAHP'nin de klasik AHP'ye göre üstünlükleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Bulanık sayılar, bireylerin bazı kriterler hakkındaki yargılarını gerçek değerlerden daha iyi yansıtabilir.
2. Bulanık sayılar, karar vericilere ana amaca ulaşmada değerlendirme yaparken kolaylık sağlar (Güner, 2005).

BAHP çalışmalarında en çok kullanılan yöntemlerden birisi Chang (1996) tarafından geliştirilen 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 üyelik dereceleri, bir bulanık küme için süreklilik bulundurulur. Bir bulanık kümenin temsili sembolün üstünün çizilmesi ile gösterilir. Üçgensel bir bulanık sayı aşağıdaki şekilde grafikleştirilmiştir.

Bir üçgensel bulanık sayının sağ ve sol üyelik derecesi değerlerine göre lineer gösterimi Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4 Bulanık sayının lineer gösterimi (Akman ve ark.,2006)

Genişletilmiş Analiz Yöntemi Adımları (BAHP)

BAHP'de genişletilmiş analiz yöntemi, insanın düşünürken yaşadığı belirsizliği somutlaştırma yeteneğine sahiptir ve çok kriterli karar verme problemlerini çözüme ulaştırmada etkilidir. Bu yöntemde izlenen yol şu şekilde somutlaştırılabilir: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ bir nesneler kümesi ve $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ de bir amaçlar kümesi olsun. Genişletilmiş analiz yöntemine göre her bir nesne belirli bir amacı gerçekleştirmek için ele alınır. Genişletilmiş ifadesi ile bu nesnenin amacı ne kadar gerçekleştirdiği ifade edilmektedir. Bu sayede m tane genişletilmiş analiz değeri elde edilmiş olup aşağıdaki Denklem 3.6'daki gibi gösterilir (Topçu, 2014).

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m, \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (3.6)$$

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

Adım 1: İ. unsur için bulanık büyüklük değeri Denklem 3.7’de verilmiştir. Denklem 3.7’yi hesaplamak için Denklem 3.8 ve 3.9 kullanılmıştır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^i \times \left[\sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^i \right]^{-1} \quad (3.7)$$

S_i = i. Amacın sentez değeri

M_{gi}^i = Amaca yönelik genişletilmiş değer

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^i = (\sum_{j=1}^n l_j), (\sum_{j=1}^n m_j), (\sum_{j=1}^n u_j) \quad (3.8)$$

$$\left[\sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^i \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_j} \right) \quad (3.9)$$

Adım 2: Bulanık değerler bulunduktan sonra, bu değerlerin Denklem 3.10’da birbirleriyle karşılaştırılması ile alternatiflerin ve kriterlerin olabilirlik değerleri (V) elde edilir.

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer durumda} \end{cases} \quad (3.10)$$

Adım 3: Konveks bir bulanık sayının k adet bulanık sayıdan, M_i ($i= 1,2,\dots,k$) daha büyük olabilirlik derecesi Denklem 3.11 ve 3.12’de gösterilir;

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= [(M \geq M_1) \text{ ve } \dots \\ (M \geq M_k)] &= \min V(M \geq M_i), i= 1,2,3, \dots, k \end{aligned} \quad (3.11)$$

S_j ’ler için şu varsayımlar çıkarılmıştır;

$$k = 1, 2, 3, \dots, n \text{ } k \neq j \text{ için } d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (3.12)$$

Daha sonra ağırlık vektörü A_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)'nin n elemandan oluştuğu Denklem 3.13'de gösterilir;

$$W' = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), \dots, d(A_n))^T \quad (3.13)$$

Adım 4: Normalizasyon yapılarak Denklem 3.14'de görülen normalize edilmiş ağırlık vektörü W elde edilir ve burada normalize edilen değer W bir bulanık sayı değildir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), \dots, d(A_n))^T \quad (3.14)$$

Sonuçta belirlenen kriter ve seçeneklerin hesaplanan ağırlıkları matris düzleminde çarpılarak alternatiflerin sıralaması yapılmış olur.

3.2.3. Uygulamanın Adımları

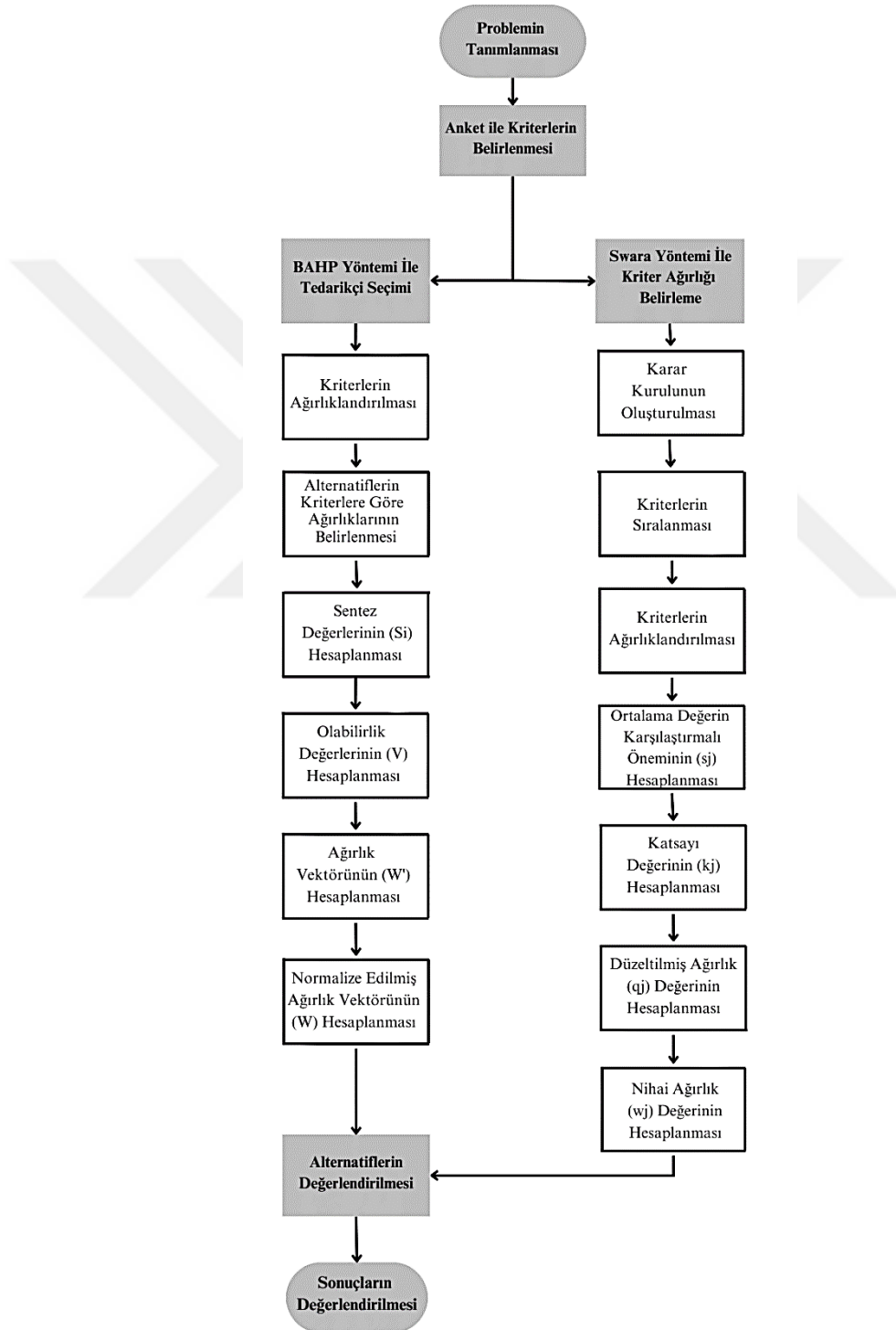
Çalışma kapsamında kullanılan SWARA ve BAHP yöntemlerinin teorik esasları ve işleyişine ilave olarak bu bölümde yapılan uygulamanın işleyişinden bahsedilmiştir.

Uygulamaya problemin tanımlanması ile başlanmıştır. Tanımlanan probleme uygun kriterlerin belirlenmesi için karar vericiler ile bir anket çalışması yapılmıştır. Anket sonucunda karar verilen kriterler önce SWARA yöntemi kullanılarak daha sonra BAHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Tedarikçi seçimi BAHP yöntemine göre yapılacağı için Şekil 3.5'teki adımlar izlenerek tedarikçilerin kriterler bazında ağırlık vektörleri bulunmuştur.

Alternatiflerin değerlendirilmesi aşamasında ise BAHP yöntemi ile bulunan, tedarikçilerin kriterler bazında ağırlık vektörleri ile BAHP yöntemi kullanılarak bulunan kriter ağırlıkları çarpılarak, BAHP yöntemine göre tedarikçi sıralaması yapılmıştır.

Daha sonra bu çalışmanın ana konusu olan SWARA yöntemi ile bulunan ağırlıklar da BAHP yöntemi ile bulunan tedarikçilerin kriterler bazında ağırlık vektörleri ile çarpılmıştır. Böylece BAHP yöntemine, SWARA yöntemi ile bulunan ağırlıklar entegre edilerek tedarikçi sıralaması yapılmış, sonuçlar değerlendirilmiştir.

Şekil 3.5'te çalışmada kullanılan metodolojinin akış şemasına yer verilmiştir.



Şekil 3.5 Uygulama akış şeması

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. SWARA Yöntemi ile Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Uygulama, firmanın satın alma ekibinden 7 personelin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.1’de karar vericilerin bilgilerine yer verilmiştir.

Çizelge 4.1 Karar vericilerin bilgileri

Karar Vericiler	Cinsiyet	Yaş	Eğitim Durumu	Okuduğu Üniversite	Okuduğu Bölüm	Kıdem (Yıl)
KV1	Erkek	39	Lisans	Dicle Üniversitesi	Otomotiv Mühendisliği	14
KV2	Erkek	31	Lisans	Erciyes Üniversitesi	Endüstri Mühendisliği	8
KV3	Kadın	32	Yüksek Lisans	Çukurova Üniversitesi	Endüstri Mühendisliği	9
KV4	Erkek	25	Yüksek Lisans	Konya Teknik Üniversitesi	Endüstri Mühendisliği	2
KV5	Kadın	26	Lisans	KTO Karatay Üniversitesi	Endüstri Mühendisliği	2
KV6	Erkek	24	Lisans	KTO Karatay Üniversitesi	Endüstri Mühendisliği	2
KV7	Kadın	30	Lisans	Sakarya Üniversitesi	Endüstri Mühendisliği	5

Tedarikçi seçiminde en çok tercih edilen değerlendirme kriterlerini belirlemek ve yönetime uygun olarak ağırlıklandırmak için firma içerisinde bir toplantı organize edilmiştir ve toplantı esnasında Dickson (1966) tarafından tanımlanan 23 adet kriter ve Ay (2020) tarafından 9 sektör kapsamında yapılan araştırma sonucunda ulaşılan 20 kriterden, otomotiv sektörüne uygun olan kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterler ve açıklamaları şu şekildedir;

Kalite: Temin edilen hammaddenin firmaların istediği kalite düzeyinde, hata oranı düşük ve güvenilir olmasıdır.

Teslim tarihine uyum: Verilen siparişlerin istenilen zamanda teslimatının yapılmasıdır.

Geçmiş dönem performansı: Tedarikçinin performans geçmişinin, tedarikçinin rekabetçi yapısı, geçmiş üretim çizelge, pazardaki durumu ve ticari ilişkiler ve iş referansları göz önünde bulundurarak analiz edilmesidir.

Elde tutma maliyeti: Malzemenin ambarda saklanması sırasında katlanılan maliyetlerdir.

Üretim tesisi ve kapasite: Tedarikçinin sahip olduğu üretim olanakları ve müşterinin ihtiyacını karşılayabilecek üretim kapasitesini belirtmektedir.

Fiyat: İhtiyaca göre tedarik edilen hammaddenin satın alma ve lojistik maliyetinin toplamıdır.

Teknik yeterlilik: Teknik olarak yeterli ekip ve teçhizatın olup olmadığını değerlendiren kriterdir.

Finansal durum: Tedarikçi firmanın fizibilite raporunda görünen finansal pozisyonu ve kredileri anlamındaki kriterdir.

Esneklik: İşletmelerin beklentileri doğrultusunda tedarikçilerin uygun seçenekleri sunma becerisi olarak tanımlanabilir.

Kontrata uyum: Tedarikçinin yapılan sözleşmede belirtilen şartlara uyma durumunu belirtmektedir.

İletişim sistemi: Tedarikçi ile üretici firma arasındaki iletişimle ilgili durumu değerlendirmektedir.

Atık yönetimi: Tedarikçilerin çevreye zararlı ürünler kullanıp kullanmadığını, üretimlerinin çevreye zarar verme durumunu ve zararlı madde salınımı gibi faktörler değerlendirilir.

İş yapma isteği: Potansiyel tedarikçi firmanın piyasada çalışma isteğini göstermektedir.

Ödeme koşulları: Tedarikçinin müşteri için uygun ödeme vadesi gibi şartları sağlayabilme durumudur.

Garanti politikası: Tedarikçi firmanın teslim edilen ürününe sunduğu garanti şartları ve süresidir.

Görüşme sonrası etki: Tedarikçideki her elemanın firmayla teması olduğu zaman yarattığı izlenim ve etkiyi ifade eder.

Coğrafi yer: Tedarikçinin üretim ya da dağıtım yerlerinin müşteriye göre konumunu, fiziksel ve sosyal statüsünü belirtmektedir.

Karşılıklı anlaşmalar: Gelecekte yapılacak satın almayla ilgili anlaşmaları ifade etmektedir.

