

**ÇOK ÖLÇÜTLÜ BULANIK MARCOS YÖNTEMİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİ
ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

Anıl Arda BAYDAR

Yüksek Lisans Tezi

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nil ARAS

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Mayıs 2021

ÖZET
ÇOK ÖLÇÜTLÜ BULANIK MARCOS YÖNTEMİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİ
ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Anıl Arda BAYDAR

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mayıs 2021

Danışman: Doç. Dr. Nil ARAS

Günümüz şartlarında birçok firma yerel ve global olarak çok fazla tedarikçiye ulaşabilmekte ve bu durum karar verme sürecini olumsuz etkilemektedir. Makine seçimi gibi tek seferlik yapılan tedarikçi seçimlerinde yok satma, yatırım maliyetinin artması gibi geri dönülemez sonuçlarla karşılaşabilmektedir. Bu nedenle tedarikçi seçimi analitik ve satın alma yönetimi yapısının bir arada çalıştığı bir süreçtir. Belirli süre içerisinde optimum tedarikçinin seçimi sürecinde tedarikçi ilişkileri, tedarikçiden beklenen özellikler gibi durumların süreç içerisinde karar ve stratejilerin belirlenmesinin yanı sıra potansiyel tedarikçilerinin analitik olarak değerlendirilmesi gereklidir. Analitik değerlendirme için probleme özgü deneyimli karar vericilerin seçimi, karar seviyesinin kontrolünün yanı sıra probleme özgü ölçütlerin seçilmesi gereklidir. Ölçütlere ve probleme uygun olarak analitik karar verme yapısının oluşturulması ve uygulanması gereklidir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin hibrit bir şekilde kullanılması sıklıkla karşılaşılmaktadır. Her geçen gün daha çok uygulamada yer eden AHP, ELECTRE, TOPSIS, PAPRIKA ve bunların bulanık türevleri gibi uygulamaların yanı sıra MARCOS gibi yöntemlerle de çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada tedarikçi seçimi problemine ilişkin gerekli ölçütler belirlenmiş ve MARCOS yöntemi AHP ile bütünleştirilerek satın alınacak ideal makinenin seçimi için kullanılmış ve sonuçlar bulanık mantık çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Karar Verme, Makine Seçimi, AHP, Bulanık Mantık, MARCOS.

ABSTRACT

AN APPLICATION ON MULTI-CRITERIA FUZZY MARCOS METHOD AND SUPPLIER SELECTION

Anıl Arda BAYDAR

Department of Industrial Engineering

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, May 2021

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nil ARAS

In today's conditions, many companies can reach too many suppliers locally and globally and this situation negatively affects the decision-making process. In one-off supplier selections such as machine selection, irreversible consequences such as selling out and increasing investment costs can be encountered. For this reason, supplier selection is a process in which analytical and purchasing management structure work together. In the process of selecting the optimum supplier within a certain period of time, it is necessary to determine the decisions and strategies in the process such as supplier relations and the expected characteristics of the supplier, as well as analytical evaluation of potential suppliers. For analytical evaluation, it is necessary to select experienced problem-specific decision makers, control the decision level, as well as select problem-specific criteria. It is necessary to establish and implement an analytical decision-making structure in accordance with the criteria and the problem. Hybrid use of multi-criteria decision making methods is frequently encountered in recent studies. In addition to the applications such as AHP, ELECTRE, TOPSIS, PAPRIKA and their fuzzy derivatives, which are used more and more every day, studies are also carried out with methods such as MARCOS. In this study, the necessary criteria for the supplier selection problem were determined and MARCOS method, was used to select the ideal machine to be purchased by integrating with AHP, and the results were evaluated within the framework of fuzzy logic.

Keywords: Decision Making, Machine Selection, AHP, Fuzzy Logic, MARCOS.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca büyük desteğini gördüğüm ve her zaman yanımda olduğunu hissettiğim danışman hocam Doç. Dr. Nil ARAS' a, hayatımın her sürecinde yanımda olarak beni destekleyen biricik eşim Emine BAYDAR' a, değerli aileme ve arkadaşlarıma en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Anıl Arda BAYDAR



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Anıl Arda BAYDAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
GÖRSELLER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. TEDARİKÇİ SEÇİM PROBLEMİ	3
2.1.1. Tedarikçi sayısına göre tedarikçi seçim problemleri	3
2.1.1.1. <i>Tek kaynaklı tedarikçi seçim problemi</i>	3
2.1.1.2. <i>Çok kaynaklı tedarikçi seçim problemi</i>	4
2.1.2. Ürün temelli tedarikçi seçim problemleri	5
2.2. Tedarikçi Seçim Ölçütleri	5
2.3. Tedarikçi Değerlendirme Yöntemleri	11
2.3.1. Matematiksel programlama	11
2.3.2. Uzman sistem ve yapay zekâ modelleri	12
2.3.3. Maliyete dayalı yaklaşımlar	12
2.3.4. İstatiksel yaklaşımlar	13
2.3.5. Çok ölçütlü karar verme yaklaşımları	13
2.4. Tedarikçi Seçim Aşamaları	15
2.5. Tedarikçi Seçiminde Satın Alma	18
3. KARAR VERME YÖNTEMLERİ	22

3.1. Karar Verici, Karar Seviyeleri ve Ölçüt Belirlenmesi.....	22
3.2. Karar Verme.....	28
3.2.1. Karar verme problemi	30
3.2.2. Karar verme çeşitleri	31
3.2.2.1. Belirlilik durumunda karar verme	32
3.2.2.2. Belirsizlik durumunda karar verme	33
3.2.2.3. Risk durumunda karar verme	33
3.2.2.4. Kısmi bilgi durumunda karar verme.....	34
3.2.2.5. Rekabet durumunda karar verme	34
3.3. Karar Ağaçları	34
3.4. Çok Ölçütlü Karar Verme	35
3.4.1. Seçme problemi.....	37
3.4.2. Sınıflama problemi	38
3.4.3. Sıralama problemi.....	38
4. BULANIK MANTIK VE ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ.....	39
4.1. Bulanık Mantık	39
4.2. Klasik Mantık ve Bulanık Mantık Arasındaki Farklar	40
4.3. Bulanık Küme.....	41
4.4. Bulanık Küme İşlemleri.....	42
4.5. Üçgensel Üyelik Fonksiyonu	43
4.6. Bulanık Sayılar	44
4.7. Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme	45
4.8. Analitik Hiyerarşi Prosesi	45
4.9. Bulanık AHP Yöntemi	46
5. MARCOS YÖNTEMİ	53
5.1. MARCOS Yöntemi	53
5.2. Yeni Bulanık MARCOS Yöntemi.....	55
5.3. MARCOS Yöntemi Avantajları.....	57
6. TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME SÜRECİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA	59

6.1. Çalışma Planı.....	59
6.2. Satın Alınacak Üretim Makinesi Özellikleri	61
6.3. Karar Vericilerin Belirlenmesi	62
6.4. Makinelerin Teknik Değerlendirmesi	63
6.5. Ölçütlerin Belirlenmesi.....	64
6.6. Finansal Değerlendirme	70
6.7. Şartnamenin Hazırlanması	72
6.8. Firmaların Teknik Değerlendirmesi	73
6.9. Tedarikçi Firmaların Değerlendirilmesi.....	74
6.10. Bulanık MARCOS Yönteminin Uygulanması.....	76
6.11. Tedarikçi ile Son Görüşmenin Yapılması ve Sözleşme Yapılması	78
6.12. Duyarlılık Analizleri	79
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	83
KAYNAKÇA.....	85
EKLER	86
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1 Tedarikçi seçim ölçütleri	6
Tablo 2.2. De Boer tedarikçi seçim ölçütleri	7
Tablo 2.3. Bazı çok ölçütlü karar verme teknikleri ve gruplaması	14
Tablo 3.1. Çok ölçütlü karar verme yöntemleri tablosu.....	36
Tablo 4.1. Klasik mantık ve bulanık mantık arasındaki başlıca farklar.....	41
Tablo 4.2. Bulanık AHP’de kullanılan üçgensel bulanık önem skalası.....	49
Tablo 4.3. Rassallık indeksi (RI).....	52
Tablo 5.1. Potansiyel sonuçlar için yeni tanımlanan sayılar	57
Tablo 5.2. Yöntemlerin istatistiksel korelasyon sıralaması	58
Tablo 6.1. Ana boyutlar için bulanık ikili karşılaştırma matrisi	75
Tablo 6.2. Tedarikçi seçimi için ağırlık vektörü	76
Tablo 6.3. Yeni tanımlanmış olan üçgensel bulanık sayılar	77
Tablo 6.4. Menfaat Fonksiyon Hesaplama Sonuçları ve Alternatif Sıralamaları	78
Tablo 6.5. Ölçüm skalasında yapılan değişiklik sonucu elde edilen yeni sonuç	80
Tablo 6.6. Senaryolar için ölçüt ağırlıklarının hesaplanması.....	80
Tablo 6.7. Senaryolar için alternatiflerin sıralanması	81

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Tedarikçi seçim sürecine etki eden bazı ölçütler.....	8
Şekil 2.2. Ölçütlerin birbirleri ile ilişkileri	9
Şekil 2.3. Bir makine temini için yapılan çalışma ölçütleri.....	10
Şekil 2.4. Tedarikçi seçim aşamaları	16
Şekil 2.5. De Boer'in Tedarikçi Seçim Süreç Tablosu.....	17
Şekil 3.1. Değer Zinciri	26
Şekil 3.2. Karar Türleri.....	30
Şekil 4.1. Üçgensel üyelik fonksiyonu	44
Şekil 4.2. Üçgen bulanık sayının üyelik fonksiyonu	44
Şekil 4.3. AHP modeli için hiyerarşik yapı	46
Şekil 4.4. İki üçgensel bulanık sayı için kesişim durumu	51
Şekil 6.1. Tedarikçi seçim süreç aşamaları.....	60
Şekil 6.2. Alternatif tedarikçilerin gruplandırılması.....	72
Şekil 6.3. Senaryoların grafik olarak gösterimi.....	82

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 6.1. Termoform paketlenme makinesi örnek görseli.....	61
Görsel 6.2. Devreye alınmış olan üretim makinesi	79



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process)
FAHP	: Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci
ÇÖKV	: Çok Ölçütlü Karar Verme
MARCOS	: Uzlaşma Çözümlerine Göre Ölçüm Alternatifleri ve Sıralama
TOPSIS	: İdeal çözümü bulmak için kullanılan teknik (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)
FTOPSIS	: Bulanık TOPSIS
OEE	: Genel Ekipman Etkinliği
ŞU	: Şartnameye Uygunluk
HPO	: Hazır Parça Oranı
ADS	: Arıza Destek Süresi
YTS	: Yedek Parça Temin Süresi
ÇPS	: Çalışacak Personel Sayısı
EKÖ	: Ekipman Kullanım Ömrü Boyunca Tahmini Bakım Maliyeti
X	: Ölçüt kümesi
W	: Ağırlık vektörü
i, j	: Ölçütlerin indisi
N	: Ölçüt sayısı
CI	: Tutarlılık göstergesi
RI	: Rassallık göstergesi
CR	: Tutarlılık Oranı
CCi	: Yakınlık Katsayısı (Closeness Coefficient)
K	: Karar vericilerin indisi
λ_k	: k. karar vericinin ağırlığı
M _{gij}	: Mertebe değeri
$\mu_A(x)$	: Üyelik fonksiyonu
$\nu_A(x)$	: Üye olmama fonksiyonu

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ve uluslararası ticaret sayesinde daha global ve yerli pazarda birçok tedarikçiye ulaşma günümüzde doğru tedarikçinin seçimi kavramını daha da önemli bir noktaya getirmiştir. Doğru tedarikçinin seçilmesi yapılan yatırımın hesaplanan geri dönüşünden üretimin kalitesine bakım maliyetlerinin azalmasından üretim verimliliğine kadar birçok farklı etkisi bulunduğundan gün geçtikçe farklı yöntemler ile geliştirilmeye devam etmektedir.

Özellikle bir kez yapılan alımlarda malın teslim alınması sonrasında uzun ve yorucu bir hukuki süreç yaratması nedeni ile firmalara geri dönüşü olmayan kayıplar yaratmaktadır. Bu kayıpların yaşanmaması açısından özellikle üst yönetim tarafından alışılmış tedarikçi ile devam etme kararı günümüzde hemen hemen her firmada karşılaşılan bir durumdur. Bu durum alışılmışların dışında içinde bulunduğumuz rekabetçi ortamda firmaları gelişime kapatmakla beraber yatırım maliyetlerini ve yatırım geri dönüş oranlarını kötü etkilemektedir.

Tedarikçi seçimi analitik süreçler ile satın alma yönetim sürecinin bütünleşik olarak çalıştığı bir süreçtir. Bu süreç içerisinde istenilen tedarikçide bulunması gereken özelliklere, tedarikçi ilişkilerine ve idari süreçlerle analitik karar verme süreçlerine bütünleşik ve eş zamanlı olarak yürütmek gereklidir.

Yapılan yatırımın karşılığının alınması açısından doğru karar verilmesi önem arz etmektedir. Doğru karar ancak doğru yöntem, doğru ölçüt, doğru süreç, doğru karar verme grubu ve doğru tedarikçi seçim aşamalarının bir araya gelmesi ile mümkündür. Tedarikçi seçim ölçütlerinde en önemli çalışmalardan bir sayılan Dickson (1966) çalışması günümüzdeki geçerliliğini korumakla günümüzde özellikle kritik tedarikçi seçim süreçleri için yeni ölçütlerin ortaya çıkması ve günümüzdeki çevreci anlayış ile yeşil ölçüt gibi sosyal ölçütlerin değerlendirildiği çalışmalar bulunmaktadır.

Üretim sektöründe bir firma için bir üretim makinesi seçim örneği ile ölçüt seçimlerinin Termin, Teknik ve Maliyet ana ölçütleri altında seçilecek olan makinenin ön görülen kullanım ömrü boyunca tüm oluşturacağı maliyet, ilk yatırım maliyeti, duruş kayıp sürelerinin değerlendirilmesi ve genel ekipman etkinliği (Overall Equipment Effectiveness) gibi yeni alt ölçütlerin kullanılması ile özellikle makine ekipman seçiminde değerlendirmenin tedarikçi firmalarının kullanmakta olduğu farklı alt

yüklenici, üretim teknikleri ve ekipman kalitesi tarafından doğru değerlemenin yapılmasının sağlanması açısından kapsamlı bir çalışmadır.

Tedarikçi seçim süreçlerinin analitik değerlendirmesinde karar ağaçları, istatistiksel yöntemler ve çok ölçütlü karar verme yöntemleri gibi birçok farklı yöntem kullanılabilmektedir. Günümüzde özellikle çok ölçütlü karar verme yöntemleri bu konuda analiz hassasiyeti nedeni ile tercih edilmektedir. Bu yöntemlerden bazıları Analytical Hierarchy Process (AHP), Technique for order preference by similarity to an ideal solution (TOPSIS), Elimination and choice translating reality english (ELECTRE) gibi yöntemler ve bunların bulanık mantık kullanılan türevleridir. Bunların yanı sıra Potentially all pairwise rankings of all possible alternatives (PAPRIKA), The Measurement of Alternatives and Ranking According to Compromise Solution (MARCOS), Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS) gibi yeni yöntemler de kullanılmaktadır. Bu çalışmada yeni tanımlanmış olan üçgensel bulanık sayılar ile MARCOS yöntemi bulanık AHP yöntemi ile bütünleşik olarak kullanılarak tedarikçi seçimi yapılmıştır. Literatürde yeni olan MARCOS yöntemine benzerlik gösteren yöntemlere kıyaslandığında yakın hassasiyetine sahip olmakla birlikte gerçek problemler için kullanım avantajı ile çok ölçütlü karar verme yöntemleri arasında önemli bir yer etmektedir. Bulanık MARCOS yönteminin yeni bulanık sayılar ile Bulanık AHP yöntemiyle birlikte yapıda kullanılması bu çalışmanın yenilikçi yanıdır.

Tez çalışmasının bölümleri şu şekildedir: İkinci bölümde, tedarikçi seçiminin önemi, tedarikçi seçim yöntemleri, literatürde kullanılmış olan ölçütlerin incelenmesi ve tedarikçi seçim süreçlerinin tanımlaması yapılması yapılmıştır. Üçüncü bölümde karar verme yöntemleri, karar vericiler, karar vericilerin seçiminin önemi ve karar vericilerin bir araya gelmesi ile grup olarak karar verme sürecinin yönetimi ve grup çalışma tekniklerinin üzerinde durulmuştur. Dördüncü bölümde uygulamada kullanılmış olan bulanık mantık, AHP ve MARCOS yöntemlerinin kullanımı anlatılmıştır. Beşinci bölümde ise üretim sektöründeki üretici firma için yapılmış olan tedarikçi seçimi için süreç yapısı oluşturarak tedarikçi ilişkisi, tedarikçi gerekli sürecin modellenmesi, ölçütlerin seçimi ve analitik olarak seçilen ölçütlerin Bulanık AHP, MARCOS uygulamaları yapılarak tedarikçilerin değerlendirilmesi sağlanmıştır.

2. TEDARİKÇİ SEÇİM PROBLEMİ

Bu bölümde tedarikçi seçim problemleri, seçim ölçütleri, tedarikçi değerlendirme yöntemleri, tedarikçi seçim aşamaları üzerinde durulmuştur.

2.1. Tedarikçi Seçim Problemleri

Tedarikçi seçim problemini en sade ifadeyle tanımlamak gerekirse, işletmenin üretmesi gereken ürünler için kullanacağı hammadde, yarı mamul, hizmet ve diğer gerekli malzemelerin hangi tedarikçinin seçileceğinin belirlenmesi olarak ifade edilebilir (Güner, 2005). Çoğu işletmede, hammadde, bileşen ve yarı mamul parçalarının maliyeti bir ürünün ana maliyetini oluşturmakta, öyle ki bu bazı durumlarda %70'e varan oranlara kadar çıkabilmektedir (Ghodsypour ve O'Brien, 1998). Bu oranlar çok yüksek düzeyde olduğundan ve maliyetlere çok önemli bir şekilde etki ettiğinden dolayı firmalar hammadde, yarı mamul ve bileşen parçalarının seçimlerine çok dikkat etmektedirler.

Tedarikçi seçimi problemleri bazı başlıklar göz önünde bulundurarak sınıflandırılmıştır. Bu başlıklar şu şekildedir; ürüne göre tedarikçi seçimi, tedarikçi sayısına göre tedarikçi seçimi, tedarikçi seçiminin süreci ve tedarikçi değerlendirme ölçütleridir. Aşağıda belirtilen problem tiplerinin yanı sıra tekil ve düzenli tedarikler için tedarikçi seçim problemi gibi farklı türler ile problem çeşitleri arttırılabilmektedir.

2.1.1. Tedarikçi sayısına göre tedarikçi seçim problemleri

Awasthi vd. (2018) yapmış oldukları tedarikçi seçimi ile ilgili çalışmada tedarikçi seçimindeki problemleri, işletmenin tedarik ile ilgili kaynak sayılarına göre gruplandırma yapmışlardır. İşletmenin tedarikçi seçimindeki bu kaynaklandırması iki gruba ayrılmaktadır. Bu iki gruplandırmadan ilki tek kaynaklı tedarikçi problemi, ikincisi ise çok kaynaklı tedarikçi seçimi olarak ele alınmaktadır.

2.1.1.1. Tek kaynaklı tedarikçi seçim problemi

Tek kaynaklı tedarikçi seçim probleminde işletmeler daha önceden kendi firma yapısına uygun olarak belirlediği tedarik süresi, kalite, kapasite gibi kıstaslara göre ürün ihtiyacını tek bir tedarikçi tarafından sağlamaktadırlar (Karagöz, 2009).

İşletmenin tek kaynaklı tedarikçi ile çalışmasının bazı faydaları bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Leenders vd., 2006):

- ✓ Teslimatları daha kolay takip edilebilmesi,
- ✓ Tedarikçi ve tedarik takibinin daha kolay yapılması,

- ✓ Tedarikçiyle iletişimin kolay ve hızlı hale gelmesi,
- ✓ Kaynak israfının önlenmesi,
- ✓ Tedarik ve iletişim maliyetlerinin azalması,
- ✓ Fırsatçı davranış riskinin azaltılması.

Ancak işletmenin tek kaynaklı tedarikçi ile çalışmasının işletme için bazı riskler de taşımaktadır. Bu risklerden bazıları şunlardır (Costantino ve Pellegrino, 2016):

- ✓ Alıcı ve tedarikçi arasındaki büyük bağımlılık oluşması,
- ✓ Arz talebinin artmasıyla işletmenin tedarikçiye karşı artan savunmasızlığı,
- ✓ Özellikle ürüne özgü ürünler için tedarik kesintisi riskinin arması.

2.1.1.2. Çok kaynaklı tedarikçi seçim problemi

İşletmenin ürünün tedariklerini birden fazla tedarikçiden sağlaması durumudur. İşletmenin tedarik ihtiyacını tek kaynak yerine birden fazla kaynaktan yapması işletmenin tedarikçiler üzerinde çeşitli kontrol ve denetim mekanizmaları kurmasını zorunlu hale getirmektedir. Bunun da çeşitli avantaj ve dezavantajları vardır.

İşletmenin çok kaynaklı tedarikçi ile çalışmasının avantajları şu şekildedir (Costantino ve Pellegrino, 2016):

- ✓ Teslimatın durması halinde işletmenin alternatif malzeme kaynaklarının olması,
- ✓ Üst düzeye çıkmış talep karşısında, işletmenin taleplerini karşılamak için hali hazırda birden çok tedarikçisinin bulunması,
- ✓ Tedarikçiler arasında artan rekabet, daha iyi kalite, fiyat, teslimat, ürün yeniliği ve bu yüzden işletmenin pazarlık gücünün yüksek olması,
- ✓ Tedarikçinin kapasitesini tehlikeye atabilecek beklenmedik olaylara tepki vermek için daha fazla esnekliğe sahip olmasıdır.

Ancak işletmelerin çok kaynaklı tedarikçi seçimine sahip olmasının avantajlarının yanı sıra bu durumun bazı dezavantajları da vardır. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- ✓ Tedarikçinin alıcının gereksinimlerini karşılaması için daha az çaba sarf etmesi,
- ✓ Satın alma organizasyonu için daha yüksek maliyetler (daha fazla sayıda sipariş, telefon görüşmesi, kayıt vb.).