Belirlenen kriterler kullanılarak firma satın alma ekibi ile bireysel anket çalışması yapılmış ve karar vericilerden tedarikçi seçiminde en çok kullandığı altı adet kriteri seçmeleri istenmiştir.

Anket sonucunda çıkan verilere istinaden Çizelge 4.2 oluşturulmuştur.

Çizelge 4.2 Kriter seçimi anket sonucu

No	Kriterler	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	Seçim Sayısı	Seçim Oranı
1	Kalite	1	1	1	1	1	1	1	7	17%
2	Teslim tarihine uyum	1	1		1	1	1	1	6	14%
3	Geçmiş dönem performansı		1	1	1	1	1	1	6	14%
4	Elde tutma maliyeti								0	0%
5	Üretim tesisi ve kapasite	1	1		1	1	1	1	6	14%
6	Fiyat	1	1	1	1	1	1	1	7	17%
7	Teknik yeterlilik	1		1		1			3	7%
8	Finansal durum	1		1					2	5%
9	Esneklik								0	0%
10	Kontrata uyum								0	0%
11	İletişim sistemi						1		1	2%
12	Atık yönetimi								0	0%
13	İş yapma isteği		1		1				2	5%
14	Ödeme koşulları								0	0%
15	Garanti politikası								0	0%
16	Görüşme sonrası etki							1	1	2%
17	Coğrafi yer								0	0%
18	Karşılıklı anlaşmalar			1					1	2%
								Toplam =	42	

Seçilen tüm kriterlerin seçim sayılarının aritmetik ortalaması alınmış ve anlamlı görülen %5 değerinin üstünde olan kriterler, uygulamada kullanılmak üzere seçilmiştir.

Ana kriterler kalite, fiyat, teslim tarihine uyum, geçmiş dönem performansı, üretim tesisi ve kapasite, teknik yeterlilik olarak belirlenmiştir.

Kriterler belirlendikten sonra karar vericilerden bu kriterler arasında önemliden – daha az önemliye doğru bir sıralama yapmaları istenmiştir. Karar vericiler tarafından yapılan bu önem sıralamaları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Karar vericilerin atadığı kriter önem sıraları

Kriter Önem Sırası							
Ana Kriterler \ Karar Vericiler	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7
Kalite- C1	2	1	2	2	1	2	1
Teslim tarihine uyum- C2	3	2	4	3	2	3	3
Geçmiş dönem performansı- C3	6	5	5	5	6	5	6
Üretim tesisi ve kapasite- C4	4	4	3	4	5	4	5
Fiyat- C5	1	3	1	1	3	1	2
Teknik yeterlilik- C6	5	6	6	6	4	6	4

Çizelge 4.3'te bulunan önem sıralamasına uygun olarak, yine aynı karar vericilerden kriterlerin en önemli olanına 1 puan vermek koşulu ile 0 ile 1 arasında 0,05'in katlarına uygun şekilde ağırlık puanı vermeleri istenmiştir.

Karar vericiler tarafından belirlenen önem ağırlıkları da Çizelge 4.4'te ifade edilmiştir. Puanlandırmadan sonra kriterler ait p_j değeri her bir kriterin ortalama önem değeridir, kriter puanlarının geometrik ortalamasının alınması ile ulaşılmıştır. Önem ağırlıklarının belirlenmesinin ardından toplantı sona ermiştir.

Çizelge 4.4 Karar vericilerin atadığı kriter önem ağırlıkları

Kriter Ağırlıkları								
Ana Kriterler \ Karar Vericiler	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	Geometrik Ort.
Kalite- C1	0,9	1	0,9	0,9	1	0,8	1	0,926
Teslim tarihine uyum- C2	0,85	0,8	0,6	0,85	0,95	0,7	0,8	0,786
Geçmiş dönem performansı- C3	0,6	0,4	0,55	0,5	0,6	0,5	0,3	0,481
Üretim tesisi ve kapasite- C4	0,8	0,5	0,8	0,7	0,7	0,6	0,55	0,655
Fiyat- C5	1	0,7	1	1	0,9	1	0,9	0,922
Teknik yeterlilik- C6	0,75	0,2	0,3	0,3	0,75	0,4	0,6	0,423

Hesaplanan p_j değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Ana kriterlere ait önem puanları

Ana Kriterlere Ait Ortalama Önem Puanları	
Ana Kriterler	Ortalama Önem Puanları (p_j)
Kalite- C1	0,926
Fiyat- C5	0,786
Teslim tarihine uyum- C2	0,481
Üretim tesisi ve kapasite- C4	0,655
Geçmiş dönem performansı- C3	0,922
Teknik yeterlilik- C6	0,423

Tüm kriterlerin ortalama önem puanları hesaplandıktan sonra bu değerleri büyükten küçüğe sıralayıp kriter için ortalama değerin karşılaştırmalı önemi olan s_j değeri bulunmaktadır. Bu değer sıralamaya göre her bir kriterin bir sonraki kriterden ne kadar önemli olduğunu ifade etmektedir. Hesaplanan s_j değerlerini gösteren kriterler önem puanları ve katsayı değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Bu durumda kalite kriterinin fiyat kriterinden %0,4, fiyat kriterinin teslim tarihine uyum kriterinden %13,7, teslim tarihine uyum kriterinin üretim tesisi ve kapasite kriterinden %13,1, üretim tesisi ve kapasite kriterinin geçmiş dönem performansı kriterinden %17,4, geçmiş dönem performansı kriterinin teknik yeterlilik kriterinden %5,8 daha önemli olduğu görülmektedir.

Ortalama önem puanlarının kıyaslanmasıyla sonra tüm kriterler için katsayı değeri $s_j + 1$ formülü ile hesaplanmaktadır. En önemli kriterin katsayısı 1 olarak atanmaktadır.

Çizelge 4.6 Kriterler önem puanları ve katsayı değerleri

Kriterler İçin Ortalama Önem Puanlarının ve Katsayı Değerlerinin Belirlenmesi			
Ana Kriterler	p_j	s_j	k_j
Kalite- C1	0,926		1,000
Fiyat- C5	0,922	0,004	1,004
Teslim tarihine uyum- C2	0,786	0,137	1,137
Üretim tesisi ve kapasite- C4	0,655	0,131	1,131
Geçmiş dönem performansı- C3	0,481	0,174	1,174
Teknik yeterlilik- C6	0,423	0,058	1,058

Sonraki aşamada düzeltilmiş ağırlık değerleri $(q_{j-1}) / k_j$ formülü ile hesaplanmaktadır. En önemli kriterin q_j değeri 1'dir. Kriterlerin düzeltilmiş ağırlık değerleri Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 Kriterler için düzeltilmiş ağırlık değerleri

Ana Kriterler	q_j
Kalite- C1	1,000
Fiyat- C5	0,996
Teslim tarihine uyum- C2	0,876
Üretim tesisi ve kapasite- C4	0,775
Geçmiş dönem performansı- C3	0,660
Teknik yeterlilik- C6	0,624
Toplam	4,933

Ana kriterlere ait nihai ağırlık değeri $w_j = q_j / \sum q_j$ formülü ile hesaplanmaktadır. Her kriterin düzeltilmiş ağırlık değeri, düzeltilmiş ağırlık değerlerinin toplamına bölünerek nihai ağırlıklara ulaşılmaktadır. Hesaplanmış nihai ağırlık değerleri Çizelge 4.8'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.8 Kriterler için nihai ağırlık değerleri

Nihai Ağırlık Değerleri	
Ana Kriterler	w_j
Kalite- C1	0,2027
Fiyat- C5	0,2020
Teslim tarihine uyum- C2	0,1777
Üretim tesisi ve kapasite- C4	0,1572
Geçmiş dönem performansı- C3	0,1339
Teknik yeterlilik- C6	0,1266

Yapılan bu çalışma ile iki ana ürün grubunda yapılacak tedarikçi seçimi için gerekli olan kriterler belirlenmiştir. Belirlenen bu kriterlerin ağırlık değerleri, karar vericilerin tecrübe ve yorumlarını esas alan SWARA yöntemi ile analiz edilmiştir.

4.2. BAHP Yöntemi ile Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Bu aşamada yapılacak hesaplamalar bölüm 3.2.2'deki basamaklar izlenmek koşulu ile yapılmıştır. Kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Tüm karar vericiler ile yapılan toplantıda ikili karşılaştırma matrisini oluşturan her bir karşılaştırma değeri için karar vericilerin onayı alınarak ortak bulanık değerler atanmıştır.

Yapılan uygulamada 6 kriter ele alınmıştır. Bu sebeple bulanık üçgen sayılar kullanılarak 6 x 6'lık bir ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bulanık sayıların ölçeği Çizelge 4.10'da verilmiştir. Kriterler ve oluşturulan matris aşağıdaki Çizelge 4.9 ve 4.11'de yer almaktadır. Hesaplama yaparken Excel programı kullanılmıştır

Çizelge 4.9 Ana kriterler

Ana Kriterler
Kalite- C1
Teslim tarihine uyum- C2
Geçmiş dönem performansı- C3
Üretim tesisi ve kapasite- C4
Fiyat- C5
Teknik yeterlilik- C6

Çizelge 4.10 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)

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (0.8814, 0.8609, 0.0000, 0.1849, 1.000, 0.0000)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.3011, 0.2941, 0.0000, 0.0632, 0.3416, 0.0000)^T$$

Buna göre, kriterlerin BAHP yöntemine göre hesaplanan ağırlıkları Çizelge 4.13'te gösterildiği gibi elde edilmiştir.

Çizelge 4.13 Bahp yöntemine göre hesaplanan kriter ağırları

Kriterler	Kalite	Teslim tarihine uyum	Geçmiş dönem performansı	Üretim tesisi ve kapasite	Fiyat	Teknik yeterlilik
BAHP Kriter Ağırlıkları	0,3011	0,2941	0,0000	0,0632	0,3416	0,0000

4.3. BAHP Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi Uygulamaları

Tedarikçi seçiminde kullanılacak kriter ağırlıkları önceki bölümlerde hem SWARA hem de BAHP yöntemine göre hesaplanmıştır. Bu bölümde ise iki farklı ürün grubunda, iki farklı yöntemle göre hesaplanan ağırlık değerleri kullanılarak BAHP yöntemine göre tedarikçi sıralaması yapılacaktır.

Firmada çalışan satın alma uzmanları tarafından anket ile belirlenen kriterler için tedarikçi bazında ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulacak ve tedarikçilerin ağırlıkları hesaplanacaktır.

Firmanın satın alma ekibi ile yapılan toplantılarda ele alınan konulardan bir tanesi de yapılacak tedarikçi seçiminin hangi ürün gruplarında yapılması gerektiğidir. Karar vericilerin değerlendirmeleri sonucunda tedarik ve anlaşmalar konusunda en çok sorun yaşanan kutu ve mafsal ürün grubu tedarikçilerinin bu probleme daha uygun olacağı kararlaştırılmıştır.

Kutu ürün grubu malzemeleri, firmanın üretimi tamamlamış olduğu malzemelerin müşterilere sevki öncesinde geçmesi gereken en son proseste gerekli olan malzemelerdir. Bu sebeple bu proseste yaşanan tedarik kaynaklı aksaklıklar, üretilen ürünlerin müşterilere zamanında teslim edilememesine ve yarı mamul depo alanlarının kapasitesinin aşılmasına neden olacağı için tedarikçi seçimi yapılması uygun görülmüştür. Firmada kullanılan kutu çeşitlerine benzer ürünler Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Firmada kullanılan kutu ürün grubu çeşitlerine benzer örnekler

Mafsal ürün gurubu ürünleri ise firmanın ana üretim kalemlerinin en önemli parçalarından biri olması ve ölçüsel olarak birbirinden farklı çok çeşit içermesi sebebi ile tedarikte ve anlaşmalarda yaşanan problemler göz önünde bulundurularak, tedarik seçimi için uygun bulunmuştur. Firmada kullanılan mafsal çeşitlerine benzer ürünler ise Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Firmada kullanılan mafsallı ürün grubu çeşitlerine benzer örnekler

Kutu ürün grubu ile tedarikçi seçimine başlanacaktır. 5 adet alternatif tedarikçi bulunmaktadır ve T1, T2, T3, T4, T5 olarak adlandırılmıştır. Tedarikçi bilgilerine Çizelge 4.14'te yer verilmiştir.

Çizelge 4.14 Kutu ürün grubu tedarikçi bilgileri

Ted. Kodu	Kuruluş Yılı	Konum	Tedarikçi Ürün Gamı	Tedarik Edilen Ürünler
T1	1995	Konya	Standart Kutu, Tam Kapak Kutu, Özel Kesimli Kutu, Özel Kesim Altı Kilitli Kutu, Teleskopik Geçme Kutu, Özel Kesim Dip Kilitli Kutu	Standart Kutu, Özel Kesimli Kutu, Özel Kesimli Altı Kilitli Kutu
T2	1987	İzmir	Karton Kutu, Sıvımalı Kutu, Yedek Parça Kutusu, Katalog, Broşür, Kurumsal Kimlik	Karton Kutu, Sıvımalı Kutu, Parça Kutusu
T3	1996	İstanbul	Karton Ambalaj, Ofset Baskılı Oluklu Mukavva Ambalaj, Karton Stant, Karton Çanta	Ofset Baskılı Oluklu Kutu
T4	1995	İstanbul	Ofset Baskılı Kutular, Karton Çanta, Flexo Baskılı Oluklu Mukavva Kutular, Matbaacılık Ürünleri	Ofset Baskılı Kutu, Oluklu Mukavva Kutu
T5	2003	Konya	Oluklu Mukavva Kutular, Matbaacılık Ürünleri	Oluklu Mukavva Kutu

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (1.0000, 0.4937, 0.7129, 0.8445, 0.0000)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.3278, 0.1618, 0.2336, 0.2768, 0.0000)^T$$

Tedarikçilerin kalite kriterine göre ağırlıkları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17 Tedarikçi bazında kalite kriter ağırlıkları

Alternatifler	T1	T2	T3	T4	T5
Ağırlıklar	0,3278	0,1618	0,2336	0,0000	0,0000

- Fiyat kriterine göre alternatif tedarikçilerin ağırlıklarının belirlenmesi

Çizelge 4.18 Fiyat kriterine göre tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi

Alternatifler	T1			T2			T3			T4			T5		
T1	1	1	1	1	3	5	0,2	0,33	1	1	1	1	3	5	7
T2	0,2	0,33	1	1	1	1	0,14	0,2	0,33	0,2	0,33	1	1	3	5
T3	1	3	5	3	5	7	1	1	1	1	1	1	5	7	9
T4	1	1	1	1	3	5	1	1	1	1	1	1	3	5	7
T5	0,14	0,2	0,33	0,2	0,33	1	0,11	0,14	0,2	0,14	0,2	0,33	1	1	1

Çizelge 4.18'de karar vericiler ile ortak belirlenen, tedarikçilerin fiyat kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi değerleri yer almaktadır, bu değerler genişletilmiş analiz yöntemindeki Denklem 3.8 ve Denklem 3.9'da kullanılmıştır. Denklemlerin kullanılması sonucu aşağıdaki Çizelge 4.19'da görülen kriterlerin sentez değerleri bulunmuştur.

Çizelge 4.19 Fiyat kriteri sentez değerleri

									L	M	U
S(T1)	6,20	10,33	15,00	x	0,0156	0,0222	0,0353	=	0,097	0,229	0,529
S(T2)	2,54	4,87	8,33	x	0,0156	0,0222	0,0353	=	0,040	0,108	0,294
S(T3)	11,00	17,00	23,00	x	0,0156	0,0222	0,0353	=	0,171	0,377	0,812
S(T4)	7,00	11,00	15,00	x	0,0156	0,0222	0,0353	=	0,109	0,244	0,529
S(T5)	1,60	1,88	2,87	x	0,0156	0,0222	0,0353	=	0,025	0,042	0,101

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri hesaplanırken denklem 3.10 kullanılmıştır.

$$\min V (ST1 \geq ST2, ST3, ST4, ST5) = 0.7076$$

$$\min V (ST2 \geq ST1, ST3, ST4, ST5) = 0.3131$$

$$\min V (ST3 \geq ST1, ST2, ST4, ST5) = 1.0000$$

$$\min V (ST4 \geq ST1, ST2, ST3, ST5) = 0.7289$$

$$\min V (ST5 \geq ST1, ST2, ST3, ST4) = 0.0000$$

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (0.7076, 0.3131, 1.0000, 0.7289, 0.0000)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.2575, 0.1139, 0.3637, 0.2651, 0.0000)^T$$

Tedarikçilerin fiyat kriterine göre ağırlıkları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Tedarikçi bazında fiyat kriter ağırlıkları

Alternatifler	T1	T2	T3	T4	T5
Ağırlıklar	0,2575	0,1139	0,3637	0,2651	0,0000

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (0.3992, 0.0000, 1.0000, 0.3992, 0.9617)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.1446, 0.0000, 0.3623, 0.1446, 0.3484)^T$$

Tedarikçilerin teslim tarihine uyum kriterine göre ağırlıkları Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.23 Tedarikçi bazında teslim tarihine uyum kriter ağırlıkları

Alternatifler	T1	T2	T3	T4	T5
Ağırlıklar	0,1446	0,0000	0,3623	0,1446	0,3484

- Üretim tesisi ve kapasite kriterine göre alternatif tedarikçilerin ağırlıklarının belirlenmesi

Çizelge 4.24 Üretim tesisi ve kapasite kriterine göre tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi

Alternatifler	T1			T2			T3			T4			T5		
T1	1	1	1	3	5	7	0,11	0,11	0,14	0,14	0,2	0,33	3	5	7
T2	0,14	0,2	0,33	1	1	1	0,11	0,143	0,2	0,14	0,2	0,33	1	3	5
T3	7	9	9	5	7	9	1	1	1	3	5	7	5	7	9
T4	3	5	7	3	5	7	0,14	0,2	0,33	1	1	1	3	5	7
T5	0,14	0,2	0,33	0,2	0,33	1	0,11	0,14	0,2	0,14	0,2	0,33	1	1	1

Çizelge 4.24'te karar vericiler ile ortak belirlenen, tedarikçilerin üretim tesisi ve kapasite kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi değerleri yer almaktadır. Bu değerler genişletilmiş analiz yöntemindeki Denklem 3.8 ve Denklem 3.9'da kullanılmıştır. Denklemlerin kullanılması sonucu aşağıdaki Çizelge 4.25'te görülen kriterlerin sentez değerleri bulunmuştur.

Çizelge 4.25 Üretim tesisi ve kapasite kriteri sentez değerleri

									L	M	U
S(T1)	7,25	11,31	15,48	x	0,0121	0,0159	0,0236	=	0,088	0,180	0,365
S(T2)	2,40	4,54	6,87	x	0,0121	0,0159	0,0236	=	0,029	0,072	0,162
S(T3)	21,00	29,00	35,00	x	0,0121	0,0159	0,0236	=	0,254	0,461	0,826
S(T4)	10,14	16,20	22,33	x	0,0121	0,0159	0,0236	=	0,123	0,257	0,527
S(T5)	1,60	1,88	2,87	x	0,0121	0,0159	0,0236	=	0,019	0,030	0,068

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri hesaplanırken denklem 3.10 kullanılmıştır.

$$\min V (ST1 \geq ST2, ST3, ST4, ST5) = 0.2825$$

$$\min V (ST2 \geq ST1, ST3, ST4, ST5) = 0.0000$$

$$\min V (ST3 \geq ST1, ST2, ST4, ST5) = 1.0000$$

$$\min V (ST4 \geq ST1, ST2, ST3, ST5) = 0.5725$$

$$\min V (ST5 \geq ST1, ST2, ST3, ST4) = 0.0000$$

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (0.2825, 0.0000, 1.0000, 0.5725, 0.0000)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.1523, 0.0000, 0.5391, 0.3086, 0.0000)^T$$

Tedarikçilerin üretim tesisi ve kapasite kriterine göre ağırlıkları Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26 Tedarikçi bazında üretim tesisi ve kapasite kriter ağırlıkları

Alternatifler	T1	T2	T3	T4	T5
Ağırlıklar	0,1523	0,0000	0,5391	0,3086	0,0000

- Geçmiş dönem performansı kriterine göre alternatif tedarikçilerin ağırlıklarının belirlenmesi

Çizelge 4.27 Geçmiş dönem performansı kriterine göre tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi

Alternatiffer	T1			T2			T3			T4			T5		
T1	1	1	1	5	7	9	7	9	9	1	1	1	5	7	9
T2	0,11	0,14	0,2	1	1	1	3	5	7	0,11	0,11	0,14	3	5	7
T3	0,11	0,11	0,14	0,14	0,2	0,33	1	1	1	0,11	0,14	0,2	5	7	9
T4	1	1	1	7	9	9	5	7	9	1	1	1	3	5	7
T5	0,11	0,14	0,2	0,14	0,2	0,33	0,11	0,14	0,2	0,14	0,2	0,33	1	1	1

Çizelge 4.27’de karar vericiler ile ortak belirlenen, tedarikçilerin geçmiş dönem performansı kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi değerleri yer almaktadır, bu değerler genişletilmiş analiz yöntemindeki Denklem 3.8 ve Denklem 3.9’da kullanılmıştır. Denklemlerin kullanılması sonucu aşağıdaki Çizelge 4.28’de görülen kriterlerin sentez değerleri bulunmuştur.

Çizelge 4.28 Geçmiş dönem performansı kriteri sentez değerleri

									L	M	U
S(T1)	19,00	25,00	29,00	x	0,0119	0,0144	0,0196	=	0,226	0,360	0,568
S(T2)	7,22	11,25	15,34	x	0,0119	0,0144	0,0196	=	0,086	0,162	0,300
S(T3)	6,37	8,45	10,68	x	0,0119	0,0144	0,0196	=	0,076	0,122	0,209
S(T4)	17,00	23,00	27,00	x	0,0119	0,0144	0,0196	=	0,202	0,331	0,528
S(T5)	1,51	1,69	2,07	x	0,0119	0,0144	0,0196	=	0,018	0,024	0,040

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri hesaplanırken denklem 3.10 kullanılmıştır.

$$\min V (ST1 \geq ST2, ST3, ST4, ST5) = 1.0000$$

$$\min V (ST2 \geq ST1, ST3, ST4, ST5) = 0.2728$$

$$\min V (ST3 \geq ST1, ST2, ST4, ST5) = 0.0000$$

$$\min V (ST4 \geq ST1, ST2, ST3, ST5) = 0.9130$$

$$\min V (ST5 \geq ST1, ST2, ST3, ST4) = 0.0000$$

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (1.000, 0.2728, 0.0000, 0.9130, 0.0000)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.4575, 0.1248, 0.0000, 0.4177, 0.0000)^T$$

Tedarikçilerin geçmiş dönem performansı kriterine göre ağırlıkları Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29 Tedarikçi bazında geçmiş dönem performansı kriter ağırlıkları

Alternatifler	T1	T2	T3	T4	T5
Ağırlıklar	0,4575	0,1248	0,0000	0,4177	0,0000

- Teknik yeterlilik kriterine göre alternatif tedarikçilerin ağırlıklarının belirlenmesi

Çizelge 4.30 Teknik yeterlilik kriterine göre tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi

Alternatifler	T1			T2			T3			T4			T5		
T1	1	1	1	1	3	5	0,14	0,2	0,33	0,2	0,33	1	1	3	5
T2	0,2	0,33	1	1	1	1	0,14	0,2	0,33	0,14	0,2	0,33	1	3	5
T3	3	5	7	3	5	7	1	1	1	1	3	5	3	5	7
T4	1	3	5	3	5	7	0,2	0,33	1	1	1	1	3	5	7
T5	0,2	0,3	1	0,2	0,33	1	0,14	0,2	0,33	0,14	0,2	0,33	1	1	1

Çizelge 4.30’da karar vericiler ile ortak belirlenen, tedarikçilerin teknik yeterlilik kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi değerleri yer almaktadır, bu değerler genişletilmiş analiz yöntemindeki Denklem 3.8 ve Denklem 3.9’da kullanılmıştır. Denklemlerin kullanılması sonucu aşağıdaki Çizelge 4.31’de görülen kriterlerin sentez değerleri bulunmuştur.

Çizelge 4.31 Teknik yeterlilik kriteri sentez değerleri

									L	M	U
S(T1)	3,34	7,53	12,33	x	0,0140	0,0210	0,0374	=	0,047	0,158	0,462
S(T2)	2,49	4,73	7,67	x	0,0140	0,0210	0,0374	=	0,035	0,099	0,287
S(T3)	11,00	19,00	27,00	x	0,0140	0,0210	0,0374	=	0,153	0,399	1,011
S(T4)	8,20	14,33	21,00	x	0,0140	0,0210	0,0374	=	0,114	0,301	0,786
S(T5)	1,69	2,07	3,67	x	0,0140	0,0210	0,0374	=	0,024	0,043	0,137

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri hesaplanırken Denklem 3.10 kullanılmıştır.

$$\min V (ST1 \geq ST2, ST3, ST4, ST5) = 0.5616$$

$$\min V (ST2 \geq ST1, ST3, ST4, ST5) = 0.3085$$

$$\min V (ST3 \geq ST1, ST2, ST4, ST5) = 1.0000$$

$$\min V (ST4 \geq ST1, ST2, ST3, ST5) = 0.8660$$

$$\min V (ST5 \geq ST1, ST2, ST3, ST4) = 0.0000$$

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (0.5616, 0.3085, 1.0000, 0.8660, 0.0000)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.2053, 0.1127, 0.3655, 0.3165, 0.0000)^T$$

Tedarikçilerin teknik yeterlilik kriterine göre ağırlıkları Çizelge 4.32'de verilmiştir.

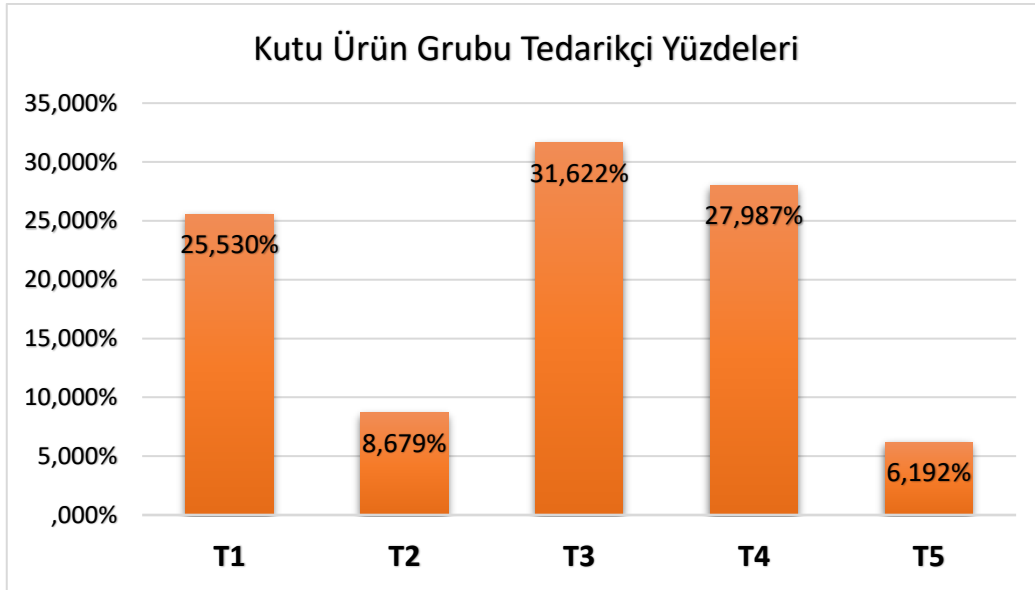
Çizelge 4.32 Tedarikçi bazında teknik yeterlilik kriter ağırlıkları

Alternatifler	T1	T2	T3	T4	T5
Ağırlıklar	0,2053	0,1127	0,3655	0,3165	0,0000

Yapılan tüm ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen kriter ağırlık vektörleri aşağıdaki Çizelge 4.33 ve Çizelge 4.34'te verilmiştir. Kriter ağırlıkları ile tedarikçilerin kriterlere göre bulunan ağırlıkları, çarpılarak toplanmıştır. Çıkan sonuçlar büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır.