2.1.2. Ürün temelli tedarikçi seçim problemleri

İşletmelerin ürün bazlı olarak tedarikçi seçim işlemlerini yeni ürün, mevcut ürün ve ürün değişikliği olarak üç şekilde sınıflandırabiliriz (De Boer vd., 2001; Güner, 2005).

Yeni bir ürün: İşletme satışlarını ve pazar payını artırmak için yeni bir ürün üretmek için karar aldığı anda, bu ürünü üretmek için gerekli olan malları tedarik etmesi gerekmektedir. Bu tedariki yaparken ise işletme daha önce hiç tedarik yapmadığı tedarikçilerle çalışmak durumunda olacaktır. Tanımadığı tedarikçilerden ürün temin edeceği için işletmeler bu durumda zor durumda kalabilirler. Çünkü işletmelerin tedarikçilerini değerlendirebilecekleri çok fazla veri bulunmamaktadır.

Ürün Değişikliği: İşletme ürettiği ürünü veya ürettiği ürünün bir kısmını değiştirdiğinde ortaya bir belirsizlik durumu çıkabilir. Ancak piyasada değişime gittiği ürünün tedarikini sağlayacak hali hazırda firmalar bulunduğu için işletme açısından tedarikçiler hakkında değerlendirme yapabilecek durumu vardır.

Mevcut Ürün: İşletme ürettiği üründe değişiklik yapmamıştır, ancak işletme tedarikçileri açısından bir performans değerlendirmesi yapmak isteyebilir. Bu durumda işletme bünyesinde bulunan mevcut tedarikçi değerlendirme ölçütleri ile işletme tedarikçi değerlendirmesini yapabilir ve tedarikçisini değiştirip değiştirmeyeceğine karar verebilir.

2.2. Tedarikçi Seçim Ölçütleri

Tedarikçi seçim ve değerlendirme sürecinin en önemli aşaması kriterlerin satın alma yapacak işletme hedeflerine göre belirlenmesidir. Ölçütlerin, gereksinim ve işletme yapısı ile uyumaması maliyet ve zaman kaybına neden olurken tedarikçilerin doğru şekilde seçilememesi problemini doğurur.

1960'tan başlayarak tedarikçi ve ölçüt seçiminin katkısı tedarikçi seçim problemleri için değerli bir çalışma alanı (Tablo 2.1) olmuştur. Geleneksel tedarikçi seçim yöntemleri temel olarak finansal durumları baz almakla beraber son zamanlarda daha detaylı araştırmalar ile çok ölçütlü seçim süreçleri gündeme gelmiştir. Ha ve Krishnan tarafından tanımlanan ölçütler ilk olarak kompleks ve birbiri ile ilişkileri olan ölçütlerin değerlendirilmesi gereksinimini ortaya koymuştur (Bruno vd, 2009).

Tablo 2.1 *Tedarikçi seçim ölçütleri (Ha ve Krishnan, 2008)*

Ölçütler		
Satış Sonrası Servis	Coğrafi Konum	Ürün Görünümü
Geçmişte Yapılan	Etkilenme	Üretim Tesisi ve Kapasite
Ticaret Boyutu		
Davranış	JIT kabiliyeti	Kalite
Katalog Teknoloji	İşçi İlişkileri	Karşılıklı Anlaşmalar
İletişim Sistemi	Bakım	Saygınlık
Teslimat	Yönetim ve Organizasyon	Müşteri taleplerine Cevap
Kullanım Kolaylığı	Operasyonel Kontrol	Teknik Kabiliyet
E-ticaret Kabiliyeti	Paketleme Kabiliyeti	Teknik Destek
Çevre Dostu Ürün	Performans Geçmişi	Eğitim
Finansal Durum	Fiyat	Garanti ve Sözleşmeler

Konvansiyonel sistemde tedarikçi seçiminde tedarikçiler fiyat odaklı olarak daha çok teknik çıktı ölçütlerine, kalite, termin ve güvenilirlik üzerine odaklanmış ve bu tarz bir değerlendirilme sistemi geliştirilmiştir (Weber,1991).

De Boer tarafından 2001 yılında yapılmış ve birçok çalışmada kullanılmış olan ölçüt listesi hazırlanmıştır. Sonrasında başlayan akım doğrultusunda Ellbram tarafından gelecek üretim kapasiteleri, Choi tarafından sürekli üretim kabiliyeti gibi ölçütler gündeme gelmiştir. Ölçütlerin devamında firmaların yönetim anlayışı, stratejik davranışları, gelecek yatırımları, Ar-Ge faaliyetleri gibi yeni ölçütler değerlendirilmekte olsa da temel olarak ağırlıklı ölçütler üretim performansı üzerine etki eden ölçütlerden oluşmakta kalmıştır.

Tedarikçi seçim sürecindeki ilk adım tedarikçi değerlendirme ölçütlerini (Tablo 2.2) oluşturmaktır. Tedarikçi değerlendirme ölçütleri, bir tedarikçide ihtiyaç duyduğumuz tüm önemli öğeleri içerir ve bu ölçütler ölçülebilir olmalı ve şunları içermelidir (Güner, 2005):

- ✓ Tedarikçi özellikleri,
- ✓ Değer verdiğimiz önemli stratejik hizalama faktörleri,
- ✓ Uygulanabilir iş politikaları,
- ✓ Herhangi bir kısıtlama- yönetim yönergeleri, hükümet düzenlemeleri, halihazırda sözleşmeler ve diğer taahhütler.

Tablo 2.2. *De Boer tedarikçi seçim ölçütleri (Mendoza vd, 2008)*

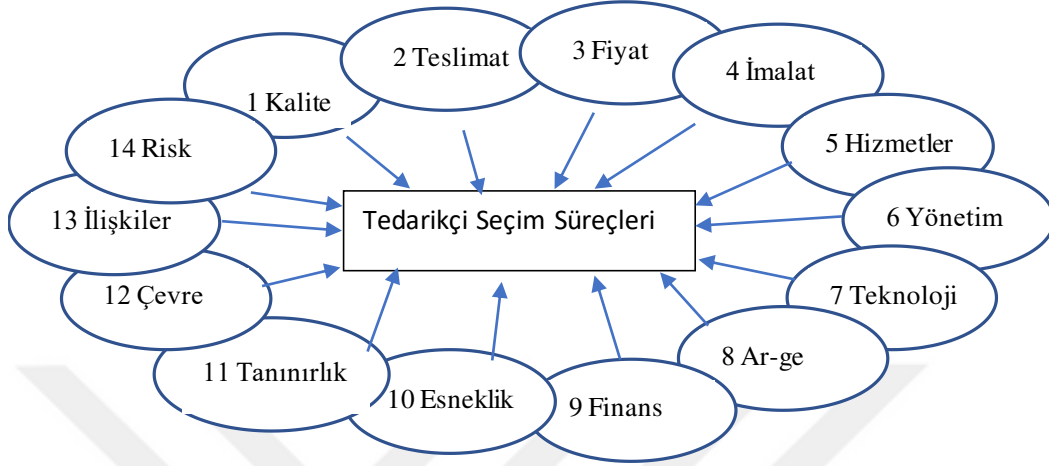
Sıra	Ölçüt
1	Net Satış Fiyatı
2	Teslimat
3	Kalite
4	Üretim Kabiliyetleri
5	Geografik Konum
6	Teknik Beceriler
7	Yönetim ve Organizasyon
8	Saygınlık
9	Finansal Durum
10	Performans Geçmişi
11	Servis Kabiliyeti
12	İlişkiler
13	Paketleme Kabiliyeti
14	Operasyonel Kontroller
15	Eğitim

Tedarikçi değerlendirme ve seçme ölçütleri ile ilgili yapılan kapsamı en geniş akademik çalışma Dickson tarafından 1966'da yapılmıştır. Ulusal Satın Alma Müdürleri Topluluğu tarafından Kanada ve ABD'de 273 satın alma yöneticisi ve departman çalışanına uygulanan bu ölçütlerin belirlenmesinde anket yönteminden faydalanılmıştır. Anket sonuçlarına göre önem sırasına göre ölçütler belirlenmiştir.

1966 yılında Dickson tarafından tedarikçi seçimi ile ilgili ölçütler belirlenerek detaylı bir çalışma yapılmıştır. 1966'da belirlenen bu ölçütlerin 21.yy'da üretici işletmelerce de tedarikçilerin seçiminde kullanıldığı bilinmektedir.

Tek seferlik yapılan makine vb. stratejik, yatırım alımlarında tedarikçi seçimi için kullanılan seçim süreci ölçütleri aşağıda belirtilmiştir. Yukarıda belirtilen ölçütlere ek olarak genel seçimler tek seferlik alımlar incelendiğinde aşağıda teknoloji, Ar-Ge, Esneklik gibi farklılıklar gözükmemektedir. Tek seferlik olarak yapılan yatırım tedarikinde en önemli olan konu tek seferde doğru tedarikçinin seçilmesi gereksinimidir. Düzenli alım yapılan tedarikçi seçimlerinde tedarikçi kaynaklı sıkıntılarda tedarikçiden vazgeçilmesi durumunda aşamalı olarak geçiş yapılabilirken (Şekil 2.1), yatırım tedariki

konusunda piyasaya ürün çıkamama, yok satma gibi durumlar oluşacağından dolayı tedarikçi seçimi önem arz etmektedir.



Şekil 2.1. Tedarikçi seçim sürecine etki eden bazı ölçütler (Krishnendu,2014)

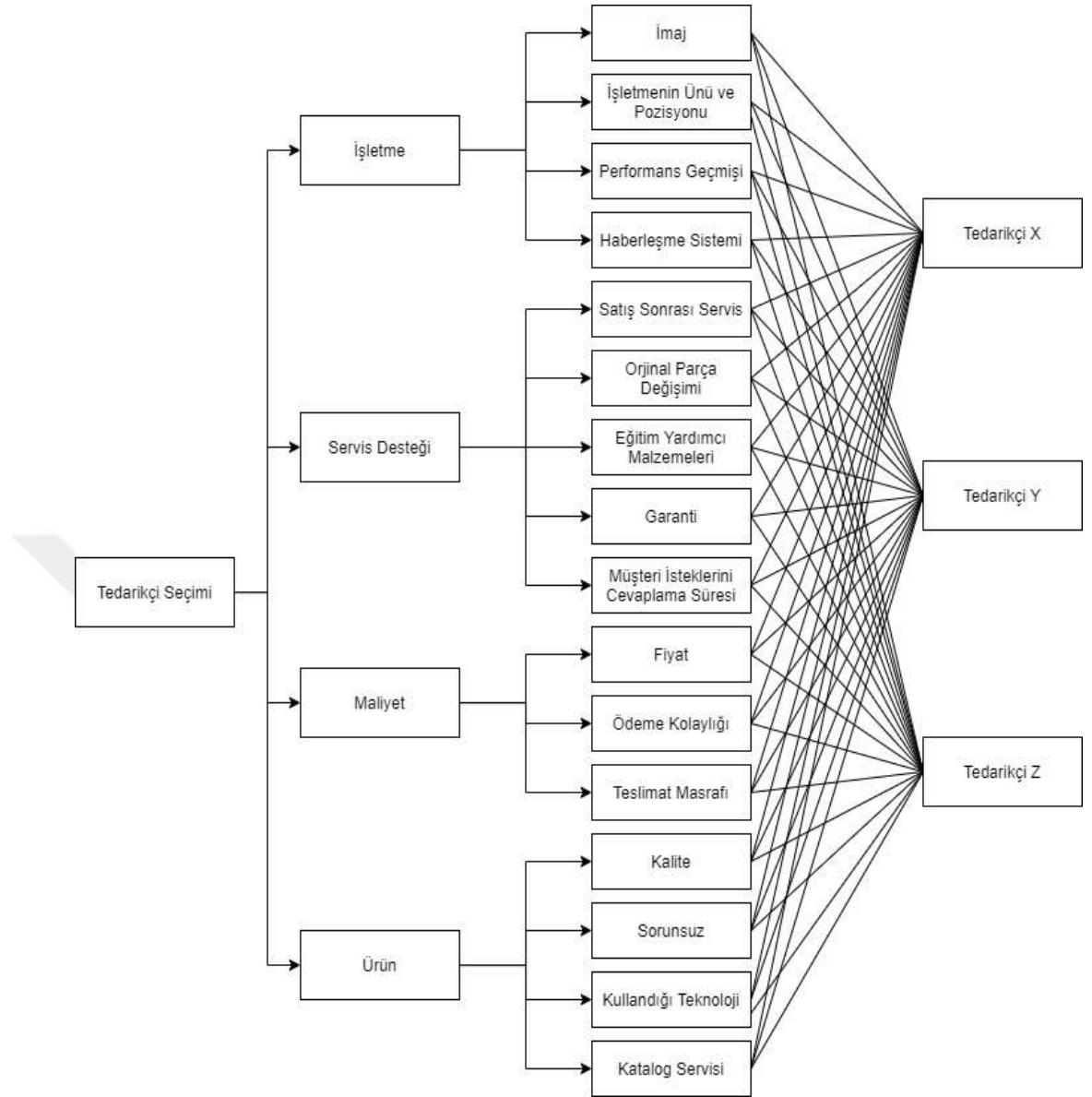
Yukarıdaki bilgilerden görüleceği üzere kantitatif ve kalitatif ölçütlerin bir arada kullanılması durumu söz konusu olmaktadır. Özellikle de stratejik kararlar alınırken her ne kadar kantitatif ölçütlere ağırlık vermeye çalışılsa da kalitatif ölçütlerin değerlendirilmeye alınması ihtiyacı ve satın alma sürecindeki tüm sürecin değerlendirilmesi gereksinimi bu ölçütlerin beraber olarak değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır, ancak hangi ölçütün daha baskın olduğu problem özelinde değerlendirilmelidir.

Tedarikçi seçimi sürecinde ölçütlerin birbiri ile etkileşimi mevcut ve kaçınılmazdır. Ölçütlerin etkileşimleri ve aralarındaki korelasyon incelenmelidir. Bazı ölçütler için ölçütler arasındaki etkileşim gösterilmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Ölçütlerin birbirleri ile ilişkileri

Ölçütler Dickson (1966) çalışmasındaki gibi doğruluğu kabul edilmiş olan ölçütler arasından seçilebileceği gibi problem özelinde de ölçütlerin oluşumu sağlanabilir. Bu duruma örnek olarak Son zamanlarda yapılmış olan bir makine seçim çalışması için ölçüt seçimi aşağıda örneklenmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Bir makine temini için yapılan çalışma ölçütleri (Nalbantçılar, 2012)

Bu durum problemin özelliği ve istenen sonucu ile alakalıdır. Tedarikçi seçim çalışmalarının dönemsel satın alma ve belirli vadeli iş birlikleri için olduğu bu ölçütlerinin birbirini ile benzer olduğu ile günümüz şartlarında yeşil ölçüt olarak adlandırılan ölçütün ağırlığının arttığını görmekteyiz. Diğer bir yandan aynı tablolarda yapılan tedarikçi seçimlerinde Dickson (1966) ve diğer çalışmalarının belirttiği maliyet, temin, kalite gibi ölçütlerin genel kabulünün olduğunu gözükmele birlikte ölçütlerin daha problem özelinde ölçütlere sahip olduğunu ve sadece bu ekipmanın temini için odaklanılmış olduğunu başka bir ekipman için farklı ölçütlerin ve çalışmanın baştan yapılması

gerektiğini göstermektedir. Ölçütlerin daha spesifik ve başka problem özelinde kullanılamaması durumu 2019 yapılmış olan (Ek-2) tekstil sektörü için tedarikçi seçimi çalışmasında görülebilir. Bu çalışmalarda ölçütlerin doğru olarak değerlendirilmesi ve seçimi problemin sonucu değiştirebileceği için önem oranı daha da artmaktadır. Literatür incelemesi yapılarak son yıllarda tedarikçi seçimi üzerine yapılan çalışmalar uygulama, yıl ve seçilen ölçütler yönünde değerlendirilmiş (Ek-3) ve bu araştırma sırasında Bulanık AHP- Bulanık MARCOS yöntemi ile yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle bu çalışma yenilikçi yanı AHP ve MARCOS yöntemlerinin hibrit olarak bulanık yapıda kullanılmasıdır.

2.3. Tedarikçi Değerlendirme Yöntemleri

Tedarikçi seçme yöntemleri çeşitli olup bu yöntemler arasında çok ölçütlü karar verme yöntemleri, yapay zekâ modelleri, istatistiksel modeller, matematiksel programlama modelleri ve maliyet tabanlı modeller olmak üzere 5 ana grupta sınıflandırılmaktadır (Ofloğlu ve Miran, 2014).

Degraeve vd. (2000) ise çalışmasında tedarikçi seçim modellerini bir ürünün ve birden fazla ürünün tedariki şeklinde iki sınıfta toplamaktadır. Tedarikçi seçim problemin çözümünde kullanılan teknik dikkate alınarak yapılan diğer sınıflandırmaya göre tedarikçi seçiminde uygulanan modeller (Göztepe, 2010);

- ✓ Yapay zekâ ve uzman sistemler,
- ✓ ÇÖKV yöntemleri,
- ✓ Matematiksel programlamalar,
- ✓ Çok değişkenli istatistiksel analiz, Olmak üzere dört grupta toplanmıştır.

2.3.1. Matematiksel programlama

Bu modeller çoğunluk ile birçok tedarikçinin bulunduğu şartlar altında, hangi tedarikçiler ile çalışılacağını belirlemede ve atanacak sipariş adedinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu modelleme kullanılarak karar alanlar ile oluşturulan kısıtlar baz alınarak hedeflere ulaşılmasındaki sonuçlara götüren yöntemler seçilir (Güner, 2005).

Matematiksel modeller, karar problemini çözen karar vericiye, matematiksel amaç fonksiyonu olarak tanımlama imkânı verir. Tedarikçi seçmek için oluşturulan amaç fonksiyonunda satın alım faaliyetlerinde işletme tarafından sağlanacak değer in maksimizasyonu veya toplam satın alma maliyetinin minimize edilmesi ile elde edilecek

şekilde oluşturulur. Seçim işleminde kullanılmak üzere oluşturulan ölçütler için tanımlanan minimum gereklilik değerleri de kısıtlayıcıları oluşturur. Matematiksel programlama modellerine, hedef programlama, veri zarflama analizi, taşıma modelleri, doğrusal modeller ve doğrusal olmayanları örnek verilebilir (De Boer vd. 2001).

2.3.2. Uzman sistem ve yapay zekâ modelleri

Yapay zekâ, geçmişten gelen bilgileri kullanarak deneme yapılabilen bilgisayar tabanlı modeller olarak tanımlanır. Yöntemin dezavantajı daha önce sistemde tanımlanmayan tedarikçilere ulaşamamasıdır. Tedarikçi seçimi için kullanılan yapay zekâ teknolojileri, uzman sistemleri ve sinir ağlarını içerir. Akıllı yazılım ajanları olarak adlandırılan internet tabanlı teknolojiler; çoğunluk ile ürünlerin tedarikini otomatikleştirmek için kullanım sağlar (Şen, 2007).

Wei vd. (1997)'ye göre yöntem olarak yapay sinir ağları, geleneksel yöntemlere karşılaştırıldığında daha fazla zaman ve para tasarrufu sağlayan karar destek sistemidir, geleneksel yöntemlere göre karmaşıklık ve belirsizlik söz konusu olduğunda iyi sonuçlara varılmaktadır. Sistemin zayıflıkları arasında ise yazılım gerekliliği ile kalifiye eleman ihtiyacı bulunmaktadır (Geçer, 2010).

2.3.3. Maliyete dayalı yaklaşımlar

Maliyet tabanlı modellerde tedarikçi seçimi uygulamalarında karşılaştırmalarda maliyet esaslı karşılaştırmalar dikkate alınmalıdır. Tedarikçi seçiminde karar aşaması, ölçütlere ait her bir maliyetin toplam maliyetteki yüzdelik oranı incelenerek belirlenir (Türkoğlu, 2016).

Maliyete dayalı yaklaşımlar, doğrusal ağırlıklandırma modellerine benzerler. Doğrusal ağırlıklandırma modelinde tedarikçilere ait toplam puan değerler birtakım koşullara dayalı olarak hesaplanır. Maliyet ağırlıklı modellerde ise belirlenmiş olan birim maliyetler dâhilinde puanlar hesaplamaya dâhil edilir. İki model arasındaki temel fark incelenen değerdir. Maliyet ağırlıklı modellerin amacı ağırlık modellerini içeren öznelliği gidermek, ölçülebilir maliyet değerlerine göre karar vermektir (Altınöz, 2001).

Sahip olmanın toplam maliyeti ve maliyet oranlama tekniklerinde tedarikçiler nesnel bir şekilde değerlendirilmektedir. Sahip olmanın toplam maliyeti yöntemi ile tedarikçileri değerlendirmenin işletmeye sağlayacağı faydalar şu şekilde sıralanabilir (Kağnıcıoğlu, 2007):

- ✓ Tutarlı bir tedarikçi değerlendirme ve seçim aracıdır,
- ✓ Tedarikçi performans beklentilerini hem işletme hem de tedarikçi için açıklayarak tanımlar,
- ✓ Tedarikçiler arasında rekabeti arttırarak tedarikçi performanslarının karşılaştırılmasının önemini arttırır,
- ✓ Tedarikçiye performansının faydalı olacağı alanlarda öncelik vererek bu alanlara odaklanır ve maliyet tasarrufu sağlar,
- ✓ Alıcı işletmenin tedarikçi performansı konularını ve maliyet yapısını anlamasını sağlar,
- ✓ Alıcı işletmeye tedarikçi performansı ve maliyet yapısı konularında bilgi sunarak uzlaşmalarında yardımcı olur,
- ✓ Başlangıçtaki yüksek fiyatların, uzun dönemde düşük maliyet yüksek kalite sağlayacağını gösterir,
- ✓ Fiyattan daha çok toplam maliyeti önemseyerek, uzun dönemli satın alma uyumu sağlar.

2.3.4. İstatiksel yaklaşımlar

Tedarikçi seçiminde, stokastik belirsizliklerin değerlendirilmesinde istatistiksel modeller kullanılırlar. Sipariş süreleri, teslimat ve talep miktarlarında olan belirsizlikler tedarikçi secimi kararlarında göz önüne alınmalıdır (Bayrakcıl, 2007).

İstatistik model sayesinde, birçok tedarikçinin değerlendirilmesi gerekli olan durumlarda; karar vericilere, ön analiz yapmakta ve böyle tedarikçileri sınıflandırma imkânı vermektedir. Bu özelliği sayesinde tedarikçileri değerlendirme faaliyetlerinin daha hızlı yayılmasını sağlamaktadır (Özdemir, 2007).