Çizelge 4.33 SWARA ve BAHF yöntemine göre kriterler bazında tüm tedarikçilerin ağırlık puanları

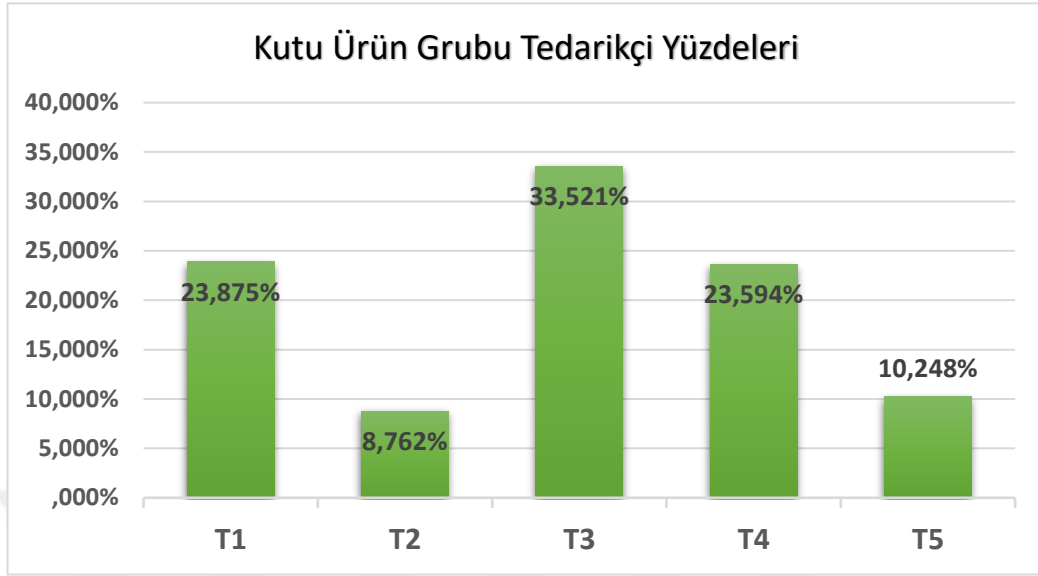
Kriterler								
Tedarikçiler	Kalite	Fiyat	Teslim tarihine uyum	Üretim tesisi ve kapasite	Geçmiş dönem performansı	Teknik yeterlilik	PUAN	
T1	0,3278	0,2573	0,1446	0,1523	0,4575	0,2053	0,2553	25,53%
T2	0,1618	0,1139	0,0000	0,0000	0,1248	0,1127	0,0868	8,68%
T3	0,2336	0,3637	0,3623	0,5391	0,0000	0,3655	0,3162	31,62%
T4	0,2768	0,2651	0,1446	0,3086	0,4177	0,3165	0,2799	27,99%
T5	0,0000	0,0000	0,3484	0,0000	0,0000	0,0000	0,0619	6,19%
Swara Kriter Ağırlıkları	0,2027	0,2020	0,1777	0,1572	0,1339	0,1266		



Şekil 4.3 Swara yöntemine göre kriterler bazında tüm tedarikçilerin ağırlık grafiği

Çizelge 4.34 BAHP yöntemine göre kriterler bazında tüm tedarikçilerin ağırlık puanları

Kriterler								
Tedarikçiler	Kalite	Fiyat	Teslim tarihine uyum	Üretim tesisi ve kapasite	Geçmiş dönem performansı	Teknik yeterlilik	PUAN	
T1	0,3278	0,2573	0,1446	0,1523	0,4575	0,2053	0,2388	23,88%
T2	0,1618	0,1139	0,0000	0,0000	0,1248	0,1127	0,0876	8,76%
T3	0,2336	0,3637	0,3623	0,5391	0,0000	0,3655	0,3352	33,52%
T4	0,2768	0,2651	0,1446	0,3086	0,4177	0,3165	0,2359	23,59%
T5	0,0000	0,0000	0,3484	0,0000	0,0000	0,0000	0,1025	10,25%
BAHP Kriter Ağırlıkları	0,3011	0,3416	0,2941	0,0632	0,0000	0,0000		



Şekil 4.4 BAHP yöntemine göre kriterler bazında tüm tedarikçilerin ağırlık grafiği

Hesaplamalar sonucunda sıralamalar, kriter ağırlıkları için SWARA yöntemi kullanıldığında $T3 > T4 > T1 > T2 > T5$ şeklinde olarak bulunurken, SWARA yöntemi sürece dahil edilmeden sadece BAHP yöntemi kullanıldığında $T3 > T1 > T4 > T5 > T2$ olarak bulunmuştur. Bu sıralamaların yanında tedarikçilerin almış olduğu puanlara istinaden oluşturulmuş Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te görülen grafiklere bakarak sipariş miktarlarının dağılımları hakkında yorum yapmak mümkündür.

Kriter ağırlığı belirleme safhasında SWARA ve BAHP yöntemleri ile yapılan uygulamalar sonucunda, SWARA yönteminin uzman görüşlerini ve yorumlarını baz alarak gerçeğe en yakın sonuçlar üretmesi, tüm kriterler için tek ve ortak ağırlıklandırma özelliğine sahip olması sebebi ile tedarikçi seçim sürecine hız ve güven katacağı düşünülmektedir.

SWARA yöntemi ile kriter ağırlığı belirlemenin, böylesine dinamik otomotiv yan sanayi piyasası için BAHP yöntemine göre daha uygun olacağı düşünülmektedir.

İkinci uygulama ise birinci uygulamada kullanılan kriterler kullanılarak mafsallı ürün grubunda yapılmıştır. Toplamda dört adet alternatif tedarikçi bulunmaktadır ve T6, T7, T8, T9 olarak adlandırılmıştır. Tedarikçi bilgilerine Çizelge 4.35'te yer verilmiştir.

Çizelge 4.35 Mafsal ürün grubu tedarikçi bilgileri

Ted. Kodu	Kuruluş Yılı	Konum	Kapasite (Yıl / Ton)	Kapalı Üretim Alanları (m2)	Tedarikçi Ürün Gamı	Tedarik Edilen Ürünler
T6	1973	İzmir	175.000	144.000	Cıvata, Somun, Mafsal, Vida, Rondela, Talaşlı İmalat	Cıvata, Somun, Mafsal, Vida, Rondela
T7	1985	Adana	538.000	110.000	Cıvata, Somun, Mafsal, Vida, Rondela, Enerji Nakil Hattı Direkleri ve Hırdavatları, İzolatörler	Cıvata, Somun, Mafsal, Rondela
T8	1997	İstanbul	4.500	4.500	Burç, Cıvata, Somun, Mafsal, Kaliper Parçaları,	Cıvata, Somun, Mafsal
T9	1949	İstanbul	12.000	17.500	Rondelalı Cıvata, Dişli, Mafsal, Soğuk Şekillendirilmiş Bağlantı Elemanları, Perçin, Saplama	Rondelalı Cıvata, Dişli Mafsal, Bağlantı Elemanları

- Kalite kriterine göre alternatif tedarikçilerin ağırlıklarının belirlenmesi

Çizelge 4.36 Kalite kriterine göre tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi

Alternatifler	T6			T7			T8			T9		
T6	1	1	1	1	3	5	0,14	0,2	0,33	1	3	5
T7	0,2	0,33	1	1	1	1	0,11	0,14	0,2	1	3	5
T8	3	5	7	5	7	9	1	1	1	3	5	7
T9	0,2	0,33	1	0,2	0,33	1	0,14	0,2	0,33	1	1	1

Çizelge 4.36’da karar vericiler ile ortak belirlenen, tedarikçilerin kalite kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi değerleri yer almaktadır, bu değerler genişletilmiş analiz yöntemindeki Denklem 3.8 ve Denklem 3.9’da kullanılmıştır. Denklemlerin kullanılması sonucu aşağıdaki Çizelge 4.37’de görülen kriterlerin sentez değerleri bulunmuştur.

Çizelge 4.37 Kalite kriteri sentez değerleri

									L	M	U
S(T6)	3,14	7,20	11,33	x	0,0218	0,0317	0,0526	=	0,069	0,228	0,597
S(T7)	2,31	4,48	7,20	x	0,0218	0,0317	0,0526	=	0,050	0,142	0,379
S(T8)	12,00	18,00	24,00	x	0,0218	0,0317	0,0526	=	0,262	0,571	1,263
S(T9)	1,54	1,87	3,33	x	0,0218	0,0317	0,0526	=	0,034	0,059	0,175

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri hesaplanırken Denklem 3.9 kullanılmıştır.

$$\min V (ST6 \geq ST7, ST8, ST9) = 0.4945$$

$$\min V (ST7 \geq ST6, ST8, ST9) = 0.2149$$

$$\min V (ST8 \geq ST6, ST7, ST9) = 1.0000$$

$$\min V (ST9 \geq ST6, ST7, ST8) = 0.0000$$

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (0.4945, 0.2149, 1.0000, 0.0000)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.2893, 0.1257, 0.5850, 0.0000)^T$$

Tedarikçilerin kalite kriterine göre ağırlıkları Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.38 Tedarikçi bazında kalite kriter ağırlıkları

Alternatifler	T6	T7	T8	T9
Ağırlıklar	0,2893	0,1257	0,5850	0,000

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (0.5922, 1.0000, 0.0000, 0.1923)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.3319, 0.5604, 0.0000, 0.1078)^T$$

Tedarikçilerin fiyat kriterine göre ağırlıkları Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.41 Tedarikçi bazında fiyat kriter ağırlıkları

Alternatifler	T6	T7	T8	T9
Ağırlıklar	0,3319	0,5604	0,0000	0,1078

- **Teslim tarihine uyum kriterine göre alternatif tedarikçilerin ağırlıklarının belirlenmesi**

Çizelge 4.42 Teslim tarihine uyum kriterine göre tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi

Alternatifler	T6			T7			T8			T9		
T6	1	1	1	3	5	7	0,14	0,2	0,33	1	3	5
T7	0,14	0,2	0,33	1	1	1	0,11	0,14	0,2	0,2	0,33	1
T8	3	5	7	5	7	9	1	1	1	3	5	7
T9	0,2	0,33	1	1	3	5	0,14	0,2	0,33	1	1	1

Çizelge 4.42'de karar vericiler ile ortak belirlenen, tedarikçilerin teslim tarihine uyum kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi değerleri yer almaktadır, bu değerler genişletilmiş analiz yöntemindeki Denklem 3.8 ve Denklem 3.9'da kullanılmıştır. Denklemlerin kullanılması sonucu aşağıdaki Çizelge 4.43'te görülen kriterlerin sentez değerleri bulunmuştur.

Çizelge 4.43 Teslim tarihine uyum kriteri sentez değerleri

									L	M	U
S(T6)	5,14	9,20	13,33	x	0,0212	0,0299	0,0478	=	0,109	0,275	0,637
S(T7)	1,45	1,68	2,53	x	0,0212	0,0299	0,0478	=	0,031	0,050	0,121
S(T8)	12,00	18,00	24,00	x	0,0212	0,0299	0,0478	=	0,254	0,539	1,146
S(T9)	2,34	4,53	7,33	x	0,0212	0,0299	0,0478	=	0,050	0,136	0,350

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri hesaplanırken Denklem 3.10 kullanılmıştır.

$$\min V (ST6 \geq ST7, ST8, ST9) = 0.5922$$

$$\min V (ST7 \geq ST6, ST8, ST9) = 0.0000$$

$$\min V (ST8 \geq ST6, ST7, ST9) = 1.0000$$

$$\min V (ST9 \geq ST6, ST7, ST8) = 0.1923$$

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (0.5922, 0.0000, 1.0000, 0.1923)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.3319, 0.0000, 0.5604, 0.1078)^T$$

Tedarikçilerin teslim tarihine uyum kriterine göre ağırlıkları Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Çizelge 4.44 Tedarikçi bazında teslim tarihine uyum kriter ağırlıkları

Alternatifler	T6	T7	T8	T9
Ağırlıklar	0,3319	0,0000	0,5604	0,1078

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (1.0000, 0.2128, 0.4649, 0.0000)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.5961, 0.1268, 0.2771, 0.0000)^T$$

Tedarikçilerin üretim tesisi ve kapasite kriterine göre ağırlıkları Çizelge 4.47’de verilmiştir.