2.3.5. Çok ölçütlü karar verme yaklaşımları

ÇÖKV, birbirleriyle çatışan çok sayıda amacı barındıran karar durumları ile ilgili çalışmaları kapsar. Yaşadığımız gerçek dünyada tüm amaçlar için ideal bir alternatif çözüm mevcut değildir. Bu nedenden ötürü; ÇÖKV problemlerinin en önemli amacı iyi bir uzlaşmacı çözüm bulmaktır (Çakın, 2013).

ÇÖKV modelleri; sınırlı sayıdaki alternatif kümesini çoklu ölçütler baz alınarak değerlendirme özelliğine sahiptir. Bu problemlerin başlıca görevi, izin verilen ölçeklerde alternatiflerinin genel tercih değerlerini ölçmeyi sağlamaktır. Özellikle, öncelik olarak alternatiflerin her ölçüt bazında değerlendirmesi yapılarak; her alternatif için ölçüt

öncelik puanları hesaplanması sağlanır. Sonrasında bu puanlar genel tercih değerlendirmesinde birleştirilerek her bir alternatif için genel tercih değerlendirme puanları elde edilir (Choo, vd., 1999).

ÇÖKV problemlerinde verilecek kararın etkisinin anlaşılması ve analizin yapılması için potansiyel sonuçlara ait rasyonel sonuçların ve ölçülebilecek türde bilginin önemi büyüktür. (Paksoy, 2017).

ÇÖKV; seçme, sınıflama ve sıralama olarak üç ana başlık olarak ele alınmaktadır. Seçme işleminde, karşılaştırmanın güç olduğu veya fazla alternatifin bulunduğu kümeler arasından en iyisinin seçilmesi hedeflenmektedir. Sınıflama kısmında, birbirine benzeyen özelliklere sahip olan alternatifler belli ölçütlere göre toplanarak sınıflandırılma yapılmaktadır (Tablo 2.3). Sıralama ise, iyiden kötüye göre alternatiflerin ölçülebilir duruma getirilmesidir (Karabıçak vd., 2016).

Tablo 2.3. Bazı çok ölçütlü karar verme teknikleri ve gruplaması (Yıldırım F., Öner E., 2014)

Seçim Problemleri	Sınıflama Problemleri	Sıralama Problemleri
AHP	AHP	AHPSort
ANP	ANP	UTADIS
MAUT/UTA	MAUT/UTA	FLOWSORT
MACBETH	MACBETH	ELECTRE-III
PROMETHEE	PROMETHEE	TOPSIS
ELECTRE-I	ELECTRE-III	HEDEF PROGRAMLAMA

Bir problem üzerinde bir veya daha fazla yöntemin uygulanması veya yeni yöntemler ya da ampirik sistemler ile kullanılması da söz konusudur. Bu yöntemin seçiminde karar verici sayısı, kararın önemi, elde bulunan veri seti, problemin değer zincirindeki yeri, yaratılacak olan değer, bulunan ortam (belirlilik, belirsizlik vb.) kişilerin yöntem üzerindeki hakimiyeti kavramlara göre en uygun yöntem seçimi yapılarak değerlendirme yapılabilir.

Çok ölçütlü karar verme problemleri; AHS, AAS, ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE yöntemleridir (Ömürbek ve Kınay, 2013).

Tedarikçi seçimlerinde AHP oldukça sıklık ile kullanılmaktadır. ÇÖKV sürecinde seçenekler arasından seçim yapabilmeyi sağlayan yöntemlerden biri olan AHP yöntemi Saaty tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem, bir problemi amaç, ölçütler varsa bu ölçütlerin alt ölçütleri ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik yapıda düzenleyebilmeyi sağlayarak en uygun çözüme ulaşabilmeyi hedeflemektedir (Küçükönder, vd., 2013).

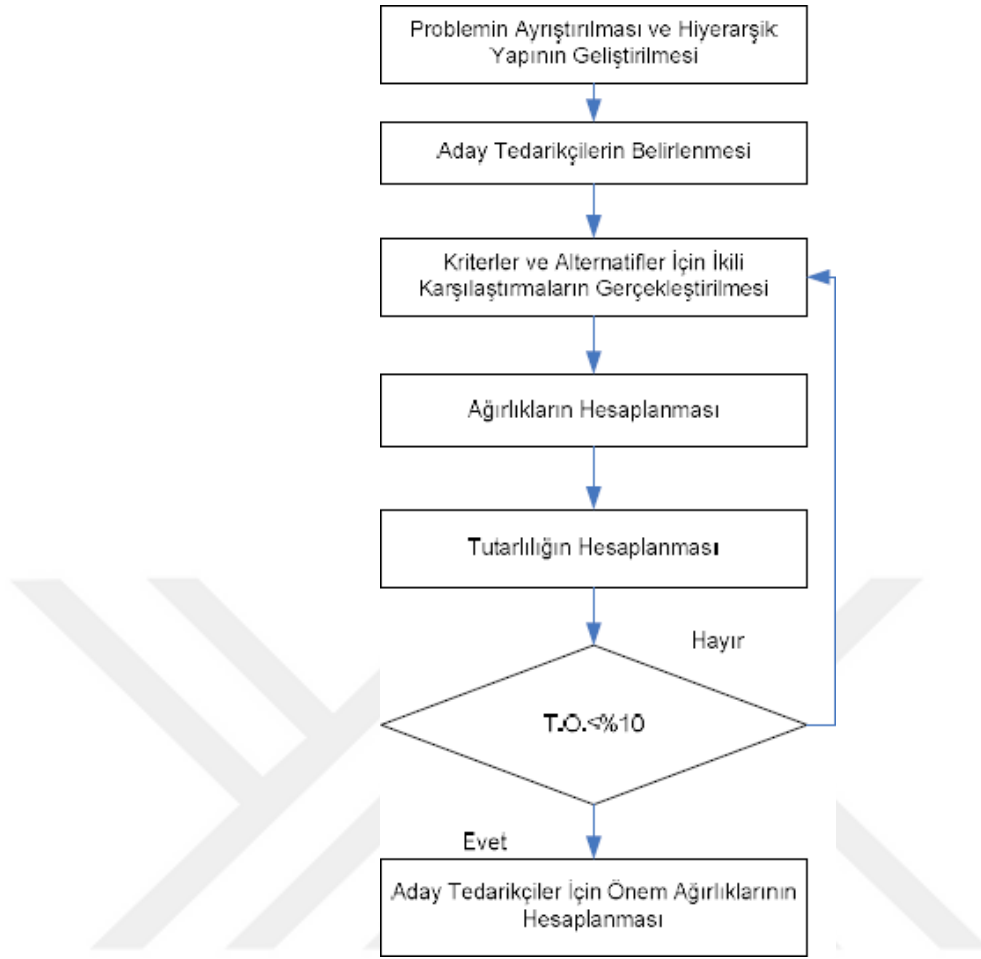
ÇÖKV yöntemlerinden Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen TOPSIS yöntemi İdeal Noktalarda Çok Boyutlu Ağırlıklandırma anlamına gelmektedir. TOPSIS yöntemi ile bir çözüm belirlenir ve ideal çözümün en kısa mesafesinin yanı sıra negatif ideal çözümünde en uzun mesafesi belirlenmektedir. TOPSIS, negatif çözüme en uzak olan yani diğer alternatiflere göre en fazla uzaklığı bulunan ve ideal çözüme uzaklığı en az olan alternatifin temsil ettiği noktadır. İdeal çözüm, tüm ölçütlerin bir araya getirilerek toplandığında ideal seviyelerin bir araya getirilmesidir (Shyur ve Shih, 2006).

Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) yöntemi, karmaşık olan yapıların çok ölçütlü olarak optimizasyonunun yapılabilmesi için geliştirilmiş bir yöntemdir. Farklı niteliklere bağlı olarak seçilmiş olan alternatifler içerisinde sıralama yaparak seçim yapmak üzerine kurulu olmaktadır (Opricovic ve Tzeng, 2004).

2.4. Tedarikçi Seçim Aşamaları

Tedarikçi seçim aşamaları problemin ayrıştırılması ve hiyerarşik yapının geliştirilmesi, aday tedarikçilerin belirlenmesi, ölçüt ve alternatifler için ikili karşılaştırmaların gerçekleştirilmesi, ağırlık ve tutarlılıkların hesaplanmasından sonra Tutarlılık Oranı %10'un altında ise aday tedarikçiler için önem ağırlıkları hesaplanabilir.

Özdemir (2010)'e göre tedarikçi seçiminin ilk aşamasında “Problemin Ayrıştırılması ve Hiyerarşik Yapının Geliştirilmesi” bulunmaktadır. Bu aşamadan sonra “Aday Tedarikçilerin Belirlenmesine geçilmektedir. Aday tedarikçiler belirlendikten sonra “Ölçüt ve Alternatifler için İkili Karşılaştırmaların Gerçekleştirilmesi” aşaması bulunmaktadır. 4. Aşamada ağırlıklar hesaplanmakta ve 5. Aşamada ise tutarlılıklar hesaplanmaktadır. Eğer tutarlılıklar tutarlılık oranının %10'undan küçükse Aday Tedarikçiler İçin Önem Ağırlıkları hesaplanabilir. Eğer %10'dan büyükse ölçüt ve alternatifler için ikili karşılaştırmalara tekrar geçmek gerekmektedir. Bu aşamalar şekil 2.4' de görsel olarak gösterilmiştir:



Şekil 2.4. Tedarikçi seçim aşamaları (Özdemir, 2010)

Weber (1991) tarafından yapılan tedarikçi seçim süreci spesifik ölçütlerin oluşturulması, satın alma işleminin olduğu çevre, kullanılan karar yöntemi üzerinden gelişmiş olup günümüz şartlarında ideal satın alma yapısının oluşturulması için yeterli olmamaktadır

Yapılan tüm çalışmalar farklı aşama adımları ile doğru tedarikçiyi seçmek üzerine odaklanmıştır. De Boer' in 2001 yılında yapmış olduğu çalışmasında bu süreç beş aşamada (Şekil 2.5) gösterilmiştir. Bunlar aşağıda sıralanmıştır (De Boer vd., 2001):

- ✓ Tedarik amacının belirlenmesi,
- ✓ Karar ölçütlerinin seçimi,
- ✓ Potansiyel tedarik kaynaklarının ön seçimi,
- ✓ Nihai kararın verilmesi.



Şekil 2.5. De Boer'in Tedarikçi Seçim Süreç Tablosu (De Boer vd., 2001)

Diğer bir tedarikçi seçim süreci ise Mendoza (2007) tarafından tanımlanmış ve bu süreç yedi aşamadan oluşmaktadır.

- ✓ Tedarik Seçim İhtiyacının Kabul Edilmesi
- ✓ Anahtar Satın Alma İhtiyaçlarını ve Ölçütlerini Tanımlama
- ✓ Satın Alma Stratejisini Belirleme
- ✓ Potansiyel Tedarik Kaynaklarını Belirleme
- ✓ Tedarikçi Havuzundaki Tedarikçileri Sınıflama
- ✓ Nihai Seçim için Yönteminin Belirlenmesi
- ✓ Tedarikçilerin Seçilmesi ve Anlaşmaya Varılması

Mendoza (2007)'ya göre ise tedarikçi seçim süreci 7 adımdan meydana gelmektedir. Öncelikli olan Tedarik ihtiyacının belirlenmesi gerekmektedir. Bu durum genel olarak kapasite artırımı, kalite kaynaklı tedarikçi ihtiyacı, maliyet kaynaklı tedarikçi ihtiyacı, termin kaynaklı tedarikçi ihtiyacı veya yeni ürün piyasa sürme yatırımı kaynaklı tedarikçi ihtiyaçlarıdır. Uygun sınıf içerisinde tedarikçilerden seçim yapmak için çok yönlü bir çalışma yapılarak doğru seçilen ölçütler arasından ölçütler, yapı ve ihtiyaca göre uygun görülen seçim yönteminin belirlenmesi ile seçilen tedarikçi ile anlaşma sürecine gidilir.

Ülkemizde anlaşma sürecinde dikkat edilmesi gereken bir nokta anlaşmanın noter tasdiki ile damga pulu vergisinin ödenmesi gerekmektedir. Anlaşmada karşılaşılabilecek herhangi bir uyumsuzluk için hangi mahkemenin başvurulacağı konusunda bir madde eklenmeli ve iki taraf tarafından anlaşma taslağı karşılıklı değerlendirilerek mutabakata varılmalıdır.

2.5. Tedarikçi Seçiminde Satın Alma

Satın alma firma için ihtiyaç olduğu belirlenen bir mal veya hizmetin firmanın isterilerinin tanımlanarak belirtilen bütçe içerisinde firmanın hedef ve politikalarına uygun olarak istenilen zaman doğrultusunda temin işlemidir. Satın alma sürecini yöneten kişi satın almacı, satın alma uzmanı olarak adlandırılmaktadır. Satın alma departmanının temel görevi yukarıdaki tanımdan anlaşılacağı üzere ihtiyacın doğru şekilde, doğru tedarikçiden temin edilme sürecinin sağlanmasıdır. Bu departmanın bazı görevleri maddeler halinde belirtilmiştir.

- ✓ Talep edilen mal veya hizmeti en uygun maliyetle temin etmek,
- ✓ Sürecin hızlı ve doğru olarak yönetilmesi,
- ✓ Gereksiz ihtiyaçların teminin önüne geçilmesi,
- ✓ En uygun tedarikçinin seçiminin yapılması,
- ✓ İç müşteriler ile tedarikçi firmalar arasında iletişimin sağlanması,
- ✓ Potansiyel yeni tedarikçilerin bulunması,
- ✓ Mevcut tedarikçiler ile ilişkilerin yürütülmesi ve denetim,
- ✓ Sözleşme yönetimi.

Satın alma sorumlusu tedarikçi karar verme süreci boyunca tüm potansiyel tedarikçiler ile temas halinde olduğundan dolayı tedarikçi ile temsil ettiği firma arasındaki ilişkinin konumlandırılmasında önem arz etmektedir. Bu ilişkinin oluşturulmasında dört temel yol söz konusudur.

Ters etki ilişkisi kaybet-kaybet durumu olarak ta değerlendirilebilmektedir. Bu ilişkide tedarikçi firma ile tedarikçi seçimini yapan firmanın tutumu sadece kendileri için en ideal çözüme sahip olmak olduğundan her bir tarafın diğer tarafın yükleneceği zorlukları göz ardı etmekte olmakla birlikte sürecin sürdürülebilir tedarikçi ihtiyacı için kabul edilmeyen bir seçenektir. Bu seçenekte bir uzlaşma sağlanması ihtimali düşük olduğundan dolayı herhangi bir sözleşme olmamaktadır.

Rekabetçi ilişkisi temelinde kazan-kaybet ilişkisidir. Bu noktada tedarikçi firma ile temini yapan firma kendi hedefleri doğrultusunda en ideal durumu elde etmeye çalışmaktadır. Bu noktada pazarlık sırasında üstünlüğü sağlayan firmanın çıkarlarını koruyacak şekilde bir uzlaşma sağlanmaktadır. Bu durum sürdürülebilirlik açısından ve uzun vadeli çalışma durumları açısından uygun olan bir strateji değildir. Tedarikçi firma ile olan ilişkiler çok kolay hasar görebilecek şekilde yapılanmaktadır.

İş birliği ilişkisi firmaların karşılıklı olarak uzun vadeli birliktelik isteği üzerine kurulmuş olan kazan-kazan ilişkisidir. İki tarafında kazanç sağladığı bir ilişki olduğundan dolayı diğer iki duruma göre daha güçlü bir ilişki sağlanmakta ve iki taraf için en ideal fayda hedeflenmektedir.

Birlikte çalışma ilişkisi durumu kazan-kazan durumunun farklı bir şeklidir. Bu ilişkide her iki tarafın hedef ve çıkarlarının durumunda yüksek değere sahip ürün, makine, ekipman vb. sunmak için kurulmuş olan ilişkiler olmakla beraber stratejilerin birlikte ortaya konduğu, firmaların bilgilerinin birbiri ile paylaştığı ve açık inovasyonun söz konusu olduğu durumlardır. Bu ilişkilerde her bir taraf diğer tarafın çıkarını korumaktadır.

Tedarikçi firma ile gerekli olan iletişim kanalının ve iş birliğinin seçilmesi iki firmanın ilkeleri ve politikaları kapsamında değişmektedir. Mümkün olan en kazançlı yöntemin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca tedarikçilerin aranması da satın alma tarafından yapılan önemli bir çalışmadır. Öncelikle mümkün oldukça çok alternatif tedarikçiye ulaşılmalı ve bu tedarikçilerin ön değerlendirilmesi yapılarak rafine bir havuz oluşturulmalıdır. Bu havuzun oluşturulması sırasında tedarikçi firmada aranan özelliklerin belirlenmesi önem arz etmektedir. Firmaların kendi yapılarına uygun olan tedarikçileri bulması ve ilişkilerini güçlendirmesi ticari olarak önemli bir durumdur.

Tedarikçilerin sahip olması gereken özelliklerin belirlenmesi hem firmaların kendi ilkeleri kapsamında belirlenmişken hem de yapılan birçok tedarikçi ilişkisi çalışması vardır. Bu çalışmalardan biri olan ve genel kabule sahip olan Ishikawa (1997) aşağıdaki gibi maddelemiştir,

- ✓ Tedarikçi, müşterisinin misyon ve politikalarına hâkim olmalı ve sürekli olarak iletişimde kalmalıdır.

- ✓ Tedarikçinin bulunduğu piyasada saygınlığı olan bir konuma ve tutarlı yönetim anlayışına sahip olmalıdır.
- ✓ Tedarikçi yeni teknolojileri ve değişimleri yakından takip etmelidir. Bu teknolojileri uygulayarak standartlarını yükseltmelidir.
- ✓ Tedarikçi müşteri isterlerini karşılamalı ve istenilen ekipmanları temin edebilmelidir.
- ✓ Talep edilen üretim miktarını karşılayabilecek durumda olmalıdır.
- ✓ Toplum çıkarlarını gözeterek hareket etmeli ve firmaların ticari sırlarını saklayabilmelidir.
- ✓ Rekabetçi fiyat anlayışına sahip olmalı ve sözleşme şartlarına uygun davranmalıdır.
- ✓ Ulaşılabilir olmalıdır.

Bu duruma yüksek OEE (Genel Ekipman Etkinliği) ile hizmet sağlayarak maliyet avantajı sağlamak veya yüksek OEE sağlayacak ekipmanlar üretmek ve servis etmek olabilir. OEE temelinde kullanılabilirlik, performans ve kalite olmak üzere üç ana ölçütün değerlendirilmesinden oluşmaktadır.

Kullanılabilirlik durumu temin edilen ekipmanın operasyonel olması durumudur. Planlı olarak yapılacak üretimlerde arıza ve başka nedenlerden dolayı cevap verememe durumunu minimize etmeyi hedeflemektedir. Bu durumun ekipman arıza sayısı ve süresi gibi durumları minimize ederek çalışmayı hedeflemektedir.

Performans ekipmanının tasarımını fiiliyat ile kıyaslayan bir durumdur. Yapılmış olan yatırımın geri dönüşünün hesaplanması ve bu durumun kabul edilir olması kadar teorik hesapların fiiliyat ile uyuşması da önemlidir. Bu durum için planlı yapılan üretimin teorik hesaba uygunluğu kıyaslanmaktadır.

Kalite ise üretimin kalitesi olarak değerlendirilmektedir. Yapılmakta olan üretimden çıkan ıskarta veya gereken tamirat oranlarının minimum olmasını amaçlamaktadır. Toplam ekipman etkinliğinin (OEE) hesaplanması için formül 2.1 kullanılabilir.

$$\text{OEE: Kullanılabilirlik yüzdesi} \times \text{Performans yüzdesi} \times \text{Kalite yüzdesi} \quad (2.1)$$

Tedarikçilerin sözleşme şartlarına uyması bir yükümlülüktür. Aynı zamanda doğru teklifi vermelerini sağlamak için tedarikçiye şartname ile ulaşmak süreci iyileştiren bir çözümdür.

Tedarikçinin seçimi günümüzün rekabetçi piyasa şartlarında en kritik işlerden biri olmaktadır. Yanlış tedarikçi seçimi satın almayı yapan firma için büyük mali ve operasyonel zararlara neden olması kaçınılmaz bir durumdur (Degraeve ve Roodhooft, 1999).

Artan rekabet, daralan pazarlar, gelişen iletişim yöntemleri, piyasalardaki artmakta olan oyuncu sayısı gibi durumlardan dolayı her geçen gün tedarik kararlarının verilmesi için yeni ölçütler ve alternatifler oluşmakta bu durum kararların alınmasının zorlaşmasını sağladığı kadar önemini arttırmaktadır.



3. KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Bu bölümde karar vericiler, karar verme yetkileri, karar verme ve karar verme yöntemlerinden bahsedilecektir.

3.1. Karar Verici, Karar Seviyeleri ve Ölçüt Belirlenmesi

Karar verme bir iş ve süreçtir. Karar vermenin en önemli parçası da karar vericidir. Doğru karar vericinin veya vericilerin bir araya gelmesi ve doğru karar mekanizmasını seçmesi önem arz etmektedir. Karar mekanizmaları rasyonel kararlar ve sezgisel (içgüdülere dayalı) kararlar olarak ayrılmaktadır. Sezgisel kararlar kişi bilinçaltı, deneyim, beklentilerine bağlı olmakla beraber tamamen bilinç dışı yetilere dayanmaktadır.

Kişi sezgisel karar vermede genellikle kısa yolu tercih etmekte, daha az veri araştırma ile çalışmakta, geçmiş olayların tesiri altında çalışarak sonuca ulaşmakta ve ideal çözüme yakınlığı kıyaslanamamaktadır.

Rasyonel karar verme sürecinde ise durumun stratejik analizi ile uygun stratejinin ve yöntemin karar verilmesi ile karar verme tekniklerine dayalı olarak önceliklere karar veren, ölçüt seçimini yapan potansiyel çözümleri bulan ve sonuçları değerlendirerek en ideal çözüme en yakın sonuca ulaşmaya çalışan sistematik bir sistemdir. Kişi bazlı sisteme göre daha uzun süren bir süreç olmasına karşın nitelik belirten kavramları analitik şekilde değerlendirebilen sistemdir.