Çizelge 4.47 Tedarikçi bazında üretim tesisi ve kapasite kriter ağırlıkları

Alternatifler	T6	T7	T8	T9
Ağırlıklar	0,5961	0,1268	0,2771	0,0000

- Geçmiş dönem performansı kriterine göre alternatif tedarikçilerin ağırlıklarının belirlenmesi

Çizelge 4.48 Geçmiş dönem performansı kriterine göre tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi

Alternatifler	T6			T7			T8			T9		
T6	1	1	1	3	5	7	0,14	0,2	0,33	3	5	7
T7	0,14	0,2	0,33	1	1	1	0,11	0,14	0,2	0,2	0,333	1
T8	3	5	7	5	7	9	1	1	1	3	5	7
T9	0,14	0,2	0,33	1	3	5	0,14	0,2	0,33	1	1	1

Çizelge 4.48’de karar vericiler ile ortak belirlenen, tedarikçilerin geçmiş dönem performansı kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi değerleri yer almaktadır, bu değerler genişletilmiş analiz yöntemindeki Denklem 3.8 ve Denklem 3.9’da kullanılmıştır. Denklemlerin kullanılması sonucu aşağıdaki Çizelge 4.49’da görülen kriterlerin sentez değerleri bulunmuştur.

Çizelge 4.49 Geçmiş dönem performansı kriteri sentez değerleri

									L	M	U
S(T6)	7,14	11,20	15,33	x	0,0206	0,0283	0,0437	=	0,147	0,317	0,670
S(T7)	1,45	1,68	2,53	x	0,0206	0,0283	0,0437	=	0,030	0,048	0,111
S(T8)	12,00	18,00	24,00	x	0,0206	0,0283	0,0437	=	0,247	0,510	1,049
S(T9)	2,29	4,40	6,67	x	0,0206	0,0283	0,0437	=	0,047	0,125	0,291

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri hesaplanırken Denklem 3.10 kullanılmıştır.

$$\min V (ST6 \geq ST7, ST8, ST9) = 0.6869$$

$$\min V (ST7 \geq ST6, ST8, ST9) = 0.0000$$

$$\min V (ST8 \geq ST6, ST7, ST9) = 1.0000$$

$$\min V (ST9 \geq ST6, ST7, ST8) = 0.1026$$

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (0.6869, 0.0000, 1.0000, 0.1026)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.3838, 0.0000, 0.5588, 0.0573)^T$$

Tedarikçilerin geçmiş dönem performansı kriterine göre ağırlıkları Çizelge 4.50'de verilmiştir.

Çizelge 4.50 Tedarikçi bazında geçmiş dönem performansı kriter ağırlıkları

Alternatifler	T6	T7	T8	T9
Ağırlıklar	0,3838	0,0000	0,5588	0,0573

- Teknik yeterlilik kriterine göre alternatif tedarikçilerin ağırlıklarının belirlenmesi

Çizelge 4.51 Teknik yeterlilik kriterine göre tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi

Alternatifler	T6			T7			T8			T9		
T6	1	1	1	1	3	5	1	1	1	3	5	7
T7	0,2	0,33	1	1	1	1	0,2	0,33	1	1	3	5
T8	1	1	1	1	3	5	1	1	1	3	5	7
T9	0,14	0,2	0,33	0,2	0,33	1	0,14	0,2	0,33	1	1	1

Çizelge 4.51’de karar vericiler ile ortak belirlenen, tedarikçilerin teknik yeterlilik kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi değerleri yer almaktadır, bu değerler genişletilmiş analiz yöntemindeki Denklem 3.8 ve Denklem 3.9’da kullanılmıştır. Denklemlerin kullanılması sonucu aşağıdaki Çizelge 4.52’de görülen kriterlerin sentez değerleri bulunmuştur.

Çizelge 4.52 Teknik yeterlilik kriteri sentez değerleri

									L	M	U
S(T6)	6,00	10,00	14,00	x	0,0259	0,0379	0,0629	=	0,155	0,379	0,881
S(T7)	2,40	4,67	8,00	x	0,0259	0,0379	0,0629	=	0,062	0,177	0,504
S(T8)	6,00	10,00	14,00	x	0,0259	0,0379	0,0629	=	0,155	0,379	0,881
S(T9)	1,49	1,73	2,67	x	0,0259	0,0379	0,0629	=	0,038	0,066	0,168

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri hesaplanırken Denklem 3.10 kullanılmıştır.

$$\min V (ST6 \geq ST7, ST8, ST9) = 1.0000$$

$$\min V (ST7 \geq ST6, ST8, ST9) = 0.6330$$

$$\min V (ST8 \geq ST6, ST7, ST9) = 1.0000$$

$$\min V (ST9 \geq ST6, ST7, ST8) = 0.0390$$

Yukarıdaki hesaplanan değerler baz alınarak W' ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir.

$$W' = (1.000, 0.6330, 1.0000, 0.0390)^T$$

W' ağırlık vektörüne normalizasyon işlemi yapılmıştır, aşağıda ise normalize edilmiş ağırlık vektörüne yer verilmiştir.

$$W = (0.3743, 0.2369, 0.3743, 0.0146)^T$$

Tedarikçilerin teknik yeterlilik kriterine göre ağırlıkları Çizelge 4.53'de verilmiştir.

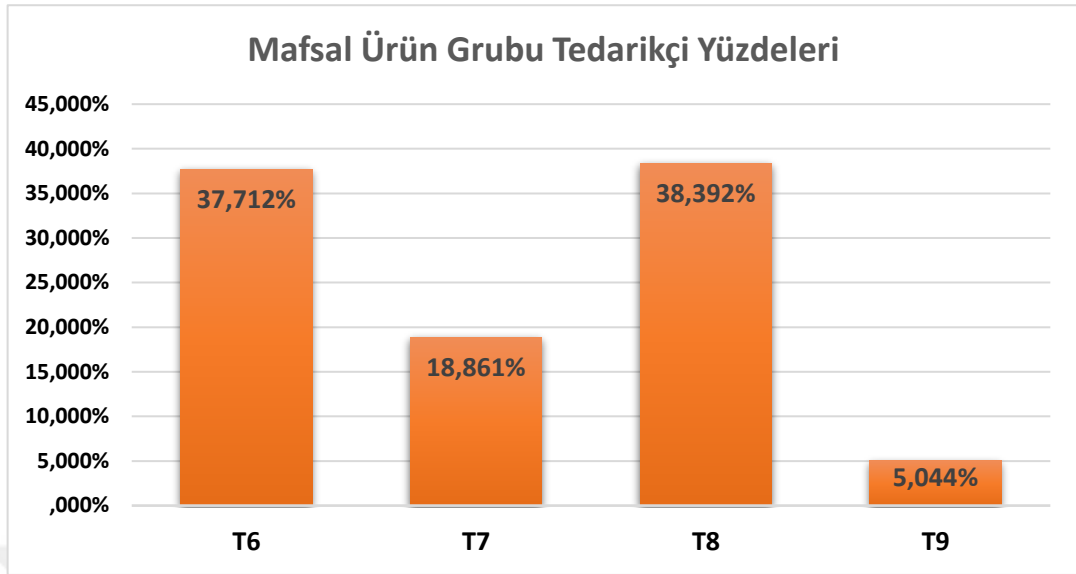
Çizelge 4.53 Tedarikçi bazında teknik yeterlilik kriter ağırlıkları

Alternatifler	T6	T7	T8	T9
Ağırlıklar	0,0,3743	0,2369	0,3743	0,0146

İkinci ürün grubu ile ilgili tüm ikili karşılaştırma matrislerinden çıkan kriter ağırlık değerleri aşağıdaki Çizelge 4.54'de ve Çizelge 4.55'te verilmiştir. Kriter ağırlıkları ile tedarikçilerin kriterlere göre bulunan ağırlıkları, önce çarpılmış ardından da toplanmıştır. Çıkan sonuçlar ise büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır.

Çizelge 4.54 SWARA ve BAHF yöntemine göre kriterler bazında tüm tedarikçilerin ağırlık puanları

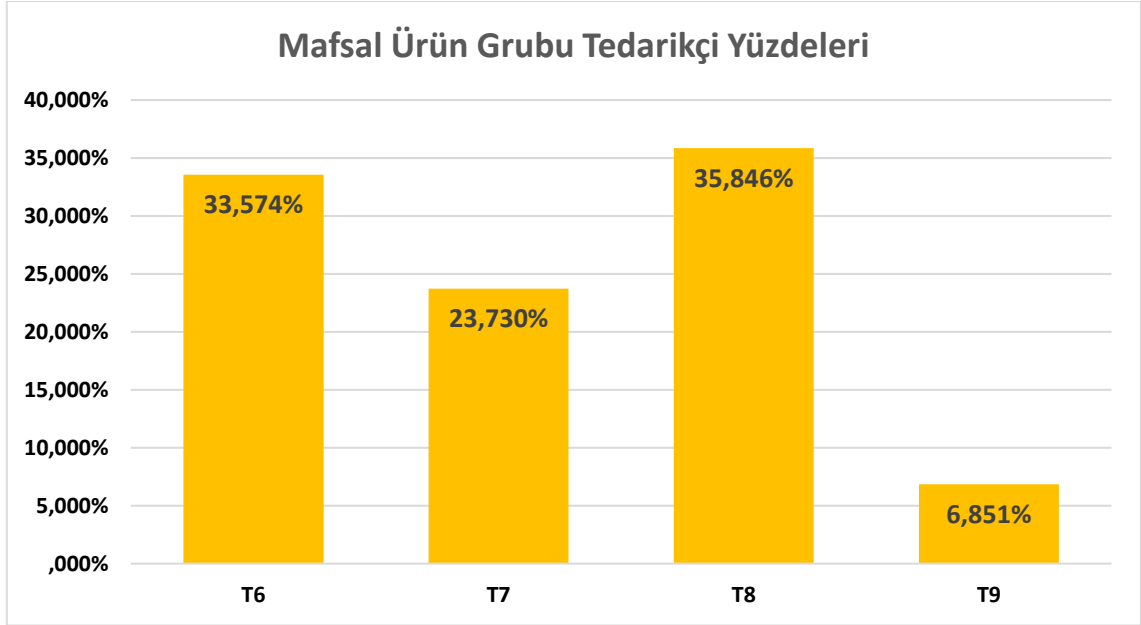
Kriterler								
Tedarikçiler	Kalite	Fiyat	Teslim tarihine uyum	Üretim tesisi ve kapasite	Geçmiş dönem performansı	Teknik yeterlilik	PUAN	
T6	0,2893	0,3319	0,3319	0,5961	0,3838	0,3743	0,3771	37,71%
T7	0,1257	0,5604	0,0000	0,1268	0,0000	0,2369	0,1886	18,86%
T8	0,5850	0,0000	0,5604	0,2771	0,5588	0,3743	0,3839	38,39%
T9	0,0000	0,1078	0,1078	0,0000	0,0573	0,0146	0,0504	5,04%
Swara Kriter Ağırlıkları	0,2027	0,2020	0,1777	0,1572	0,1339	0,1266		



Şekil 4.5 SWARA yöntemine kriterler bazında tüm tedarikçilerin ağırlık grafiği

Çizelge 4.55 BAHP yöntemine göre kriterler bazında tüm tedarikçilerin ağırlık puanları

Kriterler								
Tedarikçiler	Kalite	Fiyat	Teslim tarihine uyum	Üretim tesisi ve kapasite	Geçmiş dönem performansı	Teknik yeterlilik	PUAN	
T6	0,2893	0,3319	0,3319	0,5961	0,3838	0,3743	0,3357	33,57%
T7	0,1257	0,5604	0,0000	0,1268	0,0000	0,2369	0,2373	23,73%
T8	0,5850	0,0000	0,5604	0,2771	0,5588	0,3743	0,3585	35,85%
T9	0,0000	0,1078	0,1078	0,0000	0,0573	0,0146	0,0685	6,85%
BAHP Kriter Ağırlıkları	0,3011	0,3416	0,2941	0,0632	0,0000	0,0000		



Şekil 4.6 BAHP yöntemine göre kriterler bazında tüm tedarikçilerin ağırlık grafiği

Hesaplamalar sonucunda çıkan sıralamalar SWARA yöntemi kullanıldığında $T8 > T6 > T7 > T9$ şeklinde ve BAHP yöntemi kullanıldığında da $T8 > T6 > T7 > T9$ olarak bulunmuştur. Sıralamalar dışında tedarikçilerin ağırlık puanlarına istinaden oluşturulmuş Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da bulunan grafiklere bakılarak daha ayrıntılı yorum yapılabilir.

Sonuç olarak bulunan tedarikçi sıralamaları aynı olsa bile tedarikçilerin aldıkları puanlar göz önüne alındığında mafsal ürün grubu için sipariş verilirken siparişin farklı tedarikçilere paylaştırılması aşamasında iki yöntemin farklılık göstereceği gözlemlenmiştir.

4.4. Duyarlılık Analizi

Duyarlılık analizi, karar kriterlerindeki değişimlerin, alternatifler arasındaki tercihleri nasıl etkilediğini açıklamak için kullanılmaktadır. “Verilerin değişmesi çıkan sonuçlar üzerinde ne gibi etkiler yaratacaktır?” sorusunun cevabı duyarlılık analizleri yapılarak belirlenir.

Sistematik veya sübjektif yaklaşımın söz konusu herhangi bir karar sürecinde riskleri öngörmek, riske maruz değeri azaltmak veya gelecekte karşılaşılabilecek senaryolar karşısında hazırlıklı olmak için duyarlılık analizi her alanda sıklıkla uygulanan bir tekniktir.

Duyarlılık analizi ile girdi değerlerindeki küçük değişikliklerin sonuca olan etkisi incelenebilir (Önder ve Kabadayı, 2015). Yalnızca kriterlerin elde edilen sonuca nasıl etki ettiğini değil aynı zamanda bu kriterlerin ağırlıklarındaki değişimin sonucu nasıl değiştirdiği de gözlemlenebilmektedir.