Karar verme konusundan önce karar vericiye değinmek gerekmektedir. Karar veren kişiye karar verici denmektedir. Karar verici bir kişi olabileceği gibi bir grupta olabilir. Bu noktada kararlar kişisel kararlar veya grup kararları olarak da ayrılabilir. Akademik çalışmalarda kişi ve grup kararlarının mukayese edilmesi oldukça yaygındır. Kişisel kararlar tamamen tek kişinin çalışma, bilgi ve deneyimine dayanmakta olmakla birlikte kısıtlı veri kümeleri ile çalışılmaktadır. Grup kararlarında ise katılımcıların çokluğu daha veri sağlayabilmekte, konular farklı deneyimlere sahip kişiler sayesinde daha geniş açıdan yorumlanabilmekte ve demokratik sistemlerdir. Diğer bir yandan sürecin daha uzun sürmesi, tartışmalara açık olması dezavantajdır (Ülgen ve Mirze, 2013).

Grup karar verme teknikleri:

- ✓ Beyin Fırtınası,
- ✓ Gordon Tekniği,
- ✓ Delphi Tekniği,
- ✓ Nominal Grup Teknik'idir.

Beyin fırtınası tekniği 1953 yılında literatüre girmiştir. İlk olarak Yaratıcı Düşünce adlı kitapta bahsi geçmiş olan teknik temel olarak tüm bireylerin fikirlerini beyan etmesine dayamaktadır. Bu teknikte gruptaki her bir üyenin düşünce ve görüşleri herhangi bir baskı veya zorlama altında kalmadan ortaya konur. Böylece olabildiğince çok fikir üretilmesi amaçlanmaktadır. Katılımcı sayısının dört ile on iki arasında ve bu kişilerin hiyerarşik seviyeleri arasında çok farklar olmaması gerekmektedir, ayrıca bu teknik diğer teknikler gibi alanında deneyime sahip uzmanlardan oluşması istenmektedir. Sonuç olarak çözümler bu tüm yaratıcı fikir önerileri arasından seçilir.

Gordon tekniği beyin fırtınası tekniğinin başka bir şekli olup teknik problemler için tercih edilmektedir. Bu teknikte problem için bir araya gelen uzmanlara sorun ile ilgili olarak herhangi bir açıklama yapılmamakta ve bu durum beyin fırtınası tekniği ile arasındaki farktır. Anahtar sözcükler ile tartışma yaratılarak sonuca ulaşılmaktadır. Bu teknik için tekniği bilen ve konuları yönlendirebilecek bir yöneticinin çalışmanın başında olması önem arz etmektedir.

Delphi tekniği genellikle teknoloji ve gelecek tahminleri konusunda kullanılmaktadır. Bu teknikte konu belirlenerek bir koordinatör yardımı ile konu uzmanları seçilir ve sonrasında uzmanlara yazılı olarak mail vb. olarak konu ve problem bildirimi yapılır. Uzman kendi düşünce, öngörü ve temennilerini paylaşır. Bu geri dönüşler koordinatör tarafından birleştirilerek düzenlenir ve uzmanlarla paylaşılır. Sonrasında uzmanlar ikinci fikirlerini paylaşırlar. Bu teknikte uzmanların birbiri hakkında bilgisi olmasına veya bir araya gelmesine gerek yoktur. Maliyet olarak diğer yöntemlere göre daha uygun olsa da yazılı olarak iletişim ve geri dönüş süreleri nedeni ile diğer tekniklere kıyasla daha uzun bir karar süreci olduğu kabul edilmektedir.

Nominal grup tekniği sınırlı süre içerisinde karar vermek için kullanılan en yaygın yöntemdir. Bu yöntemi diğer tekniklerden ayırtıran en önemli fark katılımcıların ortak olarak yüz yüze beraber fikir ve görüş alışverişi yapmasıdır. Bunun sonucunda bilinçli

olarak ortak paydada buluşmaktadırlar. Önerile çözümler ve alınan kararlar kesin karar ver sonuç olmamakla birlikte paylaşılarak zenginleştirilen fikirler doğrultusunda bireylerin kendilerinin yaptıkları sıralama ile ortaya çıkmaktadır (Greenberg, 2009).

Ölçüt seçimi yapılan iş özelinde olsa da ölçütlerin seçimini temel etken firmanın yapısı, stratejisi ve politikalarıdır. Firmaların yapısına göre içerisinde bulunduğuy olaylar çerçevesinde firmanın gelecek hedeflerine uygun olarak oluşuy politikalar kapsamında ölçüt seçmektedir. Bu nedenle ölçütlerin oluşuyması dedüksiyon süreci olarak da düşünülebilir. Ölçütlerin seçilmesinin arkasında olan strateji, politika ve hedeflerin yani firma yapısının bilinmesi gelecekle ilgili olarak karar verirken önem arz etmektedir.

Genelde belirli bir süre içerisinde firmanın farklı vizyonları aynı anda olmakta ve uygulanmaktadır. Bunlar mevcut vizyon, gelecek vizyon olarak adlandırılabilir. Genel olarak vizyon ise firmaların belirli bir zaman çerçevesi içerisinde olmak istedikleri konumu göstermesidir. Vizyon firmanın ilerlemesi için tek başına yeterli değildir. Misyon, amaç, hedef ve politikalarla desteklenmesi gerekmektedir. Misyon firmanın var olma nedeni olarak tanımlanabilmektedir. Misyon firmalara yön vermek, yol haritası çıkartmak amacı ile tanımlanmaktadır. Amaç kavramı ile firmanın elde etmesini istediğiy kavramlar açıklanmaktadır. Amaç kapsamında firmanın değeryleri oluşuymakta ve bu değeryler istenilen hedefe ulaşabilmek adına firmanın tüm düzey çalışanlarına yol göstermektedir. Firmaların hedef ve amaçları doğrultusunda firmaların yönetim ve departman yapısını oluştuyran politikalar oluştuyurulmakta ve bu politikalar ile değeryler çerçevesinde çalışanların hedefe olan katkıları şekillenmektedir. Çalışanları yönlendiren bu kavramlar, çeşitli düzeylerde karar verici olan çalışanların karar verme yöntemlerini ve ölçütlerini oluştuyurmakta önemli etkenlerdir.

Karar seviyelerinin belirlenmesi karar vermenin en temel ihtiyacı olmakla birlikte karar firmaların vizyon ve misyonlarına bağıly olarak oluşuymuş olan stratejiler sonucu ortaya çıkan ölçütlerin değerylendirilmesinin sonucu olmaktadır. Kullanılan stratejiler şirket yapısını oluştuyran dört unsurdan biridir. Ayrıca bu unsur işletmenin fiziki ve sosyal yapısını oluştuyurmakta önem arz etmektedir. Stratejiler aşayğıdaki gibi sınıflandırılabilir,

- ✓ Çeşitlendirme Stratejileri,
- ✓ Çekilme Stratejileri,
- ✓ İş Yönetim Stratejileri.

Çeşitlendirme stratejileri firmaların yeni bir iş alanına girmek için kullandığı genişleme-büyüme strateji olarak tanımlanmaktadır. Yeni bir ürün, yeni pazar veya yeni bir sürece girmek konusunda yapılan çalışmalar bu stratejiler altında değerlendirilmektedir.

Çekilme stratejileri ise sınırlı bir süre için şirketin büyüme faaliyetlerini askıya alarak şirket içi verimliliğe odaklanma, insan kaynakları daralması, mevcut pazarlardan hayatta kalmaya devam için vazgeçme, varlıkların hepsi veya bir kısmında vazgeçme, küçülme veya iş sınırlandırma stratejileridir.

İş yönetim stratejileri diğer bir adı ile rekabet stratejileri olarak da adlandırılmaktadır. Şirketin bulunduğu pazarda rekabet üstünlüğü elde etmek istemi ile yapmış olduğu aksiyon planlarıdır. Burada en önemli olan nokta firmaların mücadele içerisinde olduğu pazarda aynı ürün grubu ile benzer tüketici portföyüne hitap ederken farklı stratejiler ile üstünlük sağlamasıdır. Rekabet stratejileri aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir (Porter,1985):

- ✓ Maliyet Liderliği Stratejileri
- ✓ Farklılaştırma Stratejileri
- ✓ Odaklanma Stratejileri

Maliyet liderliği stratejinde firmaların üretmekte olduğu ürünlerin satış fiyatlarının piyasa fiyatları üzerinden satılması ve rakiplerine göre tedarik maliyetlerini değiştirerek rakipler üzerinde üstünlüğün elde etmesi temel alınmaktadır. Bu nedenle firmanın satış maliyetlerini düşürmek için girdi maliyetlerinin düşürmek üzerine çalışmalara odaklanılan planlamalar yapılmaktadır (Şekil 3.1). Böylece daha düşük maliyetler ile rakipleri arasında fark yaratmaya odaklanmaktadır.



Şekil 3.1. Değer Zinciri (Porter, 1985)

Bu strateji içerisinde firmaların ürünlerini piyasa fiyatı veya rakiplerinin altında satışı söz konusu değildir. Temel olarak yapılmakta olan tüm faaliyetlerde maliyet avantajı elde edilmesi temeline dayamaktadır. Maliyet liderliği stratejisi genel kabul gören ve en çok kullanılmakta olan strateji olmak ile bu stratejinin riskleri de mevcuttur. Maliyetlerin azaltılmasının sonunun olmayacağından dolayı maliyet düşürülmesinin limitinin belirlenmesi bu riskleri ortadan kaldırmak için gereklidir. Bu konuda firma politikaları kapsamında yaratılan değerler önem arz etmektedir. Örnek olarak kalite verilebilir. Maliyet düşüşü ile doğru orantılı olarak kalitenin de düşmesi söz konusu olacağından dolayı istenilen kalite doğru orantılı olarak kalitenin de düşmesi söz konusu olacağından dolayı istenilen kalite seviyesinden düşülmeden maliyet avantajının sağlanması gereklidir (Thompson ve Strickland, 1996).

Değer, Porter (1985) tarafından literatüre girmiş bir kavramdır. İşletmelerin yaptığı her iş değer yaratmak üstüne kuruludur ve rekabet üstünlüğünün sağlanması için işletmenin alt grup faaliyetlerinin değer yaratması önem arz etmektedir. Bu süreç bir endüksiyon sürecidir. Değer kıyaslaması için yapılan faaliyetlerin toplamı ile bu işlemlerin sonucunda elde edilen son kâr yani kâr marjına bakılmalıdır. Firmalardaki faaliyetler temel ve destek olmak üzere iki gruba ayrılmakla birlikte tedarik kavramı destek faaliyetleri arasında yer almaktadır. Faaliyetler gruplandırılmış olsa da temelde birbirleri ile bağlantı olan ve etkileşimde, birbirlerini etkileyen süreçlerdir. Bu nedenle tedarik faaliyetleri adı altında yapılmış olan bir çalışma maliyetleri etkileyecek ve böylece diğer faaliyetleri de geliştirebilecek veya sekteye uğratabilecektir. Yapılan çalışmalarda maliyet azaltılmasından çok yaratılan değer maksimizasyonu önemlidir. Maliyet liderliği stratejisini benimsemiş firmaların bu stratejisi uygulamasını belirleyen ve böylece stratejisinin sınırlarını ve gücünü tanımlayan beş unsur bulunmaktadır:

- ✓ Çeşitlendirme Stratejileri,
- ✓ Potansiyel rakip unsuru,
- ✓ İkame ürün unsuru,
- ✓ Tedarikçi pazarlık unsuru,
- ✓ Müşteri pazarlık unsuru,
- ✓ Rekabet unsuru.

Tedarikçi pazarlık unsuru bu kısımda önem arz etmektedir. Bu unsorda tedarikçilerin stratejileri ve ileriye dönük planları piyasanın gidişatını etkileyebileceğinden dolayı en az rakiplerin hamleleri kadar önemlidir. Ayrıca maliyet liderliği stratejisi tedarikçilerin ileriye dönük gelişimlerini satış fiyatı yani müşteriye olan maliyet nedenli olarak olumsuz etkileyebilmektedir. Diğer bir durum ise tekel tedarikçi durumu gibi fiyatı belirlemesini yükselterek pazarlık durumunu azaltan tedarikçilerin piyasadaki konumudur. Bu durum üretici için değer yaratma algısını düşüreceğinden dolayı tekel tedarikçilerden kaçınılmaktadır.

Maliyet liderliği stratejisinin negatif yanlarına bakılacak olursa en önemli etken yine tedarikçi ve teknoloji olmaktadır. Tedarikçilerin geliştirdiği yeni teknolojilerin rakip firmalar için maliyet avantajı yaratması durumu ve pazardaki yeni yapılanmalar bu stratejinin negatif yanları olarak gösterilmektedir. Başka bir strateji olan farklılaşma stratejisinde ise firmaların mevcut ürünlerin piyasadaki rakiplerine göre farklılaştırarak, ürünü satın alan odak grubundan bu farklılık için ürün ortalama piyasa fiyatından daha yüksek bir bedel ödemeyi kabul etmesi üzerinde odaklanmış olan bir stratejidir.

Firmalar rekabet üstünlüklerini sağlamak için kullandığı iki temel strateji farklılaşma ve maliyet liderliği stratejidir. Üçüncü bir strateji olarak odaklanma stratejinden söz edilebilir ve bu stratejide diğer iki stratejinin karması olarak belirli bir odak grubu üzerine odaklanması üzerine kurulan strateji türüdür.

Karar vericinin karar verdiği konuda gerekli yetki ve sorumluluğa sahip olması önem arz etmektedir. Aksi durumda karar vericinin aldığı kararın uygulanması veya sonuçlarında herhangi bir sorumluluğunun olmaması karar verme sürecini etkileyecektir. Şirketlerde kararlar operasyonel, taktik ve stratejik olarak üç seviyede verilmektedir. Şirket içerisindeki personeller bulundukları seviyeye göre bu karar seviyelerinden birini vermekte ve sorumluluğuna sahip olmaktadır (Demirci,2015).

Stratejik kararlar tüm organizasyonu ilgilendiren ve genel hedefleri ortaya koyan uzun vadeli planları olan kararlardır. Taktik kararlar örgüt kaynaklarının değerlendirilmesi, organizasyonun belli bir kısmına yönelik ve orta seviye kararlardır. Operasyonel kararlar ise daha kısa vadeli ve operasyonların devamlılığı için alınan kararlar olarak gözükmektedir (Fox,2003).

Firmaların vizyon, misyon doğrultusunda oluşan stratejileri ve bu stratejiler doğrultusunda oluşan firmaların yönetim yapısı, hiyerarşisi ile karar organizmaları oluşmaktadır. Oluşan karar organizmaların yapılanması da gerekli olan yetki paylaşımları ile seviyelendirilmelidir. Bu işlemlerin sonucunda karar verme yetkisi sahibi olan karar verici veya karar verici grubun doğal olarak firma, departman yapısı, politikası ile firmanın misyon, vizyon ve hedefleri doğrultusunda sahip olduğu yetkiler çerçevesinde iş özelinde gereksinimleri değerlendirerek ölçütleri seçmesi gerekmektedir.

3.2. Karar Verme

Karar verme, insanların tarih boyunca sık sık karşılaştığı bir durumdur ve günlük hayatımızda da farkında olmadan birçok karar alırız. Yemek yemek, yürümek, oturmak, kalkmak, çalışmak gibi sıradan tüm davranışlar dahi bir karar sonucunda ortaya çıkmaktadır. Karar verme eylemi gerçekleştirilirken her zaman mantıklı ve etkin kararlar alınmaya çalışılır. Acıkmış olan bir insanın yemek yememeye karar vermesi mantıklı bir davranış değildir. Aksine acıktığı durumda yemek yemeye karar vermesi durumu en optimal şekilde neticelendirecek ve mantıklı olacak davranıştır. Eğer bir insanın evi yanmakta ise de benzer şekilde evini terk etmeye karar verecektir. Karar teorisi de bu durumla yola çıkarak karar vericileri, rasyonel oldukları ve rasyonel davranışlar sergiledikleri varsayımı ile değerlendirmektedir.

İşletmeler, endüstriler de insanlar gibi yaşayan organizmalar olduklarından dolayı karar verme önemli bir yer teşkil etmektedir. İşletme yöneticileri, karar vericiler tarafından alınan kararlar işletmenin gelecekteki durumu hakkında belirleyici olacaktır. Yerinde ve doğru alınan bir karar işletmeyi kara geçirerek gelişmesine ivme kazandırabilecekken yanlış alınan bir karar da işletmeye gelir ve değer kaybettirerek gerilemesine yol açacaktır. Yanlış kararların arka arkaya tekrarlanması durumunda da işletmenin ömrü kısılacak ve bir süre sonra iflas dahi edebilecektir. Burada açıklanan kısım işletmelerde yer alan karar verme aşamalarından yalnızca küçük bir tanesidir. Karar verme sadece yöneticiler tarafından yapılan bir davranış değildir. İşletmelerde yer alan

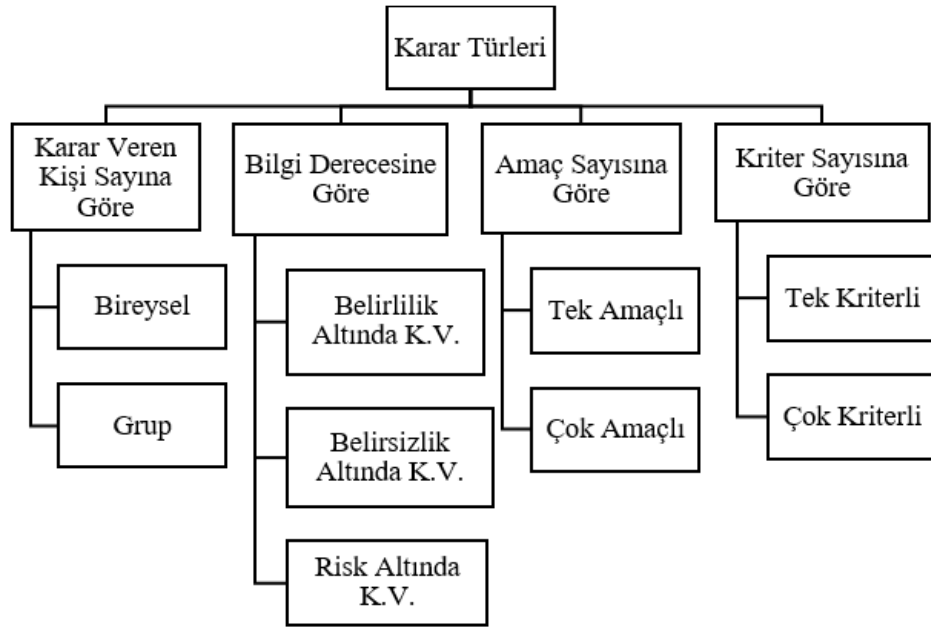
her aşamada karar verme mekanizmaları bulunmaktadır. Üretim, nakliye, malzeme alımı, insan kaynağı, makine kaynağı ve kullanımı, iletişim gibi işletmelerde yer alan küçük ya da büyük her birimde ve her aşamada karar verme eylemi gerçekleştirilmektedir ve tüm karar verme davranışları önemli hale gelmektedir. Her birimdeki karar vermenin önemli hale gelmesi durumu, birimlerin etkileşim içinde olması ve birbirlerinin davranışlarından etkilenmesinden kaynaklanmaktadır.

Karar vermenin; daha yerinde ifade ile, doğru karar vermenin ne kadar önemli olduğu açıktır. Peki karar verme basit, tek bir aşamadan mı oluşmaktadır? Yıllar boyunca geliştirilen karar verme teknikleri ile karar verme eyleminin verimli bir şekilde yapılabilmesi için belirli aşamaların gerçekleştirilmesi gerektiği gözlemlenmiştir. Karar vermeye yardımcı bu aşamalar Halaç (1978) tarafından 8 basamakta özetlenmektedir:

- ✓ Karar Problemini Belirleme
- ✓ Problemi Formüle Etme
- ✓ Model Kurma
- ✓ Bilgi Toplama
- ✓ Modeli Çözme
- ✓ Modelin Geçerliliğini Araştırma ve Duyarlılık Analizleri
- ✓ Sonuçları Yorumlama
- ✓ Karar Verme, Uygulama ve Kontrol Etme

Burada yer alan basamakların başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi, karar probleminin de başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Karar probleminin çözümü sırasında gerekli hallerde uygulama başarısı için basamaklar arasında geçişler yapılabilmektedir. İlk iki basamak olan problemin belirlenmesi ve problemin formülize edilmesi model kurmanın doğru, anlaşılır ve açıklayıcı bir şekilde gerçekleşmesi için yapılmaktadır. Karar verme problemlerinde model kurma; sistemin kolayca anlaşılabilmesini sağlaması, bundan dolayı da zamandan tasarruf sağlaması ve modelde bir hata yer alması durumunda kolaylıkla düzeltilebilmesi için oldukça gerekli bir durumdur. Kurulmuş olan modelin çözümü gerçekleştirildikten sonra da mevcut problem ve çözümü için geçerli olup olmadığı araştırılarak çözümün esnetilmesi durumunda karşılaşılabilecek yeni sonuçlar için duyarlılık analizleri gerçekleştirilir. Tüm bu basamaklar başarılı bir şekilde gerçekleştirildikten sonra elde edilen sonuçlar değerlendirilerek uygulama aşamasına geçilir. Uygulamaya geçirildikten sonra da modelden elde edilen

sonuçlarla gerçekte elde edilen sonuçların tutarlı olup olmadıkları kontrol edilerek karar verme problemi sonuçlandırılır. Verilecek olan kararın yapısına göre eldeki veri, bulunulan ortam, karar verici sayısı gibi birçok durum değerlendirilerek ilgili karar türlerinden biri veya birkaçı seçilerek çalışma yapılabilir (Şekil 3.2). Karar türünün seçilmesi eldeki verilerin doğru olarak incelenmesi ve değerlendirilmesine bağlıdır.



Şekil 3.2. Karar Türleri (Özden, 2009)

3.2.1. Karar verme problemi

Karar verme problemi adından da yola çıkılarak anlaşılacağı gibi her karar vermeyi yerine getiren bir karar verici bulunmaktadır. Her karar verme probleminde karar vericinin kararını etkileyecek veya analizlerini yönlendirecek birtakım ölçütler bulunmaktadır. Örneğin, üretimini maksimize etmek isteyen bir işletme zarar etmek istemez ya da kapasitesinden fazla hammadde alımı yapmak istemez. Bunun gibi her problemde probleme özgü olan ölçütler bulunmaktadır. Belirli ölçütler altında karar veren bir karar vericinin yapması gereken şey farklı alternatifler altında doğru kararı vermektir. Tek bir durumun bulunması halinde herhangi bir karar verme problemi de oluşmayacaktır.

Tekel piyasa durumlarında rekabet olmadığı için tedarikçi seçimi de olamamaktadır. Bu durumda karar vericinin ölçüt ve yöntem seçiminden çok tedarikçi ile yapılacak anlaşma önem arz etmektedir. Anlaşmanın alınması gereken mal, teçhizat veya sistemin tedarikçisi ile satın alan firmanın arasında ilişkiler ve ödeme seçenekleri öne çıkmaktadır.

Her karar probleminde bir takım da alternatifler (stratejiler) bulunmalıdır. Bunların yanında karar vericinin tercih edeceği stratejiden bağımsız olarak gerçekleşecek durumların da olması muhtemeldir. Örneğin, piyasada talebin yüksek ya da düşük olması, havanın yağmurlu ya da güneşli olması gibi karar vericiden bağımsız ve karar probleminin içeriğine göre sonuçları etkileyecek durumlar ortaya çıkabilmektedir. Bu tip etkenler de durumlar (olaylar) olarak değerlendirilmektedir. Her karar probleminde durumlar olmak zorunda değildir; aksi karar problemleri de mevcuttur, durumlar belirsizlik ortaya çıkaracağından dolayı, durumların olmadığı karar problemlerinde sonuçlar tamamen karar vericinin kararına bağlı olarak gerçekleşecektir. Son olarak da karar verme probleminde, karar vericinin kararları neticesinde elde etmesi gereken bir sonuç ya da ulaşması gereken bir amaç olmalıdır. O halde bu noktaya kadar elde edilen çıkarımları özetleyecek olursak; bir karar verme probleminin en az 5 ögesi bulunmalıdır:

- ✓ Karar Verici
- ✓ Karar Ölçüt (ler)i
- ✓ Alternatifler (Stratejiler)
- ✓ Durumlar (Olaylar)
- ✓ Amaç (Sonuç)

3.2.2. Karar verme çeşitleri

Karar verme çeşitleri denildiği zaman öncelikle incelememiz gereken karar vermenin gerçekleştirileceği durumdur. Burada bahsi geçen anlam, karar vermenin hangi ne tür bir ortamda, hangi bilgilerle ya da belirsizliklerle çözülmesi gerektiği gibi durumları içermektedir. Eğer bir karar verme probleminde alternatifler mevcut fakat herhangi bir olasılık ya da ek durum mevcut değilse rasyonel bir karar verici doğrudan kendisi için en faydalı olan kararı verecektir. Bu tip karar verme durumlarına Belirlilik Durumunda Karar Verme denilmektedir. Bir karar verme probleminde alternatiflere ait birden fazla durum mevcut fakat durumların hiçbirisi için herhangi bir ihtimal bilinmemekte ise bu tip karar verme problemlerine Belirsizlik Durumunda Karar Verme

denir. Belirsizlik Durumunda Karar Verme problemlerinde yer alan duruma ek olarak eğer durumlara ait olasılıklar bilinmekte ise bu tip problemlere Risk Durumunda Karar Verme denilmektedir. Buraya kadar kısaca bahsettiğimiz karar verme durumları Timor (2010) tarafından aşağıda yer alan 3 ana başlıkta incelenmektedir.

- ✓ Belirlilik Durumunda Karar Verme
- ✓ Belirsizlik Durumunda Karar Verme
- ✓ Risk Durumunda Karar Verme

Bu kısımda karar verme problemleri çeşitlerinin yalnızca basit tanımlamaları yapılmıştır. Mevcut karar verme çeşitlerinin bir takım alt durumları da bulunmaktadır. Aşağıda karar verme çeşitleri detaylandırılarak aktarılmaktadır.

3.2.2.1. Belirlilik durumunda karar verme

Belirlilik durumunda karar verme aşamasında tüm durumlar belirlidir. Karar verme sonucunda ortaya çıkacak tüm durumlar bellidir. Yani beklenen olayda olasılık 1'dir (Öztürk, 2004). Karar vericinin bu durumda işletmeye veya kendisine en yüksek faydayı sağlayacağı alternatifi seçmesi beklenmektedir. 21.yy'da riskler ile ilgili bilgilerin tamamına ulaşmak mümkün olmadığından olasılığı 1 olan durumlar ile karşılaşılması sık karşılaşılan bir durum değildir. Bununla birlikte doğru karar verilmesini engelleyen durumlardan biri de bilindiği kabul edilen alternatiflerin hatalı ya da eksik olmasıdır (Yozgat, 1990).

Mevcut probleme ait yer alan alternatiflerin tek bir durumunun bulunması, diğer bir ifade ile tek bir duruma ait farklı alternatiflerin bulunması ve bu durum neticesinde ortaya çıkacak sonuçların da kesinlikle bilinmesi halinde ortaya çıkacak problemlerdir. Örneğin, bir üretim işletmesinin belirli bir miktar ve çeşitte mal alımına ait açtığı ihaleye firmalar tarafından gelen teklifler aşağıda yer almaktadır.

Yukarıda bulunan ihale teklifinde olduğu gibi mevcut tüm alternatifler ve bu alternatiflerin seçimi sonucunda elde edilecek sonuçlar işletme tarafından belirlenmektedir ve bellidir. İşletme ihalede en düşük teklifi verdiği için dolayı İşletme 3'ü seçecek ve mal alımını bu firmadan gerçekleştirecektir. Farklı bir seçim yapılması ya da kararın göreceli olması durumu söz konusu değildir. Yani Firma Belirlilik Halinde Karar Verme uygulamaktadır.

3.2.2.2. Belirsizlik durumunda karar verme

En yaygın ve en zor karar verme durumlarından biri de belirsizlik durumunda karar vermedir. Belirtilen karar verme modelinde olayların gerçekleşme olasılıkları veya beklenen olaylar belirlenememektedir (Tekin, 2004). 21.yy'da genel olarak belirsizlik durumunda karar verilmektedir. Bu durumda karar vermek zorunda kalanlar probleme ait bilgilerin kısıtlı olması, deneyim eksikliği ve geçmişe ait istatistiki verilerin azlığı gibi nedenlerden karar vermekte zorlanmaktadır (Engelkiran, 2001). Bundan dolayı verilen kararın neticeleri hakkında gelecekte ve içinde bulunulan zamanda tahmin edilemeyen alternatifler ortaya çıkar. Bu alternatifler karşısında karar vericiler bu belirsiz bilgiler altında karar verme durumu ile karşılaşmaktadır (Lin vd., 2005).

Mevcut karar verme problemine ait alternatiflerin birden fazla duruma sahip olması ve durumların gerçekleşmesine dair herhangi bir bilginin bulunmaması halinde ortaya çıkacak problemlerdir. İşletmeler karar alma sürecinde herhangi bir bilgi elde edilememesi durumunda farklı görüş ve bakış açıları ile kararları değerlendirirler. Bu bakış açıları bazı durumlarda iyimser, bazı durumlarda da kötümser olabilmektedir. Benzer şekilde belirsizlik durumunda karar vermede de mevcut durumlara ait olasılıklar bilinmediğinden dolayı elde edilecek sonucun bulunması için farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir.

3.2.2.3. Risk durumunda karar verme

Her şartın gerçekleşmesini sağlayan olasılıklar ve her kararın ortaya çıkışına etki eden koşullar bulunmaktadır. Böyle bir ortamın riskli bir ortam olduğu söylenebilir. Risk ortamındaki kararlara ait sonuçlar bilinmemekle birlikte iyi bir değerlendirme ve planlama sonucunda çeşitli hesaplamalar da göz önüne alınarak uygun kararlar verilebilir (Öztürk, 2004; Tekin, 2004). Risk durumunda karar verme ile belirsizlik durumunda karar vermek arasında farklar bulunmaktadır. Riskli ortamlar olasılıklara ilişkin atamaların yapılabildiği durumlar olmakla birlikte belirsiz durumlar ise olaylara bağlı olasılıkların belirlenemediği ve bilinemediği durumlar olarak kabul edilmektedir (Tütek ve Gümüşoğlu, 2000). Bu durum için ayırım olarak risklerin ölçülebileceği ve belirsizlik ortamında herhangi bir ölçme mekanizmasının olmayacağıdır. Bu nedenle risk durumunda karar vermelerde ölçülebilir risklerin değerlendirmesi yapılmaktadır.

3.2.2.4. Kısmi bilgi durumunda karar verme

Kısmi bilgi durumunda karar verme gelecekte olması muhtemel durumlarla ilgili öngörüye sahip olamama, fakat bu durumun önüne geçebilmek için alternatif yöntemlerden yararlanarak (uzman görüşleri, pazar araştırmaları, anketler, simülasyon) ek bilgilerin elde edilmesi ile varılabilen karar verme türüdür (Ulucan, 2004).

3.2.2.5. Rekabet durumunda karar verme

Pazarın büyümesi ve artan çeşitlilik dünya ekonomisinin yeniden şekillenmesine ve sektöre yeni işletmelerin girmesine sebep olmuştur. İşletmelerin, pazara yeni giren diğer firmalardan karlarını koruyabilmesi ve kendi pazar paylarını kaptırmamaları için rekabet şartlarına uyum sağlamaları ve alınan kararlarda işletme çıkarlarına dikkat etmeleri gerekmektedir. Belirtilen etkenlerden dolayı küreselleşmenin yarattığı etkilerin zararlarından korunmak gerekmektedir (Başaran, 2016). Bu noktada birden fazla karar verici bulunmaktadır.

Belirtilen karar alternatifleri “oyun” olarak ifade edilmektedir ve “oyun kuramı” etrafında değerlendirilmektedir. Bu ortamlarda karar vericiler rakip işletmelerin stratejilerini izlemek durumundadır (Sezen, 2004: 5).

Bahsi geçen karar verme alternatiflerinden hangisinin seçileceği karar vericilerin inisiyatifinde bulunmaktadır. Karar vericiler probleme bağlı olarak karar vermek ve özel çözüm geliştirmek durumundadır. Karar verme aşamasının geçerli ve güvenilir olarak tamamlanabilmesi için en akılcı çözüm analitik yöntemlerin kullanılmasıdır (Erokutan ve İpçioğlu, 2016).

Karar verme problemlerinde yararlanılan bilimsel yaklaşım Çok Ölçütlü Karar Verme teknikleridir (Soner ve Önüt, 2006).

3.3. Karar Ağaçları

Karar ağaçları, şekil itibarıyla bir ağacın dallarına benzemesinden dolayı karar ağaçları olarak adlandırılmaktadır. Bir karar ağacı probleminin, tıpkı bir ağaçta olduğu gibi kökü, gövdesi, ana dalları, alt dalları ve yaprakları bulunmaktadır. Karar ağaçları köklü bir ağaç gibi şekillenen düğümler içerir, hiçbir gelen ucu olmayan ve doğrudan ağacın yönlenme noktası olan düğüme kök denilmektedir ve diğer tüm düğümler tam bir tane gelen uca sahiptir (Rokach ve Maimon, 2008). Giden uçlara sahip olan düğümler ise iç düğüm olarak, bunların dışındaki diğer tüm düğümler de karar düğümleri

(terminal/yaprak) olarak adlandırılmaktadır (Rokach ve Maimon, 2008). Karar ağacını standart karar probleminden ayıran noktalardan biri de budur; karar ağaçlarının alt dallarında birbirlerinden ayrı küçük ya da büyük karar problemleri olabilmektedir. Tüm karar ağacı dalları tek bir ana karar düğümüne (kök) bağlanmaktadır. Karar ağaçlarında yer alan tüm iç düğümlerde (durum düğümleri) karar vericinin kararından bağımsız durumlar bulunmaktadır ve bu durumlar olasılık değerlerine sahiptir. Karar düğümleri ise hemen devamında yer alan düğümlerde yer alan alternatiflerden tercih edilecek karar kuralı (problemi) içermelidir. Tüm iç düğümlerde bulunan durumların ve karar düğümlerinde bulunan alternatiflerin değerlendirilmesi neticesinde karar verici, kökte bulunan ana karar verme eylemini yerine getirecektir. Karar ağaçları tasarlanırken mümkün olan en küçük mükemmel ağaç seçilmelidir; mükemmel olmayan bir ağaç da tasarlanabilir fakat, örneklerin sınıflandırılmasında mümkün olan en küçük hata oranlarına sahip olmalıdır (Safavian ve Landgrebe, 1991).

Karar ağaçlarında beklenen değer hesaplamaları uygulanırken karar vericinin tercihinin göre diğer karar verme çeşitlerinden de faydalanılabilmektedir. Karar ağaçlarında önemli olan nokta, şekil düzenlemesi yapılırken karar düğümleri ile iç düğümlerin birbirine karıştırılmadan doğru bir şekilde yapılandırılmasıdır. Yanlış düzenlenmiş olan bir karar ağacı, yanlış hesaplamalara sebep olacağından ve bu da yanlış karar vermeyi ortaya çıkaracağından dolayı önemlidir.

Karar ağacının kullanıldığı yerlere örnek olarak medya sektörü verilebilir. Film ve dizilerin saatinde ve kast seçiminde karar ağacı yöntemleri ile reyting hesaplamaları yapılmaktadır.

3.4. Çok Ölçütlü Karar Verme

Yönetim seviyesindeki kişiler tarafından alternatifler arasından optimum seçeneklerin seçilmesi ve hedeflerin tanımlanması sorumluluğu bulunmaktadır. Bazı durumlar, kararlar teknik durumların dışında politik durumlarda gözetilerek verilmektedir. Bu gibi durumlarda, sistem analizini yapan mühendisliğin kapsamlı analizeler yaparak, düşük kalite, çıktıya sahip alternatiflerin elenmesini sağlayacak şekilde yardımcı karar yöntemleri kullanması ile uzlaşma çözümleri elde etmesi gerekmektedir. Çelişkili ölçütlerden oluşan bir problem için uzlaşma çözümü, yönetim seviyesinin kesin kararını vermesinde tatmin edici seviyede yardımcı olacaktır (Zeleny, 1982; Aktaran Stevic, 2020).

Çok ölçütlü karar verme yönetiminde temel amaç birbirleriyle çelişen çoklu ölçütlerin meydana getirdiği kompleks yapıda alternatifler arasında en iyiyi seçmek, bilginin organize edilmesi yoluyla sentez oluşturmak (Tablo 3.1) ve böylece karar vericilerin kendilerini rahat ve daha güvenli hissetmelerini, zamanı daha etkin kullanabilmelerine imkân vermektir (Saaty, 2005; Ballı, 2005; Belton ve Steward, 2002).

Tablo 3.1. Çok ölçütlü karar verme yöntemleri tablosu (Özden H., 2009)

Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri			
SAW (Simple Additive Weighting)	MOORA (Multicriterion Optimization by Ratio Analysis)	OCRA (Operational Competitiveness Rating)	VASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment)
WSM (Weighted Sum Model)	MULTIMOORA	EATWOS (Efficiency Analysis Technique with output Satisficing)	UTADIS (Utilities Additives Discriminantes)
WTM (Weighted Product Model)	ELECTRE	DEA (Data Envelopment Analysis)	PAPRIKA
SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis)	TOPSIS	MACBETH	GRIP (Generalized Regression with Intensities of Preference)
SMART (Simple Multi Attribute Ranking)	VIKOR	UTA (Utility Additive Method)	STEM
ARAS (Additive Ratio Assessment)	DEMATEL	LINMAP	GRA
XPROM	MAUT (Multi-attribute utility Theory)	MAVT (Multi-Attribute Value Theory)	GP (Goal Programming)

Çok ölçütlü karar verme yaklaşımında, karar vericilerin seçtiği en az iki ölçüt bulunmaktadır. Bu ölçütlerin avantaj ve dezavantajları bulunmakta ve bu ölçütleri değerlendiren analitik bir yöntem topluluğu bulunmaktadır (Hsieh, Lu ve Tzieng, 2004). Karar verme aşamasında geçmişte karar vericilerin deneyimleri esas alınırken 21.yy'da Bilimsel yöntemler aracılığıyla etkin ve hızlı kararlar alınabilmektedir (Genç, 2009). Karar verme aşamasında tespit edilen problemler birden fazla ölçütün elde edilmesi ile belirlenmektedir. Belirlenen ölçütlerin hedefe varabilmesi aşamasında değerlendirilmesi, düzenlenmesi içeriği itibariyle hemen gerçekleşmemektedir. Örnek vermek gerekirse belirlenen ölçütlerde çelişki olması problemin kompleks olmasına neden olmaktadır. Böylece ölçütlerin benzerliği hangi ölçütün seçilmesi gerektiği ya da belirlenen ölçütlerden hangisine öncelik verilmesi gerektiği problemini doğurmaktadır. Karar verme aşamasında ölçütlerin zayıf ve üstün özellikleri göz önüne alınarak değerlendirme yapılmalıdır. Çok ölçütlü karar verme problemleri üç başlık altında sınıflandırılabilir. Bunlar sınıflama, seçme ve sıralama problemleridir (Soner ve Önüt, 2006; Vassilev vd. 2005:4; Aktaş vd., 2015).

Günümüzdeki veri fazlalığı, bulunduğumuz ortamda değerlendirilmesi gereken ölçütlerin gelişen rekabet ve ticaret şartlarında artması, karar verici sayısının çokluğu, karar vermede gruplama işlemi ihtiyacı, ölçütlerin önemi gibi durumlardan dolayı çok ölçütlü karar verme teknikleri yayın olarak kullanılmaktadır. Çok ölçütlü karar verme yaklaşımında tedarikçi seçimi için kabul gören sistematik maddeler sıralanmıştır:

- ✓ Tedarikçilerin homojen kümeler halinde sınıflandırılması, farklı türlerdeki ilişkilerin bağlanması ile matrislerin oluşumu,
- ✓ Matrislerin değerlendirilmesi ve detaylandırılması,
- ✓ Ölçütlerin değerlendirilmesi ve ağırlıklandırılması, kural oluşumu,
- ✓ ÇÖKV teknikleri ile uygun yapının oluşturulması ve işlemlerin yapılması,
- ✓ Hassasiyet analizlerinin yapılması (Mininno, 2003).

3.4.1. Seçme problemi

Alternatiflerin zor ve eşit ağırlığa sahip bir kümeden seçildiği ya da çok sayıdaki alternatifin bulunduğu durumlarda gerçekleşmektedir. Bu duruma örnek olarak imalat alanında faaliyette bulunan bir firmanın ürünün tamamlanması için hammaddeyi sağlayan tedarikçiler içinden doğru kararda bulunarak seçim yapması verilebilir.

3.4.2. Sınıflama problemi

Hedefler doğrultusunda karar vericiler tarafından belirlenen ölçütlerin temel alınması ve benzer özellikler taşıyan alternatiflerin gruplandırılarak sınıflandırılmasıdır.

3.4.3. Sıralama problemi

Karar vericiler seçenekler arasında farklı nicel ve nitel yöntemleri kullanarak sonuçları işletme için en iyiden kötüye doğru sıralamaktadır. Tedarikçi seçimi, makine seçimi ve personel seçimi gibi sorunların çözülmesinde yararlanılan birçok Çok Ölçütlü Karar Verme yöntemi bulunmaktadır. Karar vericilerin tercihin, kararı etkileyen nicel/nitel ölçütlere ve karar problemlerinin amacına göre çok ölçütlü karar verme yöntemlerinde çeşitliliğe gidilebilmektedir (Aktaş vd. 2015). Çok ölçütlü karar verme alternatiflerinden hiçbirinin diğerine göre her zaman daha avantajlı olduğu söylenemez (Aytürk, 2006). Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin ortak amacı nitel ve nicel ölçütlerin yöneticilerin karar vermesine yardımcı olarak aynı anda değerlendirilmesine imkân vermektir.

4. BULANIK MANTIK VE ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Bu bölümde Bulanık mantık ve sistemleri konusunda bilgi verilerek bulanık AHP yönteminin açıklaması yapılmıştır.

4.1. Bulanık Mantık

Bulanık Mantık, İngilizce “Fuzzy” sözcüğünün karşılığıdır. Bu sözcük “puslu, hayal meyal, belirsiz, kesin olmayan” anlamlarını içermektedir ve belirsizlikleri tanımlamakta kullanılan bir yöntemdir. Bulanık mantığın temelinde bulanık kümeler yer almaktadır. 1956 yılında ABD düzenlenmiş konferansta Bulanık mantık kavramı ilk defa duyurulmuştur. Ancak “Fuzzy Sets” adlı makalesi ile akademik olarak ilk kez 1965’te Azeri asıllı Lütfi Ali Zadeh aracılığıyla yayımlanmıştır. Zadeh’ in yayınladığı bu makalede bulanık mantık ile ilgili tanımlamaları, Aristo mantık sisteminin yeterli olmadığını ve insan düşüncesinin kesin olmadığından, bulanıklığından bahsetmiştir. Bundan dolayı bulanık mantıkta 0 ve 1 parametrelerinden meydana gelen klasik düşünce sistemi eksik kalmaktadır. “Soğuk”, “Kapalı”, “Sıcak”, “Açık” gibi değerler bulanık mantıkta yerini “Serin”, “Az kapalı”, “Ilık”, “Az açık” gibi değişkenlere bırakmaktadır. Diğer yandan bulanık mantıkla ilgili finansal alanda akademik çalışmalar sınırlı olsa da bulanık mantık yönteminin uygulamaları gün geçtikçe artmaktadır (Elmas, 2003).

Bu belirsizlik durumu olayların tamamen açıklanmasını engellemektedir. İnsan beyni bu durumda olaylara hâkimiyeti olmadığı için açıklık kazanmamış eksik bilgileri yorumlar. Karar verme aşamasında belirsizlik olması durumunda kesin bir çözüme ulaşılamamaktadır. Bu nedenle belirsizlik, karmaşıklık içeren, farklı biçimlerde ortaya çıkan bilgi türleri fuzzy (bulanık) olarak tanımlanır (Şen, 2009). Bulanık mantıkta, sayısal hesaplamalar sözel ifadelerden yola çıkılarak yapılandırılmaktadır. Bulanık küme ve alt küme bulanık mantığın temelinde bulunmaktadır (Köse,2010).

Bulanık mantık günümüzde yaygın olarak kullanılmakta ve birçok ekipman kullanımında, seçimlerde ve programlarda temel olarak yer almaktadır. Bulanık mantık özellikle üretim odaklı çalışmalarda günümüzde yaygın olarak makine öğrenimi konusunda kullanılmaktadır.