Sezgisel olarak, en önemli kriter en büyük ağırlığa sahip kriter olarak düşünülür. Ancak kritikliği bu şekilde düşünmek yanıltıcı olabilir (Triantaphyllou, 2000). Karar verici, her bir kriterin ne kadar kritik olduğunu, diğer bir deyişle alternatiflerin mevcut sıralamasının kriterlerin ağırlıklarındaki değişimlere ne kadar duyarlı olduğunu belirleyebilirse daha iyi kararlar alabilir.

Çalışmada kullanılan analitik tekniklerin sübjektif görüşlere sahip olması, geliştirilen modelde oluşan güven seviyesinin karar vericiye göre değişkenlik gösterebilme potansiyeline sahip olması, duyarlılık analizinin yapılması için sebep olmuştur.

4.4.1. Kriter ağırlığının değişimine dayalı duyarlılık analizi

Uygulama içerisinde kullanılan yöntemler ile tüm kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra ağırlıklar bazında en önemli kriter belirlenir. Çalışmada önerilen modelin tedarikçileri sıralama performansı üzerindeki etkisini görmek için “en önemli kriter” ağırlığı değiştirilerek duyarlılık analizi yapılır.

Aşağıda ağırlık değişimine dayalı duyarlılık analizi işlem adımları verilmektedir (Yazdani ve ark., 2019):

Adım 1: Ağırlık esneklik katsayısının belirlenmesi

Duyarlılık analizi sırasında en önemli kriterlerin ağırlığındaki belirli değişikliklere göre diğer ağırlıkların göreceli dengesini ifade eden sayıya ağırlık esneklik katsayısı (a_c) denir.

Bu değer en önemli kriterler için her zaman “1” olarak tanımlanır. Diğer kriterler için Denklem 4.1 kullanılır.

$$a_c = \frac{w_c^0}{1-w_s} \quad (4.1)$$

w_c^0 : Değiştirilen ağırlığın orijinal değeri

w_s : En önemli kriterin ağırlığı

Adım 2: Δx parametresinin belirlenmesi

Δx parametresi, ilgili esneklik katsayılarına göre ağırlık setine uygulanan değişiklik miktarını temsil eder. En önemli kriterlerin ağırlıklarındaki değişim sınırlandırılmalıdır. Aksi takdirde, ağırlıklar negatif değerler alabilir ve ağırlık orantılılık kısıtlamasını ihlal edebilir. Δx parametresi pozitif olduğunda bağıl şiddette artış, negatif olduğunda azalma gösterebilir.

Δx için limitler, negatif ve pozitif yönlerde en kritik kriterlerdeki en yüksek ağırlık değişiminin miktarı olarak tanımlanır. Δx değişkeninin limiti Denklem 4.2 kullanılarak hesaplanır.

$$-w_s \leq \Delta x \leq \min\{w_c^0 / a_c\} \quad (4.2)$$

Adım 3. Yeni kriter ağırlıklarının hesaplanması

Denklem 4.3, en önemli kriterlerin ağırlıkları için diğer kriterlerin yeni ağırlıklarını belirlemek üzere kullanılır.

$$w_s = w_s^0 + a_s \Delta x \quad (4.3)$$

$$w_c = w_c^0 - a_c \Delta x \quad (4.4)$$

w_s^0 : Duyarlılık analizine tabi tutulan kriterlerin orijinal ağırlığı

w_c^0 : Değişen ağırlıkların orijinal değeri

Bu yeni kriter ağırlıkları seti her zaman evrensel ağırlık orantılılık koşulunu karşılamalıdır, yani $\sum w_s + \sum w_c = 1$.

Daha sonra sıralama yöntemiyle hesaplanan kriter ağırlıklarındaki herhangi bir değişiklik, bazı durumlarda alternatiflerin sırasını önemli ölçüde değiştirebilir. Böyle bir durumun var olup olmadığını kontrol etmek ve uygulamanın kararlılığını ve sağlamlığını sağlamak için duyarlılık analizi yapılmıştır (Demir ve Arslan, 2022).

4.4.2. Kriter ağırlıklarının değişimine dayalı duyarlılık analizinin uygulanması

Bu çalışmada esneklik katsayısı hem SWARA hem de BAHF yöntemi ile bulunan kriter ağırlıklarına istinaden yapılır. Öncelikle SWARA yöntemi ile bulunan en önemli kriterin (kalite) ağırlık katsayısının (a_s) diğer kriterler (a_c) ile aynı olduğu varsayılır. Çizelge 4.56’da verilen veriler, Denklem 4.1 kullanılarak tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.56 SWARA yöntemi için değişen ağırlıklar için ağırlık esneklik katsayısı

Kriterler	Hesaplanan Ağırlıklar	a_c	Δx
Kalite	0,2027	1	
Fiyat	0,2020	0,2534	0,7973
Teslim Tarihine Uyum	0,1777	0,2229	0,7973
Üretim Tesisi ve Kap.	0,1572	0,1972	0,7973
Geçmiş Dönem Perf.	0,1339	0,1679	0,7973
Teknik Yeterlilik	0,1266	0,1588	0,7973

Daha sonra “kalite” kriteri için ağırlık değişimi sınırlama limitleri (Δx) hesaplanır. Bu -0,2027 ile 0,79730 arasındadır. Bu sınırların ötesinde “kalite” kriterinin ağırlıkları negatif değerler olacaktır.

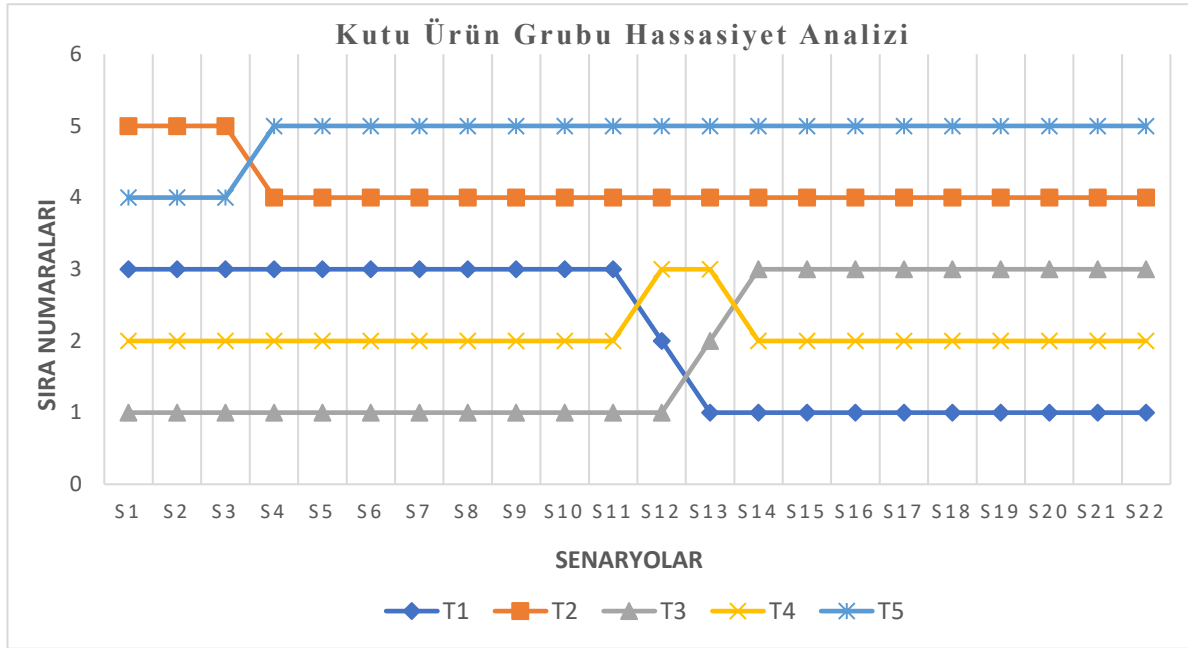
Bu sınırlar tanımlandıktan sonra, Çizelge 4.57’de gösterildiği gibi Denklem 4.3 ve 4.4 kullanılarak 22 senaryo seti ile yeni ağırlık hesaplanmıştır.

$\Delta x = 0$ olduğunda kriter ağırlıklarının orijinal ağırlığa eşit olduğu durum Çizelge 4.57’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.57 SWARA yöntemi ile bulunun ağırlıkların yeni değerleri

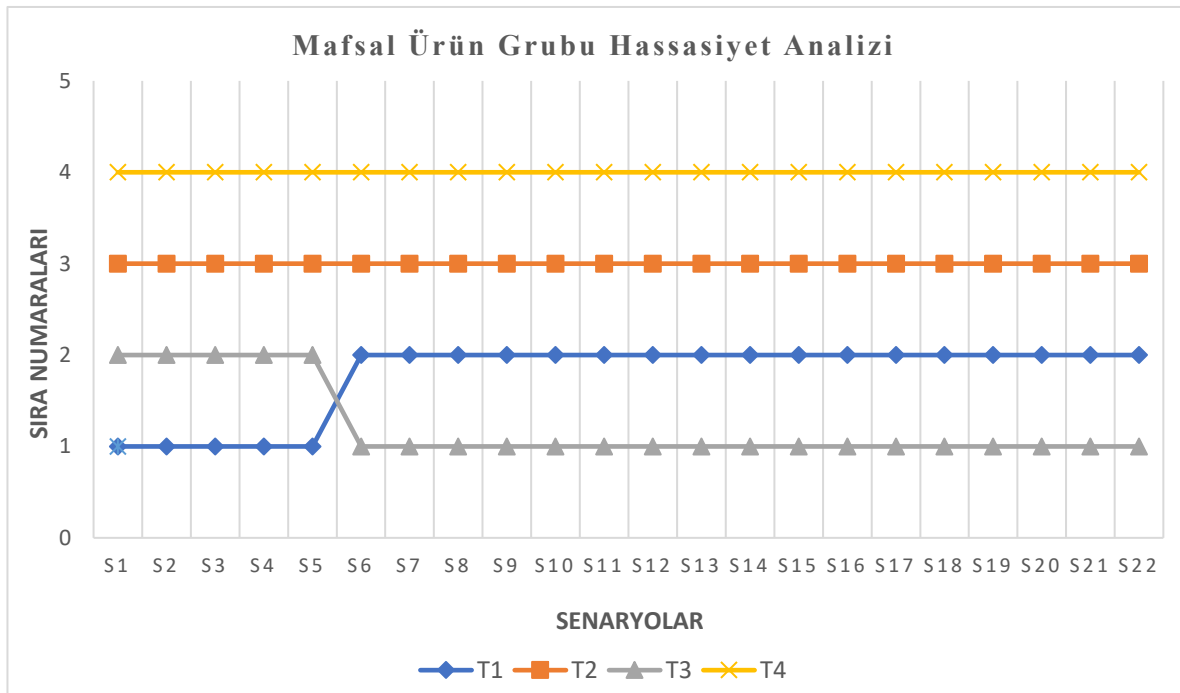
Senaryo	Δx	Kalite	Fiyat	Teslim Tarihine Uyum	Üretim Tesisi ve Kap.	Geçmiş Dönem Perf.	Teknik Yeterlilik	Toplam
1	-0,2027	0,0000	0,2534	0,2229	0,1972	0,1679	0,1588	1,00
2	-0,2	0,0027	0,2527	0,2223	0,1966	0,1675	0,1584	1,00
3	-0,15	0,0527	0,2400	0,2111	0,1868	0,1591	0,1504	1,00
4	-0,1	0,1027	0,2273	0,2000	0,1769	0,1507	0,1425	1,00
5	-0,05	0,1527	0,2147	0,1888	0,1671	0,1423	0,1345	1,00
6	0	0,2027	0,2020	0,1777	0,1572	0,1339	0,1266	1,00
7	0,05	0,2527	0,1893	0,1666	0,1473	0,1255	0,1187	1,00
8	0,1	0,3027	0,1767	0,1554	0,1375	0,1171	0,1107	1,00
9	0,15	0,3527	0,1640	0,1443	0,1276	0,1087	0,1028	1,00
10	0,2	0,4027	0,1513	0,1331	0,1178	0,1003	0,0948	1,00
11	0,25	0,4527	0,1387	0,1220	0,1079	0,0919	0,0869	1,00
12	0,3	0,5027	0,1260	0,1108	0,0981	0,0835	0,0790	1,00
13	0,35	0,5527	0,1133	0,0997	0,0882	0,0751	0,0710	1,00
14	0,4	0,6027	0,1007	0,0885	0,0783	0,0667	0,0631	1,00
15	0,45	0,6527	0,0880	0,0774	0,0685	0,0583	0,0551	1,00
16	0,5	0,7027	0,0753	0,0663	0,0586	0,0499	0,0472	1,00
17	0,55	0,7527	0,0627	0,0551	0,0488	0,0415	0,0393	1,00
18	0,6	0,8027	0,0500	0,0440	0,0389	0,0331	0,0313	1,00
19	0,65	0,8527	0,0373	0,0328	0,0290	0,0247	0,0234	1,00
20	0,7	0,9027	0,0247	0,0217	0,0192	0,0163	0,0154	1,00
21	0,75	0,9527	0,0120	0,0105	0,0093	0,0079	0,0075	1,00
22	0,7973	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,00

Kriterlerin Çizelge 4.57'deki 22 ağırlık seti ile performansları yeniden hesaplanarak kutu ürün grubu için elde edilen sıralamalar Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7 Kutu ürün grubu alternatiflerinin sıralama değişkenliği

Kriterlerin Çizelge 4.57'deki 22 ağırlık seti ile performansları yeniden hesaplanarak mafsallı ürün grubu için elde edilen sıralamalar Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8 Mafsallı ürün grubu alternatiflerinin sıralama değişkenliği

Şekil 4.7 ve 4.8'deki senaryolar incelendiğinde, SWARA yöntemi ile bulunan ağırlıklar üzerinden yapılan duyarlılık analizi sonuçlarında, kutu ürün grubu kriterlerinin, mafsal ürün grubu kriterlerine göre daha hassas aralıklarda olduğu ve bulunulan dönem şartlarına göre değişen kriter ağırlıklarına daha duyarlılığı olduğu görülmüştür.

SWARA yöntemi duyarlılık analizi sonuçları yorumlandıktan sonra çalışma içerisinde yer alan BAHP yöntemi ile bulunan kriter ağırlıkları üzerinden de duyarlılık analizi yapılmıştır.

BAHP yöntemi ile bulunan en önemli kriterin (fiyat) ağırlık katsayısının (a_s) diğer kriterler (a_c) ile aynı olduğu varsayılır. Çizelge 4.58'da hesaplanan veriler, Denklem 4.1 kullanılarak tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.58 BAHP yöntemi için değişen ağırlıklar için ağırlık esneklik katsayısı

Kriterler	Hesaplanan Ağırlıklar	a_c	Δx
Fiyat	0,3416	1	
Kalite	0,3011	0,4574	0,6584
Teslim Tarihine Uyum	0,2941	0,4467	0,6584
Üretim Tesisi ve Kap.	0,0632	0,0959	0,6584
Geçmiş Dönem Perf.	0	0	-
Teknik Yeterlilik	0	0	-

Daha sonra “fiyat” kriteri için ağırlık değişimi sınırlama limitleri (Δx) hesaplanır. Bu -0,3416 ile 0,6584 arasındadır. Bu sınırların ötesinde “kalite” kriterinin ağırlıkları negatif değerler olacaktır.

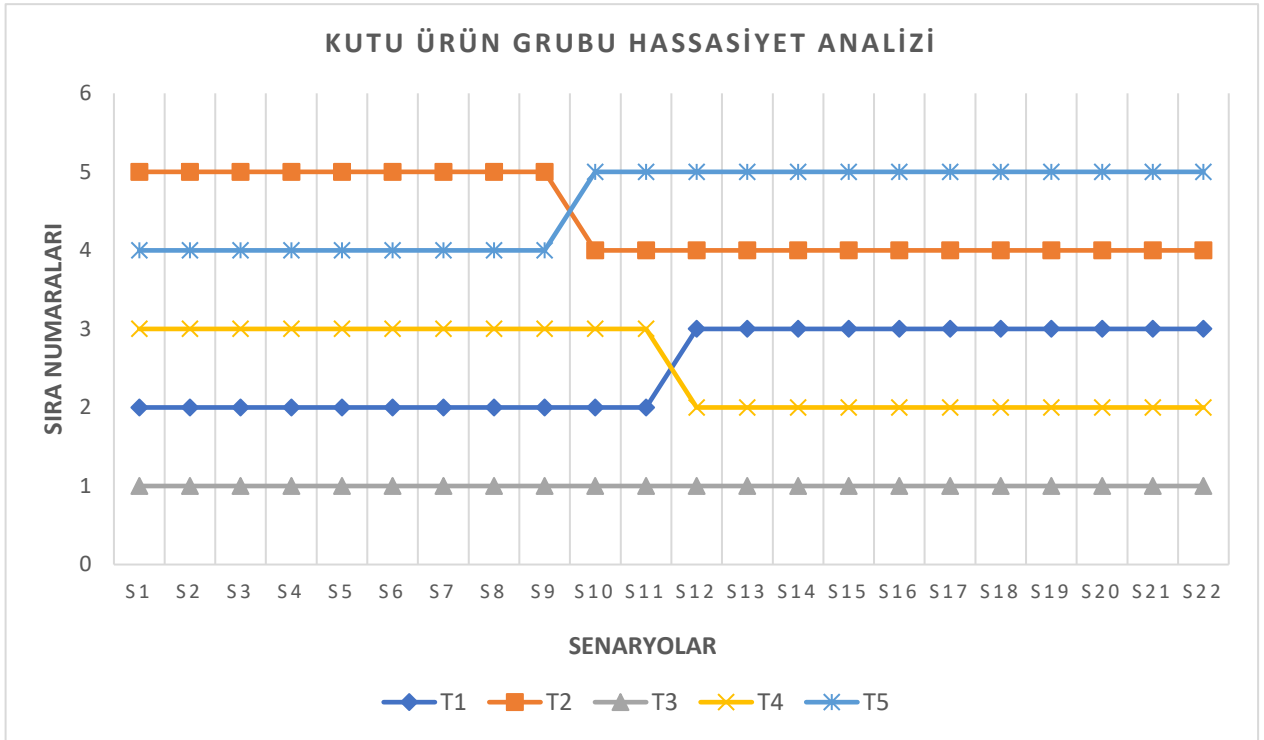
Bu sınırlar tanımlandıktan sonra, Çizelge 4.59'da gösterildiği gibi Denklem 4.3 ve 4.4 kullanılarak 22 senaryo seti ile yeni ağırlık hesaplandı.

$\Delta x = 0$ olduğunda kriter ağırlıklarının orijinal ağırlığa eşit olduğu durum Çizelge 4.59'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.59 BAHF yöntemi ile bulunun ağırlıkların yeni değerleri

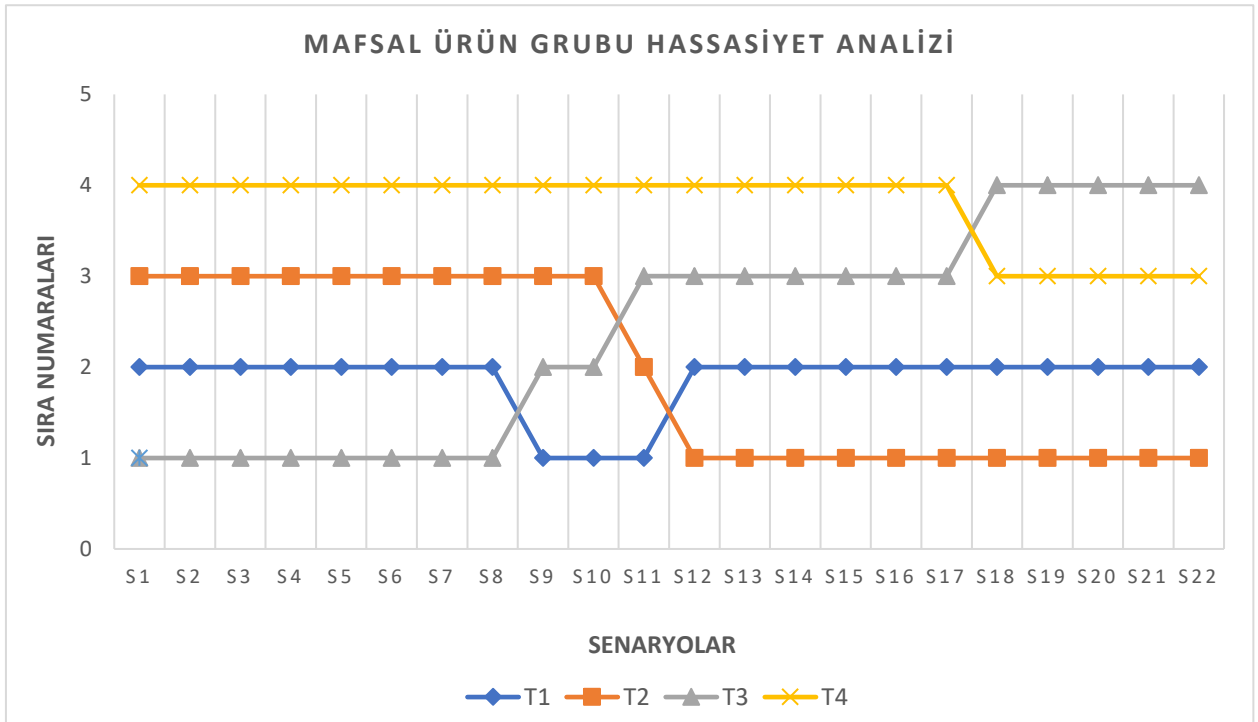
Senaryo	Δx	Fiyat	Kalite	Teslim Tarihine Uyum	Üretim Tesisi ve Kap.	Geçmiş Dönem Perf.	Teknik Yeterlilik	Toplam
1	-0,3416	0,0000	0,4574	0,4467	0,0959	0,0000	0,0000	1,00
2	-0,3	0,0416	0,4383	0,4281	0,0919	0,0000	0,0000	1,00
3	-0,25	0,0916	0,4155	0,4058	0,0871	0,0000	0,0000	1,00
4	-0,2	0,1416	0,3926	0,3834	0,0823	0,0000	0,0000	1,00
5	-0,15	0,1916	0,3697	0,3611	0,0775	0,0000	0,0000	1,00
6	-0,1	0,2416	0,3469	0,3388	0,0727	0,0000	0,0000	1,00
7	-0,05	0,2916	0,3240	0,3164	0,0680	0,0000	0,0000	1,00
8	0	0,3416	0,3011	0,2941	0,0632	0,0000	0,0000	1,00
9	0,05	0,3916	0,2782	0,2718	0,0584	0,0000	0,0000	1,00
10	0,1	0,4416	0,2554	0,2494	0,0536	0,0000	0,0000	1,00
11	0,15	0,4916	0,2325	0,2271	0,0488	0,0000	0,0000	1,00
12	0,2	0,5416	0,2096	0,2048	0,0440	0,0000	0,0000	1,00
13	0,25	0,5916	0,1868	0,1824	0,0392	0,0000	0,0000	1,00
14	0,3	0,6416	0,1639	0,1601	0,0344	0,0000	0,0000	1,00
15	0,35	0,6916	0,1410	0,1378	0,0296	0,0000	0,0000	1,00
16	0,4	0,7416	0,1182	0,1154	0,0248	0,0000	0,0000	1,00
17	0,45	0,7916	0,0953	0,0931	0,0200	0,0000	0,0000	1,00
18	0,5	0,8416	0,0724	0,0707	0,0152	0,0000	0,0000	1,00
19	0,55	0,8916	0,0496	0,0484	0,0104	0,0000	0,0000	1,00
20	0,6	0,9416	0,0267	0,0261	0,0056	0,0000	0,0000	1,00
21	0,65	0,9916	0,0038	0,0037	0,0008	0,0000	0,0000	1,00
22	0,6584	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,00

Kriterlerin Çizelge 4.59'daki 22 ağırlık seti ile performansları yeniden hesaplanarak kutu ürün grubu için elde edilen sıralamalar Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9 Kutu ürün grubu alternatiflerinin sıralama değişkenliği

Kriterlerin Çizelge 4.59'daki 22 ağırlık seti ile performansları yeniden hesaplanarak kutu ürün grubu için elde edilen sıralamalar Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10 Mafsal ürün grubu alternatiflerinin sıralama değişkenliği

Şekil 4.9 ve 4.10'daki senaryolar incelendiğinde, BAHP yöntemi ile bulunan ağırlıklar üzerinden yapılan duyarlılık analizi sonuçlarında, mafsallı ürün grubu kriterlerinin, kutu ürün grubu kriterlerine göre daha hassas aralıklarda olduğu ve bulunulan dönem şartlarına göre değişen kriter ağırlıklarına daha duyarlı olduğu görülmüştür.

Yapılan analizler, SWARA ve BAHP yöntemi ile bulunana kriter ağırlıklarına, 22 set üzerinden farklı ağırlıklar verilmesinin bazı alternatiflerin sıralamasında değişikliğe neden olduğunu göstermekte ve modelin ağırlık katsayılarındaki değişimlere duyarlı olduğunu doğrulamaktadır.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Güncel piyasa koşullarında karar verme süreci ve bu sürecin karakterini belirleyen seçim kriterleri, amaçlar ve çevresel koşulların teknolojiye paralel olarak hızlı şekilde gelişmesi ile daha değişken ve karışık bir hal almıştır. Otomotiv sektörü de birçok ana sanayi firmalarının müşterisi olduğu için seçenekler oldukça artmıştır. Ortaya çıkan durumun sonuçlarından biri de tek tedarikçiye olan bağımlılığın ortadan kaldırılmasıdır. Fakat birçok tedarikçi ile çalışmak ölçütlerin artmasına ve seçim işleminin daha da zorlaşmasına sebep olmaktadır.

Bu koşullarda işletmenin pazarda canlı kalabilmesinin, rekabet edebilme yeteneğine bağlı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, işletmeler bünyelerini, tedarikçilerden müşterilere kadar uzanan bir karar verme sürecinin içinde bulurlar. İşletmelerin içinde bulundukları durumu kontrol altında tutabilmesi için yapılan çalışmaların sonucunda tedarik zinciri yönetimi kavramı ortaya çıkmıştır.

Tedarik zinciri yönetimi sayesinde nitelikli ve işletme için en iyi değeri sağlayan tedarikçiler ile çalışmanın, direkt ve endirekt üretim maliyetlerini azaltılmasındaki etkisinin fark edilmesi üzerine önemi daha da artmıştır. Tedarikçi seçim probleminde çoklu kriterler olması ve bu kriterlerin birbiri ile çelişen kriterlere sahip olabilmesi sebebi ile problem çok kriterli karar verme problemi sınıfına girmektedir.

Tedarikçilerden temin edilen hammadde ve yarı mamullerin kalitesi, işletmenin ürettiği ürünlerin kalitesi üzerinde birinci dereceden etkiye sahiptir. İşletmenin ulaşmak istediği kalite düzeyi için kalite – tedarikçi bütünleşmesi çok önemlidir. Buna bağlı olarak tedarikçi seçim kararı firmaların üretim performansını etkileyen bir karardır.