Bulanık mantıkta geçerli olan iki durum söz konusudur. İlki incelemeye alınan olay ile ilgili yeterli bilginin elde edilememesi ve oldukça kompleks olması halinde bireylerin değer yargılarına ve görüşlerine yer verilmesidir. İkinci durum ise bireylerin karar

vermesine, kavrayışlarına, değerlendirmelerine ihtiyaç duymasidir (Çakıroğlu vd, 2010). Dolayısıyla birden fazla alternatif ve ölçüt karşısında karar verirken sezgisel değerlendirmelerde belirsizlikleri yönetebilmek önem arz etmektedir. Bulanık küme ve bulanık mantığı diğer yöntemlerden ayıran en önemli unsur belirsizlik durumlarında değerlendirme yapılabilmesidir (Altaş, 1999).

Bulanık mantık insan düşünme tarzına uygun olması nedeniyle diğer kontrol sistemlerine göre avantaj sağlamaktadır. Sistem giriş değişkenlerinin birçoğu insan dilsel ifadelerinden oluşmaktadır. Bulanık mantık için matematiksel model zorunlu değildir, zamanla değişen ve lineer olmayan sistemler için en iyi çözümdür (Mikail, 2007).

Japonya’da Hitachi işletmesinin Sendai’ de bir metro sisteminde uyguladığı bulanık kontrol sistemi başarılı olduktan sonra bulanık sistem uygulamaları Japonya’da yaygınlaşmıştır. Panasonic firması tarafından tasarlanan video kayıt cihazının elde tutulduğunda titreşimden kaynaklı bulanıklığın giderilmesi, Mitsubishi ve Hitachi işletmelerinin asansör denetim mekanizmaları, tasarımı Matsushita işletmesi tarafından gerçekleştirilen kumaşın cinsine, çamaşırların ağırlığına, kirliliğine göre seçilen yıkama programlarının düzenlenmesi, Nissan’ın kullandığı ABS fren sistemleri, Nissan ve Subaru işletmelerinin motor yüküne uygun dişli seçimleri, vites sisteminde araba kullanış stili bulanık mantığın kullanım alanlarından bazılarıdır. Bununla birlikte Tokyo Teknoloji Enstitüsü tarafından ses komutları ile helikopterin hareket etmesini sağlayan ve pilotlar için bile kullanım olanağı bulunan kompleks bir bulanık kontrol sistemi tasarlanmıştır. Bulanık mantık ayrıca parametreleri zamanla değişen biyolojik proseslerin bulanık modellemesi ve kontrolünde kullanılabilmektedir (Şahin, Aydın ve Bozkurt, 2012).

Bulanık mantığın sıkça kullanıldığı alanlar arasında kalite kontrolü, güvenilirlik, psikoloji, kalıp sınıflandırma ve tanıma, araştırma çalışmalarında, bilgisayar ve mühendislik bilimlerinde, çevre bilimi, finans ve ekonomi, karar ve yönetim desteklerinde, tıp ve biyoloji bilimlerinde kullanılmaktadır.

4.2. Klasik Mantık ve Bulanık Mantık Arasındaki Farklar

Klasik mantık yaklaşımında bir varlık bir kümenin elemanıdır ya da elemanı değildir. Bu klasik mantık matematiksel olarak değerlendirildiği zaman kümenin elemanı olduğu zaman “1” değeri alırken, kümenin elemanı olmadığı zaman “0” değerini alacaktır.

Bulanık mantık ise klasik yaklaşımının genişletilmiş modellenmesi olarak tanımlanır. Bulanık kümelerde bulunan elemanların üyelik dereceleri ise (0,1) aralığında derecelendirilir (Işıklı, 2019). Klasik mantık yaklaşımında belirsizlik konusuna yer verilmemiştir. Bu yaklaşımda durumlar uzun mu kısa mı, iyi mi kötü mü, doğru mu yanlış mı, siyah mı beyaz mı tanımı ile değerlendirilmektedir. Mevcut olaylar klasik mantıkta iki doğruluk değeri ile ölçülürken; bulanık mantık ise keskin iki doğruluk değeri dışında genişletilmiş değerleri de sunarak daha çok reel bir görüş kazandırmaktadır. Bulanık mantık gerçek dünya doğasına ilişkin, dilimizde yer alan günlük kullandığımız 'az', 'çok az', 'hemen hemen', 'biraz' dilsel ifadeler kullanılır (Altaş, 1999).

Bulanık mantık yaklaşımı, makinelere insanların özel verilerini kaydederek sayısal ifadelerin, yerine sembolik ifadeler kullanmaktadır. Sembolik ifadelerin makinelere aktarılması matematiksel yöntemle dayanmaktadır. Belirsizlik kavramı bulanık mantıkta matematiksel temele dayalı ifade edilir (Tablo 4.1). Dilsel ifadelerin matematiksel yöntemle dönüştürülmesi bulanık kümeler kuramı ve bulanık mantığı oluşturmaktadır (Elmas, 2003).

Tablo 4.1. *Klasik mantık ve bulanık mantık arasındaki başlıca farklar (Yalnız, 2019)*

Klasik mantık	Bulanık Mantık
A veya A değil	A ve A değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 arasında süreklilik
İkili Birimler	Bulanık Birimler

4.3. Bulanık Küme

Bulanık küme Zadeh tarafından yapılan tanıma göre, üyelik fonksiyonları ile ifade edilebilen ve üyelik derecelerinin 0 ile 1 arasında değerler alabildiği kümelerdir. Bulanık kümede kısmi bir üyelik söz konusu ise elemanlar 0 ile 1 arasında; elemanlar kümeye ait değilse 0, elemanlar kümeye aitse 1 değerini almaktadır (Pedrycz ve Gomide, 1998).

X bir evrensel küme olursa; X' in bulanık bir altkümesi olan $\tilde{A}$, 0 ile 1 arasında üyelik fonksiyonu alabilecek şeklinde açıklanmaktadır. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ simgesi x elemanının $\tilde{A}$ bulanık kümesine üyelik derecesini ifade etmektedir. Bulanık küme ile klasik kümeyi

ayırmak için bulanık küme üstünde bir simge kullanılmaktadır. Örneğin bulanık A kümesini ifade etmek için $\tilde{A}$ kullanılır. $\tilde{A}$ bulanık kümesi aynı zamanda sıralı çifti olarak da gösterilebilmektedir (Wu,1997).

Bulanık kümeler üzerinde çeşitli matematiksel işlemler yapılabilmektedir. Bu işlemler; birleşim, kesişim, tümleyen ve kapsama olarak dört başlıkta ele alınmaktadır.

4.4. Bulanık Küme İşlemleri

Bulanık küme işlemleri birleşim, kesişim, tümleyen ve kapsama işlemlerinden oluşmaktadır. Bu işlemlerin tanımları:

Birleşim işlemi: $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$, X evreninde tanımlı iki bulanık küme olsun ve bu kümelerin üyelik fonksiyonları $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{B}}(x)$ şeklinde verilsin. Bu iki üyelik fonksiyonunun en büyük olanı bu iki kümenin birleşimidir. Birleşim işleminin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir (Kasabov, 1998);

$$\mu_{\tilde{A}}(x) \cup \mu_{\tilde{B}}(x) = \max \{ \mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x) \} \quad (4.1)$$

Kesişim işlemi: $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{B}}(x)$ şeklindeki üyelik fonksiyonlarından en küçük olanı $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinin kesişimidir. Birden fazla küme söz konusu iken de bu kural geçerlidir. Kesişim işleminin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir (Kasabov, 1998);

$$\mu_{\tilde{A}}(x) \cap \mu_{\tilde{B}}(x) = \min \{ \mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x) \} \quad (4.2)$$

Tümleyen işlemi: bir kümenin dışındaki değerler olarak ifade edilir. $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinin tümleyen işlemi matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir (Kasabov, 1998);

$$\mu_{\tilde{A}^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) \quad (4.3)$$

Kapsama işlemi: $\forall x \in X$ için $\mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{B}}(x)$ şartının sağlandığı durumlar $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümesi tarafından kapsanır olarak ifade edilmektedir (Kasabov, 1998).

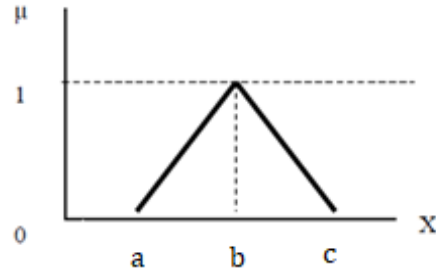
4.5. Üçgensel Üyelik Fonksiyonu

Bulanık mantık kavramında üyelik fonksiyonları olaylara veya sistemlere ait olma dereceleri olarak tanımlanmaktadır. Küme değerlerine ait üyelikleri belirten eğriye üyelik fonksiyonu denilmektedir. Üyelik fonksiyonları çeşitlendirilerek farklı olay veya sistemlere uygulanmıştır. Bulanık kümede bulunan sisteme uygunluk derecesini belirten üyelik fonksiyonuna ait değerdir. Sistemler bulanık mantık aracılığıyla modellenirken uzmanların bilgileri ve deneyimlerinden faydalanılır. Üyelik fonksiyonuna ait alternatifler fazladır. En sık kullanılanlar arasında: S, Çan Eğrisi, Sigmodial, Gaussian, Yamuk ve Üçgensel üyelik fonksiyonları bulunmaktadır (Lai ve Hwang, 1992). Bu çalışmada üçgensel üyelik fonksiyonu kullanıldığı için üçgensel üyelik fonksiyonunun tanımına yer verilecektir.

$$\mu_{\tilde{A}}(X; a, b, c) = \begin{cases} (X - a) / (b - a) , a \leq X \leq b \\ (c - X) / (c - b) , b \leq X \leq c \\ X \geq c , 0 \end{cases} \quad (4.4)$$

Belirtilen fonksiyonların simetrik olması için zorunluluk bulunmamaktadır. Aşağıda belirtilen grafikte üçgensel üyelik fonksiyonlarını barındıran üye elemanlardır. Üyelik derecelerini ifade etmektedir.

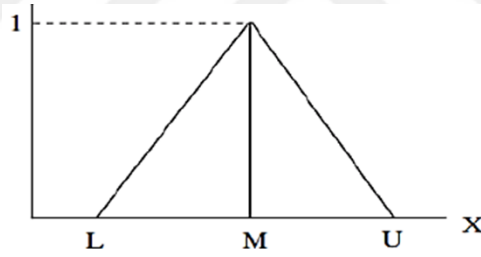
Şekil 4.1. incelendiğinde her noktaya farklı bir üyelik derecesinin atandığı görülmektedir. (X Değişkenine ait alt sınırı ve üst sınırı arasında) (Şen, 2001). Bu fonksiyonda öz olarak tanımlanmaktadır. Sağ yayılım ve sol yayılım ise üst ve alt sınırlarda bulunan sağa ve sola doğru olan kısımlardır. Eğer bu fonksiyonlar simetrik ise yarıçap ve yarı yayılım ifadeleri kullanılarak sağ yayılım ve sol yayılım ifadelerine ihtiyaç kalmamaktadır. Sağ ve sol yayılım eşit olduğu fonksiyon türü üçgensel üyelik fonksiyonudur. Şekil 3'te her bir bulanık sayıya ait simetrik üçgen üyelik fonksiyonları "d" yarı yayılım değerini "b" merkez değerini ifade etmektedir (Tanaka, 1997).



Şekil 4.1. Üçgensel üyelik fonksiyonu

4.6. Bulanık Sayılar

Bulanık küme teorisinde bulanık bir üçgen sayı $\tilde{M} = (l, m, u)$ ($1 \leq m \leq u$) biçiminde tanımlanmaktayken $\mu_{\tilde{M}}(x)$ ile gösterilen üyelik derecesi, 0 ile 1 kapalı aralığında değişen ve bir reel sayı ile ifade edilen bir küme olarak tanımlanmaktadır. Buradaki l, m ve u ifadeleri sırasıyla bulanık bir olayda en düşük olasılığı, net değeri ve en yüksek olasılığı ifade etmektedir (Cheng 1996; Dağdeviren vd. 2008).



Şekil 4.2. Üçgen bulanık sayının üyelik fonksiyonu (Chen ve Wang, 2010)

Bir üçgensel bulanık sayının sağ ve sol üyelik derecesi değerlerine göre doğrusal gösterimi şu şekildedir (Chang 1996; Chen ve Wang 2010):

$$\mu_{\tilde{M}}(x) = \begin{cases} (x - l) / (m - l), & x \in [l, m] \\ (u - x) / (u - m), & x \in [m, u] \\ 0, & d. d. \end{cases} \quad (4.5)$$

$$(l_1, m_1, u_1) + (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (4.6)$$

$$(l_1, m_1, u_1) \cdot (l_2, m_2, u_2) = (l_1 \cdot l_2, m_1 \cdot m_2, u_1 \cdot u_2), \text{ } l_i > 0, m_i > 0, u_i > 0 \quad (4.7)$$

$$(l_1, m_1, u_1) - (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2) \quad (4.8)$$

$$(l_1, m_1, u_1) \div (l_2, m_2, u_2) = (l_1/u_2, m_1/m_2, u_1/l_2), \text{ } l_i > 0, m_i > 0, u_i > 0 \quad (4.9)$$

$$(l_1, m_1, u_1)^{-1} = (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1) \quad l_1 > 0, m_1 > 0, u_1 > 0 \quad (4.10)$$

4.7. Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme

Klasik ÇÖKV çözüm yöntemlerinin, genellikle satırlarında alternatifler, sütunlarında ölçütler yer alan karar matrisinde, i. alternatifin j. ölçüte göre karar değişkenini ifade eden x_{ij} ' ler kesin sayılardır. Ancak gerçek dünyada bu performans ölçümlerini ifade eden karar değişkenleri net, bulanık veya dilsel olabilmektedir.

Bulanık küme kuramı Çok Ölçütlü Karar Verme problemleri ile bir araya getirildiğinde değerlendirmelerin tamamının bulanık sayılar aracılığıyla yapıldığı söylenebilir. Farklı üyelik dereceleri ile belirtilen bulanık bir sayı gerçek sayılar ile gösterildiğinden değerlendirme aşamasında hangi alternatiflerin tercih edileceği zordur. Diğer bir deyişle, bu değerlendirmede sıralı bir küme elde edilmesinde gerçek sayılar yerine bulanık sayıların kullanılması duruma her zaman uyum sağlamayabilir. Dolayısıyla bulanık ÇÖKV uygulamalarında, orta düzeydeki alternatifler arasından en iyisinin ya da en kötüsünün seçilmesi zor olmaktadır (Chen vd 1992).

4.8. Analitik Hiyerarşi Prosesi

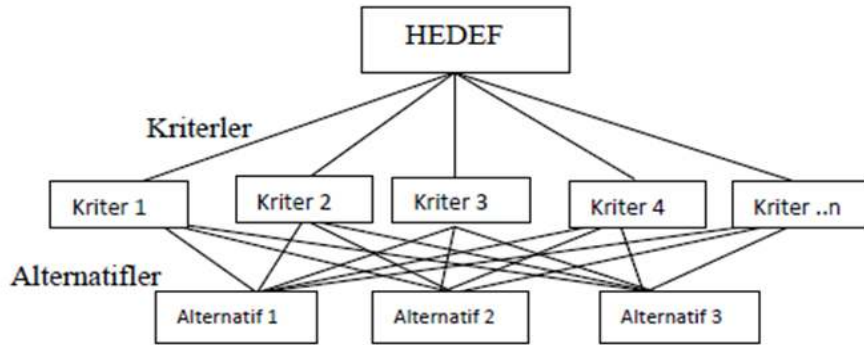
1970 yılında Thomas Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Prosesi (The Analytic Hierarchy Process) 1971'de Amerika Birleşik Devletleri'nde savunma sanayi olasılık planlamalarında kullanılmıştır (Gasimov, 2004, s. 26). 1973'te ulaşım projelerinde kullanılması ile yayılım alanı hızla gelişmeye başlamıştır. 1973-1974 yılları arasında ise gelişimini tamamlamıştır (Göksu ve Güngör, 2008, s. 5).

AHP, karar verme aşamasında tercih edilen yaklaşımlardandır. AHP; öznel ve nesnel değerlendirme ölçütlerinden faydalanmaktadır. Bu aşamadan sonra ise değerlendirme tutarlılığı üzerinde durur. Bilhassa ölçüt sayısının fazla olduğu seçenekler arasında karar vericilerin hangisine öncelik tanınması gerektiğine ilişkin değerlendirmelere imkân vermektedir (Gasimov, 2004: 26).

AHP' sin işleyiş aşamasının ilk basamağında karar vericilerin seçenekler içinde ikili karşılaştırmalar yapması bulunmaktadır. İkili karşılaştırmalardan sonra seçenekler arasında öncelik sıralaması yapılır. AHP seçenekler arasında bulunan karar çeşitlerinin tutarsızlığına müdahale etmez, tutarlılığı geliştirmek için bir vasıtaadır (Saaty, Vargas, 2001: 1). AHP kararların hesaplanması ve analiz edilmesinde sezgisel bir model

niteliğindedir. AHP; karar alma sürecinin basamaklarını oluşturan soyut ve somut ölçütler sayısal veriler haline getirilir. Karşılaştırmalar yapılır ve ölçütlerin önceliklerine ait ölçümler yapılarak, önem sıraları tespit edilir. Problemi oluşturan ölçüt tespitlerinde uzmanların/karar vericilerin bilgi ve tecrübelerinden faydalanılır. AHP kararların etkilenmesine neden olan ölçütlerin kümesi ile alınacak kararlardaki önem derecelerinin belirlenme aşamasına uzmanlar dahil olarak değerlendirmeler yapılır. Bu sayede sistemli bir yaklaşım ile sayısal verilere ait ölçümler öznel değerlendirmelerle bir araya getirilerek verilerin sonuçlara ulaşılması sağlanır (Güngör, İşler, 2005: 21).

AHP ilk olarak kararlara ait problemleri bileşenlerine ayırmak ve hiyerarşik yapı oluşturmak hedeflenir. Bu sayede karar verici kararların detaylandırılması ile karar basamağının en küçük noktasını inceleme olanağı bulur. Kararların hiyerarşik yapısının en altında karar seçenekleri, bir üstünde ölçütler, en tepesinde ise ana hedef bulunmaktadır (Şekil 4.3). Hiyerarşide amaç, üst seviyeden alt seviyedeki elemanlar üzerinde seviye belirlemesi yapabilmektir (Şengül vd., 2012).



Şekil 4.3. AHP modeli için hiyerarşik yapı (Saaty vd.2001)

4.9. Bulanık AHP Yöntemi

Uygulama alanı geniş olan ve sıkça kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri de Bulanık AHP yöntemidir. Bununla birlikte belirsiz problemlerin fazlalığı karar alıcıların yargılarını da belirsizleştirmektedir.

Klasik AHP’ de 1-9 ölçeği ikili karşılaştırma yapmak için kullanılır ve basit bir değerlendirme türü olduğu halde karar vericilerin yargılarını bu ölçek ile ifade etmeleri kolay olmayabilir. Bundan dolayı AHP yönteminin belirsiz problemlerde uygulanması

etkili olmayabilir. Klasik AHP yöntemindeki bu sınırlılığın kaldırılması için klasik AHP' den yola çıkılarak varılan ve bulanık küme teorisiyle bir araya getirilen Bulanık AHP yönteminin kullanılması sonuçların etkililiğinde önemlidir (Mikhailov ve Tsvetinov 2004; Javanbarg vd 2012).

Bulanık AHP yönteminin ilk çalışması Van Laarhoven ve Pedrcyz (1983)'de yapılmıştır. Van Laarhoven ve Pedrcyz (1983) çalışmasında, üçgen bulanık sayılar kullanılarak klasik AHP yöntemini genişletilmiştir. Daha sonraları Buckley (1985)'de yamuk bulanık sayılar kullanılarak, Boennder vd. (1989)'da normalizasyon tekniğine yenilikler katılarak yeni çözüm yaklaşımları sunulmuştur. Cheng (1996) çalışmasında, ikili karşılaştırmalar için genişletme analizi tekniği geliştirilmiştir.

Cheng (1996) ise üyelik fonksiyonlarına dayalı yeni bir algoritma geliştirilmiştir. Weck vd. (1997)'de bulanık mantık tabanlı matematik klasik AHP' ye uygulanarak farklı üretim çevrim alternatiflerini değerlendirmek için bir yöntem sunulmuştur. Zhu vd. (1999) çalışmasında üçgen bulanık sayılar ve bu sayıların karşılaştırması üzerinde durulmuştur. Leung ve Cao (2000)'de üyelik değerleriyle tanımlı ikili kıyaslamaların kullanıldığı bulanık AHP yönteminde toleranslı bir sapma değerini dikkate alan bulanık tutarlılık tanımı önerilmiştir. Önerilen bu yaklaşım doğrusal programların çözümünde oluştuğundan dolayı hesaplamada etkilidir. Mikhailov (2000) çalışmasında ikili karşılaştırma matrislerinden önceliklerin tahmini için bulanık programlama yöntemi olarak tanımlanan yeni bir yöntem; (2002) çalışmasında ortaklık seçiminde gerçek girişimcilik bilgilerine dayalı yeni bir bulanık yaklaşım ve (2003) çalışmasında ise ikili karşılaştırmalarda kesin değerler yerine aralık karşılaştırmasını kullanan yeni bir bulanık tercih programlama yaklaşımı geliştirmiştir.

Kwong ve Bai (2002) çalışmasında üretim planlamasında önemli bir araç olan kalite fonksiyonu yayılımı konusunda bulanık sayılarla klasik AHP yöntemi birleştirilmiştir. Müşteri gereksinimlerinin önem ağırlıklarını belirlemede bulanık ölçeklere dayalı AHP yöntemini kullanan yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Büyüközkan vd. (2004)'de bulanık çerçeve kapsamında yazılım geliştirme projelerinin seçiminde bulanık AHP' e dayalı yeni bir metodoloji geliştirilmiştir. Huang vd. (2008) çalışmasında Tayvan'da hükümet tarafından destek verilen AR-GE projeleri üzerinde bulanık AHP' si kullanılmıştır. Endüstriyel Teknik Geliştirme Programı'ndaki uzmanlarla bu projelerin seçim aşamasında bulanık AHP yaklaşımının uygun olup olmadığı görüşülerek kamu

sektöründe AR-GE proje seçimlerinde bulanık AHP yöntemi yaygınlaştırılmaya çalışılmıştır.