Bu çalışmada tedarik kavramının ne anlama geldiğine, tedariği oluşturan öğelere, amaçlara ve hedeflere değinilmiştir. Tedariğin gerçekleşebilmesi için bir tedarik zinciri kurulması gerektiği vurgulanarak tedarik zincirinin farklı tanımları yapılmak sureti ile konuya giriş yapılmıştır.

Tedarik zincirinin hangi yapılardan oluştuğu, tedariğe bağlı hedefler doğrultusunda nasıl yönetildiği açıklanarak avantajları ve dezavantajları konusunda araştırmacılara bilgi verilmiştir. Devamında bu yönetim zorluklarının literatür karşılığı

olan tedarikçi seçim problemi ifade edilmiş, seçim kriterleri belirlemenin, seçim sürecinin nasıl gerçekleştiğine değinilmiş ve seçim sürecinin karakteristik özellikleri aktarılmıştır.

Tedarik zinciri denildiğinde akla gelen başka bir başlık olan satın alma hakkında literatür taraması yapılmış, önemli satın alma karar prosesleri üzerinde durulmuştur. Tanımı yapılan tedarikçi seçim problemlerinde kullanılan karar verme sürecinin ve yöntemlerinin, önemi vurgulanmış ve bu yöntemler açıklanmıştır.

Yöntemler içerisinde bu çalışmayı ilgilendiren en önemli yöntem çok kriterli karar vermedir. Çok kriterli karar verme dört başlık altında incelenmiştir. Araştırmacılara çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulamaları ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir.

Literatürde yer alan tedarikçi seçim problemlerini değerlendiren çalışmalar incelenerek içerikleri hakkında bilgilere yer verilmiştir. Araştırmacıların bu değerlendirmelerden faydalanması ve kendi çalışmalarına pay çıkarması hedeflenmiştir.

Bu tezin en önemli noktalarından biri gerçek hayatta yapılan uygulama çalışmasıdır. Bu sebeple uygulamanın yapıldığı işletme hakkında verilen bilgiler ile üretim alanı, üretilen ürün grupları, çalışan sayısı ve üretim adetlerine değinilmiş, firmanın satın alma ekibi ve satın alma süreci hakkında detaylı bilgi verilirken işletmede kullanılan tedarikçi seçim süreci ve tedarikçi performans değerlendirme yöntemlerinden önemle bahsedilmiştir. İşletmede yapılacak olan uygulamada kullanılacak yöntemlerin formülasyonu ve bu formüllerin nasıl kullanılacağı da tarif edilmiştir.

Yapılan uygulamada iki ana ürün grubunda, SWARA ve BAHF yöntemlerini birbiri ile entegre eden bir çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada ilk olarak SWARA yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş daha sonra bu ağırlık değerleri BAHF yöntemine aktarılmış ve tedarikçi sıralaması yapılmıştır. İkinci olarak da sadece BAHF yöntemi ile bulunan kriter ağırlıkları kullanılarak tedarikçi sıralaması yapılmıştır. Bu sayede SWARA yöntemi ile bulunan kriter ağırlıklarının, BAHF yöntemi içerisine entegre edilmesinin sonuçlara olan etkisi görülebilmektedir.

Uygulamanın kararlılığını ve sağlamlığını değerlendirmek, bazı durumlarda kriter ağırlıklarındaki herhangi bir değişikliğin alternatiflerin sırasını önemli ölçüde değiştirip değiştirmediğini belirlemek için duyarlılık analizi yapılmıştır ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Yapılan uygulama ile işletmenin güncel olarak çalıştığı tedarikçilerin, birbirleri ile kriterler bazında karşılaştırılması sonucunda çıkan veriler sayesinde tedarikçilerin potansiyellerinin ortaya çıkması sağlanmıştır. İlerleyen dönemlerde bu uygulamanın kullanılması ile tedarikçi seçimi yapılırken satın alma departmanı karar verme aşamasında daha net verilere sahip olacak ve bu veriler ile karar verme süreci daha hızlı ve doğru çalışmış olacaktır.

Tedarik zincirini oluşturan unsurların birbiri ile bağımlı olarak ele alınması gerektiği, birbirleri ile etkileşim içinde olmaları sebebi ile bağımsız olarak değerlendirilemeyen bir takımın bireyleri oldukları akıldan çıkarılmamalı, eş zamanlı çalışmaları için olanak sağlanmalıdır. Çünkü üretilen ürünün kalitesi, güvenilirliği, dış görünüşü, zamanında teslim edilebilirliği ve maliyeti tedarikçiye bağlıdır. Tedarikçi ile kurulan ilişkiler şartnameler ve sözleşmeler ile ciddiye alınmalı, profesyonel şekilde yönetilmeli ve sürdürülebilir olmalıdır.

Sonraki dönemlerde yapılacak çalışmalarda, ağırlık değerlerine etki edebilecek farklı verilerin probleme dahil edilmesi ile çok kriterli karar verme tekniklerinden farklı yöntemler birbirleriyle entegre edilebilir. Bu sayede probleme yeni kriterlerin eklenmesi ve önceliklerin değişimi gündeme gelebilir, bu durum gelecek araştırmaların konusu olabilme potansiyeli taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Adalı, E. A., ve Işık A. (2017). Bir Tedarikçi Seçim Problemi İçin SWARA ve WASPAS Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı, *International Review of Economics and Management*, 5(4), 56-77
- Aissaoui, N., Haouari, M., Hassini, E., “Supplier Selection and Order Lot Sizing Modeling : A Review”, *Computers and Operations Research*, In Press, (2006).
- Akagündüz, E. (2016). “Tedarikçi Seçim Probleminde Çok Kriterli Karar Verme ve Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akçay Kasapoğlu, Ö. & Yurder, Y. (2013). Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci Uygulaması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 163-195.
- Akman, G. ve A. Alkan (2006). "Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde bir uygulama." *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 5(9): 23-46.
- Alkan, A. , Aladağ, Z. & Çelik, C. (2016). Otomotiv Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir Firmada Tedarikçi Seçimi: Ahp-Bulanık Ahp Ve Topsis Uygulaması . *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* , 9 (1)
- Aouadni, S., Aouadni, I., Rebai, A. (2019). “A systematic review on supplier selection and order allocation problems”. *Journal of Industrial Engineering International* (2019) 15 (Suppl 1):S267–S289
- Ay, S. (2020), Tedarikçi Seçim Probleminin Dört Boyutlu Kemıra-M Yöntemi İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydın, Y. & Eren, T. (2018). Savunma Sanayiinde Stratejik Ürün İçin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7 (1) , 129-148
- Ayhan, M. B. (2013). A Fuzzy Ahp Approach for Supplier Selection Problem: A Case Study in a Gearmotor Company. *Internal Journal of Managing Value and Supplier Chains*, 4(3), 11-23.

Chai, J., Liu, J., Ngai, E., (2013). "Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature". *Expert Systems with Applications* 40 (2013) 3872–3885

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

Chen, C.-T., C.-T. Lin ve S.-F. Huang (2006). "A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management." *International Journal of Production Economics* 102(2): 289-301.

Çakır, S., & Perçin, S. (2013). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 449-459.

Çelik F., Çağıl G. (2021). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Tedarikçi Seçimi; Bir Traktör Fabrikası, *DEÜFMD* 23(68), 607-619.

Dağdeviren, M., Dönmez, N., Kurt, M., Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı ve Uygulaması, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 21(2), 247- 255, 2006

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., Promethee sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der*, 23(1), 69-k75, 2008.

Demir, G. & Arslan, R. (2022). Sensitivity Analysis in Multi-Criterion Decision-Making Problems . *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* , 24 (3) , 1025-1056

Dickson, G.W.: An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing* 2(1), 5–17 (1966).

Dulmin, R., Mininno, V., Supplier selection using a multi-criteria decision aid method, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9, 177-187, 2003.

Ecer, F. (2008). Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Bir Uygulama, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 355-369.

Erbıyık, H., Alkan Kabakçı, G. & Erdil, A. (2021). Tedarikçi Seçimi Uygulaması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (24), 421-429

Gencer, C., Gürpınar, D., Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm, *Applied Mathematical Modelling* , 31, 2475–2486, 2007.

Gezmişoğlu ve ark. / *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 38:4 (2023) 2231-2239

Gökalp, B. ve Soylu, B. (2011). Tedarikçinin Süreçlerini İyileştirme Amaçlı Tedarikçi Seçim Problemi, *Erciyes Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Endüstri Mühendisliği Dergisi Özel Sayısı Cilt: 23 Sayı: 1 Sayfa: (4-15)*.

Gökçimen, S., G., “Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Süreci ve Bir Tekstil Firmasında Uygulama”, *Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*, 12-16 (2004).

Göncü, K. (2022). Sağlık Kurumlarında Tedarik Yönetimi: Dematel-Anp ile Tedarikçi Seçimi İçin Çok Kriterli Karar Verme Modeli, *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Doktora Tezi*.

Görener Ali, Görener Ömer, “Türk Otomotiv Sektörünün Ülke Ekonomisine Katkıları ve Geleceğe Yönelik Sektörel Beklentiler”, *Journal Of Yaşar University*, 2008, ss. 1213-1232.

Güner, H. (2005). Bulanık AHP ve bir işletme için tedarikçi seçimi problemine uygulanması, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*

Humphreys, P., Mcvor, R., Chan, F., Using case-based reasoning to evaluate supplier environmental management performance, *Expert Systems with Application*, 25(2), 141- 153, 2003.

Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., & Diabat, A. (2013). Integrated Fuzzy Multi Criteria Decision Making Method and Multi-objective Programming Approach for Supplier Selection and Order Allocation in a Green Supply Chain. *Journal of Cleaner Production*, 47, 355-367.

Kapar, K. (2013). Bir Üretim İşletmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci ile Tedarikçi Seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28 (1), 197-231.

Karaatlı, M., Davras, G. (2014). Tedarikçi Seçim Probleminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Kombinasyonu: Otel İşletmelerinde Bir Uygulama, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 24, 182-196.

Karagöz, E. (2022). Çok Kriterli Karar Verme Ve Veri Madenciliği Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi Ve Seviyelendirmesi, Yüksek Lisans Tezi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı.

Karsak, E., Dursun, M., (2016) Taxonomy and review of non-deterministic analytical methods for supplier selection, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 29:3, 263-286

Keçeci U., Tedarikçi Seçim Probleminde Analitik Ağ Süreci, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.

Keršuliene, V., Zavadskas, E. K. & Turskis, Z. 2010. Selection of rational dispute resolution method by applying new stepwise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of Business Economics and Management*, 11(2): 243–258.

Khurram, M., Bhutta, S. (2003) "Supplier Selection Problem: Methodology Literature Review," *Journal of International Information Management*: Vol. 12 : Iss. 2 , Article 5.

Lee, Y. H., Cho, M. K., Kim, S. J., Kim, Y. B., “Supply Chain Simulation with Discrete Continuous Combined Modeling”, *Computers & Industrial Engineering*, 43: 375-392 (2002).

Maryam Alimardani, Sarfaraz Hashemkhani Zolfani, Mohammad Hasan Aghdaie, Jolanta Tamošaitienė, “A novel hybrid SWARA and VIKOR methodology for supplier selection in an agile environment”, *Technological And Economic Development Of Economy*, 19(3), ss. 533-548, 2013.

Mendoza, A. (2007). "Effective methodologies for supplier selection and order quantity allocation." The Pennsylvania State University.

Önder, E. ve Kabadayi, N. (2015). Supplier selection in hospitality industry using ANP. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 5(1), 166-186.

Özen M.ve Borat O., Otomotiv Yan Sanayi Sektöründe Tedarikçi Seçiminde AHP, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yaklaşım, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 19(38), Güz 2020, 152-171.

Özyörük, B., Özcan, E.C., Analitik hiyerarşi sürecinin tedarikçi seçiminde uygulanması: otomotiv sektöründen bir örnek, 13(1),133-144, 2008.

Pal, O., Gupta, A. K. , Garg, R. K. (2013). Supplier Selection Criteria and Methods in Supply Chains:A Review, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering, 7(10), 2667-2673.

Ragin, C. C. (2000). Fuzzy-set social science.

Saaty, T.L., (2008), Decision making with the analytic hierarchy process, International Journal of Services Sciences, 1(1), p.83-98.

Schmitz, J., Platts, K.W., Supplier logistics performance measurement: Indications from a study in the automotive industry, International Journal of Production Economics, 89(2), 231- 243, 2004.

Schramm, V., Cabral, L., Schramm, F., (2020). “Approaches for supporting sustainable supplier selection - A literature review”. Journal of Cleaner Production 273 (2020) 123089

Şahin, Ö. & Ayvaz, B. (2020). Otomotiv Sanayiinde Tedarikçi Performans Değerlendirmesi İçin Bir Model Önerisi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 19 (37), 81-100.

Şen, Z., Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri (1.Basım), Bilge Kültür Sanat Yayınları 172 s., İstanbul, 2001.

Tezsürücü D., ve Sofyalıoğlu Ç. (2015). AHS- VZA Yöntemi ile Tedarikçilerin Performans Değerlendirmesi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 33, 113-128.

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. (2000) Multi-Criteria Decision Making: A Comparative Study. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Yazdani, M., Chatterjee, P., Pamučar, D. & Abad, M. D. (2019a). A risk-based integrated decision-making model for green supplier selection. *Kybernetes*, 49(4), 1229–1252.

Yurdakul, M., ve İç, Y.T., Üretim Firmalarının Kredibilitesinin Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin Kullanılması, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(4), 1007-1023, 2000.