Bulanık AHP' nin çözümü için önerilen yöntemlerden bazıları ise aşağıda özetlenmiştir:

- ✓ Van Laarhoven ve Pedrcyz (1983): Saaty (1980)'nin önerdiği AHP yöntemini üçgen bulanık sayılar kullanarak geliştirmişlerdir. Hesaplama adımları AHP ile aynı olan yöntemde bulanık ağırlıklar ve bulanık performans değerleri, Lootsma' nın logaritmik en küçük kareler yöntemi kullanılarak elde edilmektedir (Chen vd 1992: 339).
- ✓ Buckley (1985): Saaty (1980)' nin önerdiği AHP yöntemi ile aij bulanık karşılaştırma oranlarını birleştirerek yeni bir model geliştirmiştir. Van Laarhoven ve Pedrcyz (1983)' nin yöntemindeki iki soruna dikkat çekmiştir. Bu sorunlardan ilki, elde edilen doğrusal denklemlerin her zaman tek çözüme sahip olmamasıdır. İkincisi ise, Van Laarhoven ve Pedrcyz (1983) yöntemlerinde üçgen bulanık sayıları kullanmaktayken, Buckley (1985) yamuk bulanık sayıları kullanmıştır (Kahraman vd. 2008: 63).
- ✓ Boender vd. (1989): Van Laarhoven ve Pedrcyz (1983)' nin yöntemini değiştirmişlerdir. Önceliklerin normalleştirilmesine daha doğru bir yaklaşım sunmuşlardır (Boender vd. 1989: 134).
- ✓ Chang (1992-1996): Chang tarafından ortaya konan “Genişletme Analizi Tekniği” işlem süreçlerinin AHP yöntemine yakın olması ve kullanım kolaylığı nedeni ile sıklıkla tercih edilmektedir (Kaplan, 2007: 38). Karşılaştırma aşamasında üçgen bulanık sayılar tercih edilir ve ikili karşılaştırma yaparken genişletme analizi tekniği önerilmektedir.
- ✓ Cheng (1996): Ölçütlerin üyelik fonksiyonlarını oluşturarak bulanık standardı geliştirmiştir. Bu üyelik fonksiyonlarını puanlayarak performans skorlarını elde etmiş ve entropi kavramını kullanarak ağırlıkları hesaplamıştır (Cheng, 1996: 343).
- ✓ Mikhailov (2003): İkili karşılaştırmalarda aralık karşılaştıran ve bulanık tercih programlama yöntemi olarak adlandırılan yeni bir bulanık çözüm yöntemi geliştirmiştir. Yöntemin ayrıca lineer ve lineer olmayan modifikasyonları da bulunmaktadır (Mikhailov 2003: 365).

Çalışmanın Bulanık AHP kısmı Chang (1992)' in derece analizine göre yapılmış olup, bu yöntem tüm ölçütün her birinin olasılık derecesine göre şekillenmektedir. Uzman görüşleri de kullanılarak seçilen dilsel değişkenler için Tablo 4.3' den üçgensel bulanık

değerler seçilerek ikili karşılaştırma matrisleri hazırlanır. Bu matrislerin her bir satırını değerlendirmek için alt toplam hesaplanarak (l, m, u) kümesi oluşturulur. Bir sonraki aşamada ölçütler için üçgensel bulanıklık değeri bulunarak M_i (l_i, m_i, u_i) kümesi oluşturulur ve sürece bu küme ile devam edilir. Bir sonraki aşamada ölçütler için üyelik fonksiyonu oluşturularak ikili karşılaştırmaların her biri için kesişim noktaları tespit edilir. Bulunan bu kesişim noktaları bu noktanın ağırlığına denk gelmektedir. Bu üyelik değeri aynı zamanda olasılık değeri olarak da nitelendirilebilir. Diğer bir yandan, normalizasyon işleminden önce gelen ölçüt ağırlığıdır. Her bir ölçüt için ağırlıklar bulunarak normalleştirme işlemi yapılır ve hiyerarşi seviyesi için kesin önem ağırlığı olarak nitelendirilir (Özdağoğlu ve Özdağoğlu, 2007).

Tablo 4.2. Bulanık AHP’de kullanılan üçgensel bulanık önem skalası (Tolga vd., 2005)

Dilsel Değişken	Açıklama	Üçgensel Bulanık Sayı	Karşıt Üçgensel Bulanık Sayı
Eşit Önemli (EÖ)	Her iki ölçütün eşit öneme sahip olması	(1,1,1)	(1,1,1)
Orta Önemli(OÖ)	i.ölçütün j.ölçütten biraz fazla önemli olması	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)
Güçlü Önemli(GÖ)	i.ölçütün j.ölçütten daha fazla önemli olması	(1,3/2,2)	(1/2,2/3,1)
Çok Güçlü Önemli(ÇGÖ)	i.ölçütün j.ölçütten çok güçlü önemli olması	(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)
Kesinlikle Önemli(KÖ)	i.ölçütün j.ölçütten ekseriyetle önemli olması	(2,5/2,3)	(1/3,2/5,1/2)

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ Ölçüt kümesi olarak ve hedef kümesi olarak adlandırılınsın. Ölçüt kümesinin bütün elemanlarının her biri alınarak hedef kümesi elemanının her biri için derece analizi yapılarak, ($i=1,2,\dots,n$) ve ($j=1,2,\dots,m$) biçimde m tane üçgensel bulanık derecesi değeri oluşturulur. Analizinin aşamaları aşağıda belirtilmektedir.

Aşama 1: i. ölçüt için sentetik bulanıklık derecesi denklem (4.15)’e göre hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (4.15)$$

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j, \right) \quad (4.16)$$

Denklem (4.16) $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ kullanılarak denklem (4.17)'deki gibi hesaplanır.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i, \right) \quad (4.17)$$

Denklem (4.17) sonucu vektörünün tersi alınarak denklem (4.18) ile hesaplanır.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (4.18)$$

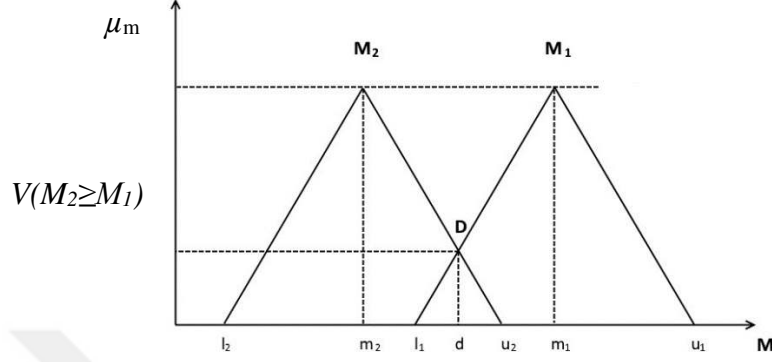
Aşama 2: $M_1(l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2(l_2, m_2, u_2)$ olacak şekilde iki üçgensel bulanık sayı alınarak $M_2(l_2, m_2, u_2) \geq M_1(l_1, m_1, u_1)$ için olasılık derecesi aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (4.19)$$

Bu denklemdeki x ve y değerleri küme içerisindeki ölçütün her biri için üyelik fonksiyonundaki ordinat değerleri olarak adlandırılır. Denklem (4.19) denklem (4.20) olarak yazılabilir.

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_2 \cap M_1) = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & m_2 \geq m_1 \\ 0 & l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 \geq u_2) - (m_1 \geq l_1)} & dd \end{array} \right\} \quad (4.20)$$

M_1 ve M_2 değerlerinin kıyaslaması için $V(M_2 \geq M_1)$ değeri ile $V(M_1 \geq M_2)$ değerinin biliniyor olması gereklidir.



Şekil 4.4. İki üçgensel bulanık sayı için kesişim durumu (Chang, 1996)

Aşama 3: k tane $M_i (i = 1, 2, 3, \dots, k)$ dışbükey bulanık sayıdan başka bir dışbükey bulanık sayının daha büyük olma derecesi aşağıdaki gibi gösterilir:

$$V(M \geq M_1, M_2, M_3, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } (M \geq M_3) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] \quad (4.21)$$

$$= \min V(M \geq M_i), i = 1, 2, 3, \dots, k.$$

$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k), k = 1, 2, 3, \dots, n; k \neq i$ için ağırlık vektörü Denklem (4.22)' e göre hesaplanır:

$$W' = [d'(A_1), d'(A_2), d'(A_3), \dots, d'(A_n)]^T \quad (4.22)$$

Aşama 4: Ağırlık vektörlerinin normalleştirme işlemi yapılır:

$$W = [d(A_1), d(A_2), d(A_3), \dots, d(A_n)] \quad (4.23)$$

Denklem (4.23)'teki W vektörü normalleştirme sonrasında bulanık değildir ve d değeri μ_{M_1} ile μ_{M_2} değerleri arasında bulunan en yüksek kesişme noktası olarak tanımlanan D' nin koordinatı olarak tanımlanır.

Yapılan işlemler sonrasında Bulanık AHP işleminin tutarlılık hesaplarını yapmak gerekmektedir. Bulanık AHP yapısında standart AHP yapısından farklı olarak ölçüt

ağırlıklarının hesaplanması işlemine başlanmadan üçgensel dilsel değişkenlerle bulanık hale getirilmiş yapının tutarlık oranı hesaplaması işlemi yapılması gerekmektedir. Tutarlık oranının 0,1’değerinden yüksek olması durumunda karar vericiler tarafından dolduran kıyaslama tabloların gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bulanık yapıların tutarlılık oranlarının hesaplanması ile ilgili çok çalışma olmamakla birlikte en etkin yöntem Kwong ve Bai (2003) tarafından uygulanan yaklaşımdır. Tutarlık oranı her bir karar verici için hem ana kriterlerin kıyaslaması hem de her bir alt ölçüt kıyaslaması için yapılır. Bu nedenle toplam karar verici sayısı x matrislerin toplamı kadar işlem yapılır.

$$M_d = \frac{l + 4 \times m + u}{6} \quad (4.24)$$

Denklem 4.24’e göre durulama işlemi yapılır. Tüm matrisler durulaştırılması yapılarak üçgensel sayının duru hali elde edildikten sonra oluşan tablonun sütunlarının toplamı alınır. Bu toplam her bir sütundaki durulaştırılmış sayıya bölünerek ağırlıklı durulaştırılmış sayı elde edilir. Sonrasında matristeki her bir ölçüt için satırların aritmetik ortalaması ile W sütunu elde edilir. Durulaştırılmış olan ilk matris W sütunu matris olarak çarpma işlemi yapılarak V vektörü elde edilir. Alınmış olan sonuç vektörünün aritmetik ortalaması alınarak $\lambda_{\max}$ elde edilir.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (4.25)$$

Elde edilen CI değeri ile tutarlık oranı hesaplaması yapılarak 0,1 değerinin altında olduğu kontrol edilir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4.26)$$

Tablo 4.3. Rassallık indeksi (RI) (Saaty, 1980)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56

5. MARCOS YÖNTEMİ

Bu bölümde MARCOS, Bulanık MARCOS ve Bulanık MARCOS yöntemlerinin anlatılmıştır.

5.1. MARCOS Yöntemi

The Measurement of Alternatives and Ranking According to Compromise Solution kısaltması olan MARCOS yöntemi alternatiflerin uzlaşma çözümlerine göre sırlanmasını temel almaktadır.

Bu yöntem ideal ve anti-ideal olan referans değerlerle alternatiflerin birbirleri ile ilişkilerini temel almaktadır. Karar verme tercihleri menfaat değerlerine göre yorumlanmaktadır. Menfaat değerleri ise hesaplandığı alternatif için ideal ve anti-ideal durum ile arasındaki konumu göstermektedir (Stanković vd., 2020).

En iyi çözüm menfaat değerinin ideal referans noktasına en yakın olan yakın olan çözüm olup, menfaat değerlerinin ideal değerle olan arasındaki mesafeye göre sıralanması sonucunda ideal çözümlerin sıralanması sonucunda alternatifler sıralanarak alternatiflerin en iyi ile en kötü arasındaki durum gözlemlenebilir. Yöntemin çalışma aşamaları aşağıdaki gibidir,

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Adım 2: Genişletilmiş bir başlangıç matrisinin oluşumu. Bu adım ideal ve anti-ideal çözümleri tanımlar. İdeal çözüm, belirli ölçütler için en iyi alternatifi olan bir alternatiftir, diğer yandan anti-ideal çözüm, belirli ölçütler için en kötü alternatiftir. Bu durum aşağıdaki denklemlere dayanmaktadır.

$$AAI = \min x_{ij} \quad \text{if } j \in B \quad \max x_{ij} \quad j \in C \quad (5.1)$$

$$AI = \max x_{ij} \quad \text{if } j \in B \quad \min x_{ij} \quad j \in C \quad (5.2)$$

Burada B maksimizasyon ve C minimizasyon durumu içindir.

Adım 3: Normalizasyon matrisinin oluşturulmasıdır. Bu matris aşağıdaki denklemler ile elde edilir,

$$n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}} \quad \text{if } j \in C \quad (5.3)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}} \quad \text{if } j \in B \quad (5.4)$$

Burada x_{ij} ve x_{ai} elemanları başlangıç matrisinin elemanlarını temsil etmektedir.

Adım 4: Ağırlıklı matrisin elde edilmesi aşamasıdır. Ağırlıklı matris normalizasyon matrisi ile daha önceden başka bir yöntem ile elde edilmiş olan alternatiflerin değerlendirildiği ölçütlerin ağırlıklarının çarpımı sonucunda elde edilir.

Adım 5: Menfaat derecelerinin hesaplanması aşamasıdır. Aşağıdaki denklemler ile her bir K_i için menfaat derecelerinin hesabı yapılır. Si burada elemanların toplam matrisini temsil etmektedir.

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{ai}} \quad (5.5)$$

$$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}} \quad (5.6)$$

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (5.7)$$

Adım 6: Menfaat fonksiyonlarının hesaplanması işlemi yapılır. Her bir alternatifin menfaat fonksiyonu $f(K_i)$ aşağıdaki denklemler yardımı ile hesaplanmaktadır. Burada (K_i^-) anti-ideal duruma karşı olan menfaat fonksiyonu olup, (K_i^+) ideal duruma karşı olan menfaat fonksiyondur.

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1 - f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1 - f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \quad (5.8)$$

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-} \quad (5.9)$$

$$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-} \quad (5.10)$$

Adım 7: Hesaplanan alternatiflerin menfaat fonksiyonlarının sıralaması yapılarak en iyi alternatife ulaşılır.

5.2. Yeni Bulanık MARCOS Yöntemi

Bu yöntem geliştirilmiş olan MARCOS yönteminin nitel ve nicel ölçütler için değerlendirilmesini amaçlamakta olan yeni bir yöntemdir. Yöntemin ilerleme aşamaları aşağıda belirtilmiştir,

Adım 1: Başlangıç bulanık karar modeli oluşturulur. Bu matris n durum için m kadar alternatiften oluşan bir matris olarak gösterilebilir.

Adım 2: Genişletilmiş başlangıç matrisi oluşturulur. Bu aşamada $\tilde{A}$ (AI) anti-ideal durum ve $\tilde{A}$ (ID) ideal durum tanımlaması da yapılmaktadır. Burada B ölçüt grubunun maksimizasyonunu simgelerken, C ölçüt grubunun minimizasyonunu simgelemektedir.

$$\tilde{A}(\text{AI}) = \min \tilde{x}_{ij} \quad \text{if } j \in B \quad \text{ve} \quad \max \tilde{x}_{ij} \quad \text{if } j \in C \quad (5.11)$$

$$\tilde{A}(\text{ID}) = \max \tilde{x}_{ij} \quad \text{if } j \in B \quad \text{ve} \quad \min \tilde{x}_{ij} \quad \text{if } j \in C \quad (5.12)$$

Adım 3: Bu adımda normalleştirilmiş bulanık matris oluşturulur. $\tilde{N} = [n_{ij}]_{m \times n}$ aşağıdaki denklemler yardımı ile bulunur,

$$\tilde{n}_{ij} = (n_{ij}^l, n_{ij}^m, n_{ij}^u) = \left(\frac{x_{ij}^l}{x_{ij}^u}, \frac{x_{ij}^l}{x_{ij}^m}, \frac{x_{ij}^l}{x_{ij}^l} \right) \quad \text{if } j \in C \quad (5.13)$$

$$\tilde{n}_{ij} = (n_{ij}^l, n_{ij}^m, n_{ij}^u) = \left(\frac{x_{ij}^l}{x_{ij}^u}, \frac{x_{ij}^m}{x_{ij}^u}, \frac{x_{ij}^u}{x_{ij}^u} \right) \quad \text{if } j \in B \quad (5.14)$$

Adım 4: Ağırlıkların normalleştirilmiş matris ile çarpılması ile ağırlıklandırılmış normalizasyon matrisinin oluşması sağlanır.

$$\tilde{v}_{ij} = (v_{ij}^l, v_{ij}^m, v_{ij}^u) = \tilde{n}_{ij} \otimes \tilde{w}_{ij} = (n_{ij}^l \otimes w_{ij}^l, n_{ij}^m \otimes w_{ij}^m, n_{ij}^u \otimes w_{ij}^u) \quad (5.15)$$

Adım 5: Toplam ağırlık element matrisi $\tilde{S}$ nin hesaplaması yapılır.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{v}_{ij} \quad (5.16)$$

Adım 6: Bulanık menfaat değer hesaplaması $\tilde{K}_i$ 'nin hesaplaması aşağıdaki denklemler ile yapılır.

$$\tilde{K}_i^- = \frac{\tilde{S}_i}{\tilde{S}_{ai}} = \left(\frac{s_{ij}^l, s_{ij}^m, s_{ij}^u}{s_{ai}^u, s_{ai}^m, s_{ai}^l} \right) \quad (5.17)$$

$$\tilde{K}_i^+ = \frac{\tilde{S}_i}{\tilde{S}_{id}} = \left(\frac{s_{ij}^l, s_{ij}^m, s_{ij}^u}{s_{id}^u, s_{id}^m, s_{id}^l} \right) \quad (5.18)$$

Adım 7: Toplam menfaat matrisi $\tilde{T}_i$ nin hesaplaması aşağıdaki denklem ile yapılır. Bu işlem $\tilde{D}$ durulama sayısının bulunması için gereklidir. Bu durulama sayısının durulama işlemi ile dfcrisp sayısı menfaat değerlerinin fonksiyon hesaplaması için kullanılmak üzere hesaplanır.

$$\tilde{T}_i = \tilde{t}_i = (t_{i,i}^l, t_{i,i}^m, t_{i,i}^u) = K_i^+ \oplus K_i^- = (k_i^{-l} + k_i^{+l}, k_i^{-m} + k_i^{+m}, k_i^{-u} + k_i^{+u}) \quad (5.19)$$

$$\tilde{D} = (d^l, d^m, d^u) = \max_i \tilde{t}_{ij} \quad (5.20)$$

$$df_{crisp} = \frac{l+4m+u}{6} \quad (5.21)$$

Adım 8: $f(K_i^+)$ ideal ve $f(K_i^-)$ anti-ideal çözüm durumlarına ulaşmak için menfaat değerlerinin fonksiyonları aşağıdaki denklemler ile hesaplanır. Sonrasında menfaat değerleri ve menfaat fonksiyonlarının durulaştırılması yapılır.

$$f(\tilde{K}_i^+) = \frac{\tilde{K}_i^-}{df_{crisp}} = \left(\frac{k_i^{-l}, k_i^{-m}, k_i^{-u}}{df_{crisp}, df_{crisp}, df_{crisp}} \right) \quad (5.22)$$

$$f(\tilde{K}_i^-) = \frac{\tilde{K}_i^+}{df_{crisp}} = \left(\frac{k_i^{+l}, k_i^{+m}, k_i^{+u}}{df_{crisp}, df_{crisp}, df_{crisp}} \right) \quad (5.23)$$

Adım 9: Alternatiflerin menfaat fonksiyonları aşağıdaki fonksiyon üzerinden hesaplanır.

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1-f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1-f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \quad (5.24)$$

Adım 10: Alternatiflerin menfaat fonksiyonlarının sırlaması yapılır. Fonksiyon değeri en büyük olan alternatif ideal çözüme en yakın olan alternatif olarak değerlendirilir.

Geliştirilen yeni bulanık MARCOS yöntemi ile kullanılmak üzere dokuz skalalı dilsel değişkenlerin üçgensel bulanık sayılar için karşılığı Tablo 5.1' den alınmıştır.

Tablo 5.1. Potansiyel sonuçlar için yeni tanımlanan sayılar (Stankovic vd., 2020)

Dilsel Durum	Kod	Puanı
Kesinlikle Kötü	KK	1,1,1
Çok Kötü	ÇK	1,1,3
Kötü	K	1,3,3
Biraz Kötü	BK	3,3,5
Orta	O	3,5,5
Biraz İyi	Bİ	5,5,7
İyi	İ	5,7,7
Çok İyi	Çİ	7,7,9
Kesinlikle İyi	Kİ	7,9,9

5.3. MARCOS Yöntemi Avantajları

Bulanık mantık temelli modellerin aksine MARCOS yöntemi, daha fazla ölçüt ile çok ölçütlü modelleri çözmek için uygun ve esnek yapıda bir yöntemdir. Bunun yanı sıra, önemli özelliklerinden biri olarak model basit bir algoritmaya sahip olmakla birlikte artan ölçüt ve/veya alternatif ile çok kompleks bir yapıya ulaşmamaktadır. Bulanık mantık sistemi ve AHP gibi yöntemlerin aksine karar vericilerin tercihlerini analize etme esnekliğine sahiptir. Algoritmanın esnekliği skaladan bağımsız olarak uzman tercihlerini işleme yetkinliği olarak tanımlanmaktadır. MARCOS yöntemi oran yöntemi ile referans noktası yöntemi ile temel kapsamlı bilgi şemasını elde eden bir yöntem olarak geliştirilmiştir (Stankovic vd., 2020).

MARCOS yöntemi, sağlam bir karar vermek için üç noktayı birleştirme ile hareket eder. Bu noktalar referans noktaların tanımlanması, alternatifler ile referans noktaları arasındaki ilişkinin belirlenmesi, referans çözümler için alternatiflerin menfaat fonksiyonlarının belirlenmesidir. Bu yöntem ile sıralama yaklaşımı güdülmemektedir.

Sıralama yaklaşımı ve yöntem itibari ile yakınlık gösterdiği TOPSIS yöntemine göre daha fazla kararlılık göstermektedir. Karar ölçütlerinde yapılan değişimler sonucunda oluşan sonucu hassasiyetle gösterimini sağlamaktadır. Ayrıca dinamik ortamlarda kıyaslandığında sonuç açısından yüksek oranda güvenilirlik sağlamaktadır. TOPSIS yönteminde en kötü yöntemin kaldırılması durumunda mevcut sıralamada değişikliğe yol açmakta ve sıralama değişmesi problemi meydana gelmektedir. Diğer bir yandan MARCOS yönteminde böyle bir durum söz konusu değildir.

Method SAW, ARAS, WASPAS ve EDAS gibi yöntemler ile arasındaki korelasyon Tablo 5.2’ de göstermektedir. Stevic (2020) yapılan yöntemlerin kıyaslamasında görüleceği üzere SAW ve ARAS yöntemleri ile MARKOS yöntemi en yüksek puanı almış ve eşit derecelerdedir. Sonrasında ise WASPAS yöntemi gelmektedir. EDAS, Confort Control Solution (COCOSO) ve TOPSIS yöntemleri ile diğerlerine göre oldukça düşük bir değere sahip kalmaktadır (Stevic vd.,2020). Bu özellikleri ile karar için gerçekli ve istikrarlı bir çözüm desteği sağlamakta olan MARKOS yöntemi ayrıca oldukça yüksek oranda hassas sonuç vermesine karşılık olarak gerçek hayat problemlerinin dinamikliğinde uygulama kolaylığı ile yardımcı olmaktadır.

Tablo 5.2. Yöntemlerin istatistiksel korelasyon sıralaması (Stevic vd.,2020)

	MARCOS	SAW	ARAS	WASPAS	EDAS	CoCoSo	MABAC	TOPSIS	AV
MARCOS	1.000	1.000	1.000	0.999	0.968	0.909	0.919	0.875	0.959
SAW	-	1.000	1.000	0.999	0.968	0.909	0.919	0.875	0.953
ARAS	-	-	1.000	0.999	0.968	0.909	0.919	0.875	0.945
WASPAS	-	-	-	1.000	0.967	0.906	0.916	0.870	0.932
EDAS	-	-	-	-	1.000	0.845	0.917	0.846	0.902
CoCoSo	-	-	-	-	-	1.000	0.911	0.819	0.910
MABAC	-	-	-	-	-	-	1.000	0.924	0.962
TOPSIS	-	-	-	-	-	-	-	1.000	1.000
				Total average					0.945

6. TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME SÜRECİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Bu bölümde bir üretim işletmesinde satın alma departmanının yeni yatırım makinelerin satın almalarında sistem kurulması ve çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile satın alma uygulamasının yapılması anlatılacaktır. Satın alma süreci yöntemi için Mendoza (2007)' nın yedi aşamalı tedarikçi seçimi baz alınmış ve çok ölçütlü karar verme yöntemi ile birleştirilerek uygulanmıştır. Çok ölçütlü karar verme yöntemi olarak literatüre yeni girmiş olan MARCOS yöntemi Bulanık AHP- Bulanık MARCOS olarak hibrit yapıda kullanılmıştır. Çalışmada hesaplamalar Excel programı ile yapılmıştır.

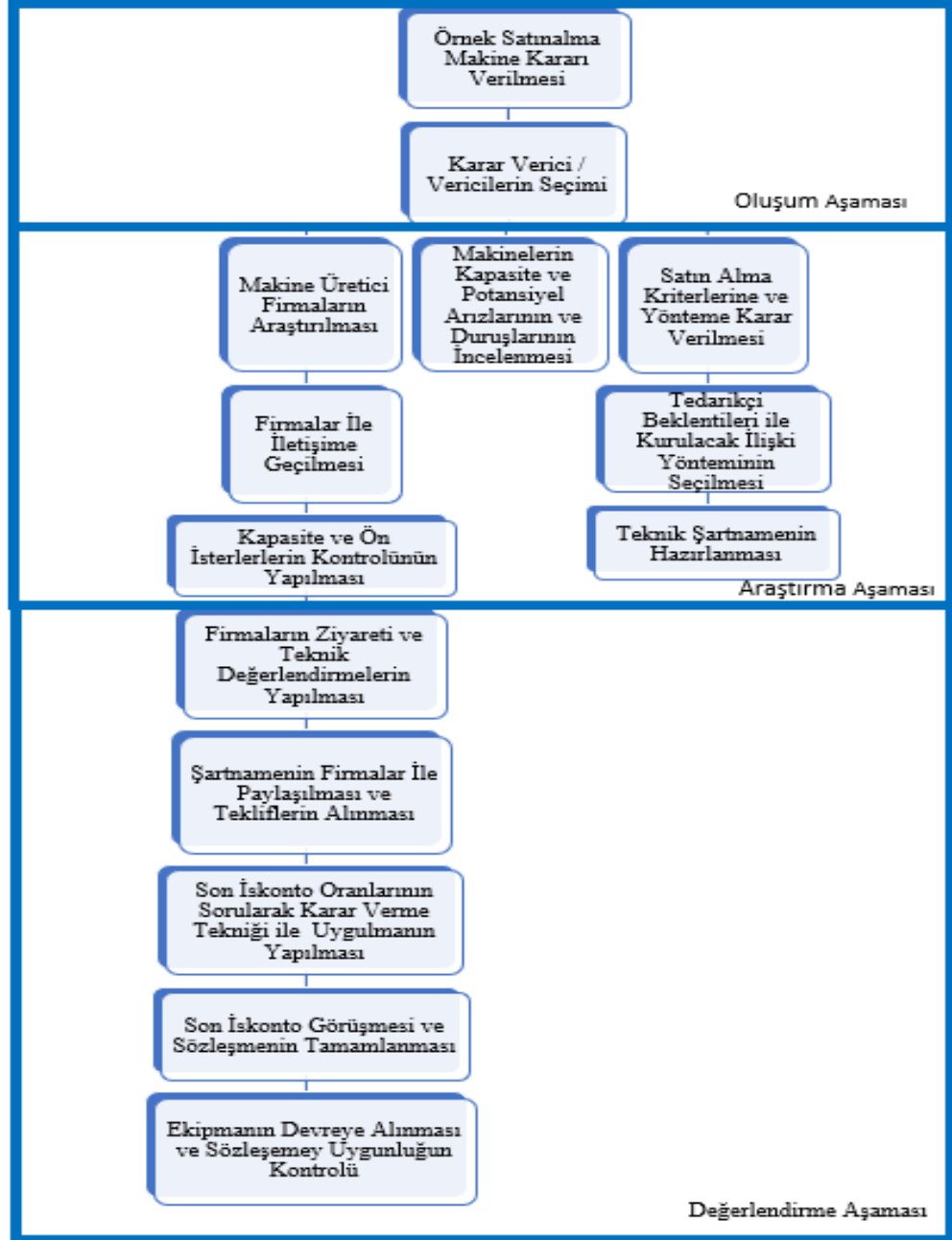
6.1. Çalışma Planı

Firmanın rekabetçi fiyatlarla ile daha kaliteli ürünleri sunmasını sağlayacak mühendislik açısından uygun bir değerlendirme süreci oluşturmak ve alternatif tedarikçilerin ölçütler bazında değerlendirerek karar verme yöntemleri kapsamında analitik olarak uygun tedarikçi seçim kararının verilmesini sağlayacak bir yapı oluşturulması istenmektedir. Bu nedenle öncelikle yatırım kararları arasında örnek oluşturması amacı ile örnek ekipmanın seçilmesi ve sonrasında bu sürece karar verici veya vericilerin seçilmesi gereklidir. Ekipman seçiminde mevcut sistemler ile üst yönetimin isterlerini bir araya getiren ölçütleri oluşturması, yöntemle karar vermesi ile tedarikçi stratejileri, tedarik süreçlerinin oluşturulması sonrasında da gerekli uygun olan karar verme tekniğine dayalı olarak tedarikçi seçiminin yapılması hedeflenmektedir.

Yapılmış olan bu çalışmanın süreçleri oluşum, araştırma ve değerlendirme aşamaları olarak üç ana aşama altında değerlendirilmektedir. Oluşum aşamasının temel amacı tedarikçi seçim çalışmasını başlatmak adına tetikleyici mekanizma olarak ihtiyacı temin sorumluluğunun oluşturulması, piyasa, ihtiyaç ve yeni sistem incelemelerinin yapılmasıdır. Araştırma evresinde ise teknik ister ve ihtiyaçların belirlenmesi ile piyasadaki tedarikçilere ulaşılması global piyasada en uygun tedarikçiyi belirlemek adına öncelikle doğru karar vermek adına tedarikçilerin yeterliliğinin değerlendirilmesi ile bu ölçütleri değerlendirmek için gerekli olan uygulama yönteminin seçimi amaçlanmaktadır. Değerlendirme aşamasında yeterliliği kabul görmüş olan tedarikçilerin seçilen ölçütlere göre değerlendirmesinin yapılması ve sonuca ulaşması amaçlanmaktadır.

Bilindiği üzere Mendoza (2007), De Boer (2001)'in yaptığı çalışmalar ile tedarikçi seçim süreçlerine birçok katkısı olmuştur. Mendoza' nın çalışmalarından biri olan tedarikçi süreç aşamaların tanımlanması genel olarak kabul edilen bir yaklaşımdır. Bu

çalışmanın büyük gruplarda görev dağılımının olması, sürecin teknoloji ile hızlanması, artan rekabet süreçlerin eş zamanlı olarak ilerlemesi gibi nedenler ile sıralı süreçler yerine eş zamanlı süreçler ile ilerlemektedir. Günümüzün üretim odaklı rekabetçi ortamı düşünüldüğünde süreç akış şeması için Şekil 6.1 ile çalışma yapılmıştır.

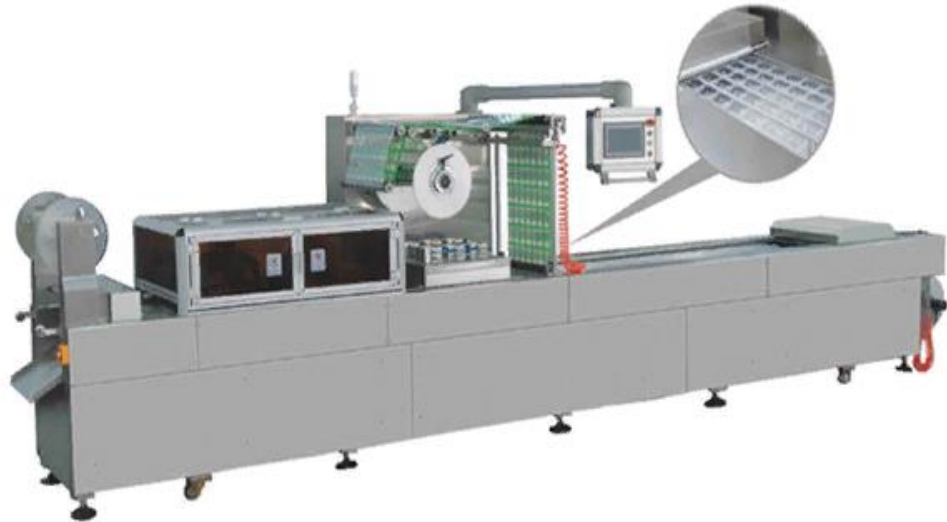


Şekil 6.1. Tedarikçi seçim süreç aşamaları

Mevcut kararın alınmasın karar seviyesinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada yatırım kararı uzun vadeli ve şirket hedeflerini, finansmanı dolayısı ile tüm operasyonları etkilediği yatırımın yapılmasına karar verilmesi stratejik seviye bir karardır. Ekipmanların temin ve devreye alınması çalışması bu karar neticesinde olduğundan ve belli bir operasyon grubunu etkilediği için bu karar taktiksel bir karar olarak nitelendirilmektedir. Bu nedenle karar vericilerin taktiksel kararları alabilecek seviyede uzmanlardan oluşması gerekmektedir.

6.2. Satın Alınacak Üretim Makinesi Özellikleri

Ürün için gerekli olan korumayı sağlayan en önemli yapı ambalajdır. Ürün için doğru ambalaj yapısının seçilmesi hem ürünün korunması hem de ürün maliyetinin doğru oluşması için çok önemlidir. Bazı durumlarda ambalaj ve ambalajlama maliyeti ürünün diğer maliyetlerine oranla çok yüksek olabilmektedir. Termofom paketlenme makinesi ürün ambalajının ısı ile istenilen şekli almasını sağlayan ve bu şekil ile ambalajın işletme literatüründeki sessiz satıcı rolünü oynamasını sağlayan özel bir paketlenme makinesidir. Örnek bir termofom makinesi Görsel 6.1’de verilmiştir. Bu tür makineler genel olarak alt folyo şekil verme, ürün doldurma, mühürleme, tarih basma ve/veya etiketleme ve son olarak kesme ve boşaltma istasyonlarından oluşur.



Görsel 6.1. Termofom paketlenme makinesi örnek görseli

Ambalajın alt ve üst olarak iki folyodan oluşması maliyetleri arttırmakta olsa da bu yapı sayesinde ürünün korunması için gerekli olan modifiye edilmiş ortamın oluşmasını sağladığı için avantajlıdır. Şekil verilen alt folyonun önce ürün yerleştirilir sonrasında da mühürleme kabini içinde istenilen ortam (azot %, oksijen % ve karbondioksit %) oluşturularak üst folyo ile mühürleme yapılarak ürün modifiye ortam içerisine hapsedilir. Sonrasında iste ambalajın istenilen şekilde kesilmesini sağlayan ürün kesme istasyonuna gider ve burada kesim yapılır.

6.3. Karar Vericilerin Belirlenmesi

Karar vericilerin seçimi kararın sonucunu etkilen önemli bir seçim sürecidir. Karar verici veya vericilerin seçiminde deneyimi, alınacak olan kararın seviyesine göre uygun bir pozisyonda olması önem arz etmektedir. Ayrıca karar verici seçimi sırasında yapılacak olan çalışma için yeterli teknik, yönetsel ve piyasa bilgisine sahip olunması gereklidir.

Bu çalışmada istenilen üretim makinesinin temini için toplamda 5 uzman ile çalışılmış ve uzmanların görüşlerine başvurulmuştur. Toplam 6 kişilik uzman ekibi içerisinde bir gıda mühendisi, iki makine mühendisi, bir endüstri-makine mühendisi ile iki endüstri mühendisinden oluşmaktadır.

Satın alma süreci tek seferlik bir makine alınmasında satın alma süreci ve teknik olarak iki ana başlık altında toplanabilir. Bu iki ana başlık altında farklı görev ve süreçler bulunmaktadır.

Karar verici için satın alma sürecindeki çalışmaları domestik ve uluslararası makine firmalarını bulmak, bu firmalar ile iletişim geçmek, sözleşme yönetimi, muhasebe işlerinin yapılması, referans kontrolü, makine sevkiyatı için gerekli olan belgelerin sağlanması olacaktır. Ayrıca firmaların ticari olarak değerlendirmesi için ölçütleri oluşturmak ve firmanın ticari olarak yeterli olduğundan emin olması görevine de sahiptir.

Teknik görev tanımı ise firmanın teknik olarak değerlendirilmesi ve firmanın ürettiği olduğu makinelerin değerlendirilmesi, referans kontrolü, teknik şartnamenin hazırlanması, makinenin fabrika içerisinde kurulacak yere taşınması, gerekli alt yapıyı hazırlaması, satıcı firma mühendisleri ile devreye alma işlemlerini planlaması ve makine kabullünü yapmasıdır.

Bunların yanı sıra karar verici veya vericilerin görevleri yönteme karar verilmesi ve değerlendirmenin yapılmasıdır. Satın alma sürecinde karar verici grubu ile çalışması durumunda grup çalışma süreçlerinin değerlendirilmesi de gereklidir.

6.4. Makinelerin Teknik Değerlendirmesi

Mevcutta çalışmakta olan makinelerin piyasa değerlendirmesi yapılmadan yönetim tarafından doğrudan alınması kararının alınması nedeni ile makinelerin değerlendirilmesi yapılmamıştır.

Benzer çalışmalar incelendiğinde, tedarikçi seçimi konusunda benzer bir ekipmanın ikinci defa seçiminde bir önceki ekipmanının tedarikçisinin olumlu veya olumsuz görüşleri süreç üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Ishakawa (1997) tarafından belirtilen tedarikçide istenilen özellikler arasında tedarikçinin teknolojiyi sürekli takip etmesi ve bu yeni teknolojileri uygulayarak kaliteyi yükseltmesi tanımı ile bir problem içerisinde daha önceden tedarikçinin olumlu ya da olumsuz değerlendirilmesinin zaman içerisinde değişebileceğinden ve alternatifler arasında eşit davranış ilkesi gerektiğinden bu çalışmada mevcut makine tedarikçisi yeni tedarikçiler ile yeniden değerlendirilmiştir.

Makine maliyet değerlendirilmesi yapılırken içerisinde ekipmanların kullanım ömrü ve değişim periyodları ile bakım maliyetlerinin de değerlendirilmesi gereklidir. Bir makinenin ekonomik ömrü olarak belirlenen on beş yıl için makine bedelinin yaklaşık olarak %40'ı makinenin ekonomik ömrü boyunca periyodik bakım ve arız kaynaklı olarak yapılan harcama miktarı olarak belirlenmiştir. Ayrıca farklı zamanlarda alınan aynı marka makinelerin içerisindeki vakum motoru, sürücü, servo motor sistemleri, pnömatik sistemleri gibi alt sistemlerinin marka ve çeşitlerinin farklı oluşu kaynaklı olarak firmanın makineleri operasyonel tutabilmesi adına bakım stoklarının farklı ekipmanlar nedeni ile artması ek stok maliyeti oluşturmakta ayrıca özellikle elektronik ekipmanlar için eğitimli ve deneyimli eleman ihtiyacını arttırmaktadır.

Üretim departmanından gelen istek işletme maliyetleri en az olacak şekilde operatör olması için makinenin tek operatör ile çalıştırabiliyor olması en optimum çözüm olmakla birlikte operatör sayısı makine başına iki kişiyi geçmemesi istenmektedir. Operatör maliyetleri her ne kadar işçilik olarak gözüксе de ulaşım, iş güvenliği ekipmanları, personel eğitimi, izinler ve fazla mesai ihtiyacı gibi durumlarla çok yüksek maliyet oluşturabilmektedir.

6.5. Ölçütlerin Belirlenmesi

Teknik ölçütlerin öncelikli olarak firmanın vizyonu ve politikası kapsamında belirlenmesi ve uygulanabilir bir sistem geliştirilmesi istenmektedir. Bunun yanında departman politikaları ve ilkeleri, normları kapsamında da alt ölçütlerin oluşturulması amaçlanmaktadır.

Firma politikası hijyenik ve efektif ekipmanlarla üretilen rekabetçi ürünleri piyasada yok satma yaşamadan ekonomik fiyatlar ile rakipleri üzerinde fark yaratmak, ayrıca minimum işletme maliyeti ve yeterli personel sayısı ile makinelerini operasyonel tutarak sürekli üretimin sağlanmasıdır. Bu nedenle firma politikası kapsamında ana ölçütlerin maliyet, termin ve teknik uygunluk olduğuna karar verilmiştir.

Satın alma departmanının politikası globalleşen sektörde güçlü oyuncular ile sürdürülebilir birliktelik kurmaktır. Rekabetçi tekliflerin yanı sıra daralan pazarda güçlü satın almalar yapmak adına kabul edilebilir ıskonto oranları elde etmektir.

Departmanın politika ve hedefleri ise mevcut sermayenin uygun şekilde firmaya aktarılmasını sağlayacak ödeme şekillerinin sağlanarak yatırımın miktarının finansal gücünün finans departmanı tarafından, proseslerin etkili şekilde efektif ekipmanlarla yapılması ile üretimin minimum duruş, arıza ve diğer olumsuz etkenlere maruz kalmasını sağlamak ve yatırımların üst yönetimin ön gördüğü çerçevede uygun maliyetle ve zamanda yerine getirmektir.

Üretim departmanı politika ve hedefleri işine ve makinelere hâkim yeterli üretim personeli ile hedeflenen üretim miktarına ulaşmak ve çalışma ortamının efektif, hijyenik olmasını sağlamaktadır. Bu nedenle gerekli olan eğitimlerin düzenlenmesi ve operatörlerin gelişmesini sağlamak amacı ile yeni ekipmanların kurulumunda bir fiil bulunmak üretim departmanının görevidir. Diğer bir politikası ise üretim yönetim sistemlerini geliştirmek, güncelliğini sağlamak ve yeni sistemleri uyarlayarak üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak ve rekabetçi olması amaçlamaktadır.

Bakım departmanı politika hedefleri planlı ve kestirimci bakımlar ile ekipmanların ekonomik ömrü boyunca duruş ve arıza oranları sağlamak, izlenebilir sistemleri sağlayarak efektif üretim yapılmasına destek olmak ve standardizasyon çalışmaları yaparak farklı makinelerde standart ekipmanlar bulundurarak minimum ekipman stok,

satın alma maliyeti yaratmaktır. Belirtilen politika ve hedefler kapsamında seçilen alt ölçütler aşağıda tanımlanmaktadır:

Toplam Maliyet

- ✓ Ödeme Şekli: Firmalar açısından nakdi elinde tutmak ve değerlendirmek önemli olduğundan ekipman yeterliliğini kanıtlayana kadar minimum ödeme yapılması önemlidir.
- ✓ Teklif Fiyatı: Firmanın teklif için verdiği fiyattır.
- ✓ Çalışacak Olan Personel Sayısı: Makinenin kullanımı için gerekli olan personel sayısı tasarımlarda değişiklik yaratabilir. Bu durum kullanımda ilave maliyet oluşturmaktadır.
- ✓ Ekipman Kullanım Ömrü Boyunca Tahmini Bakım Maliyeti: Firmanın şartnameye göre makine içerisinde bulundurulanan ekipmanlara göre makine kullanım ömrü boyunca değişimi, bakımı için yapılacak olan masraf durumu
- ✓ İskonto Oranı: Firma için makine fiyatı üzerinden yapılmış olan maksimum ıskonto ile satıcılarının verebileceği minimum fiyatın sağlanması istenmektedir, ancak ıskontonun belli bir oranın üstünde olması firmanın ilk teklifinin yüksek verdiğini ve verilerle oynama yoluna gittiğinin göstergesi olduğundan olumlu olduğu kadar olumsuz da bir kısıttır.

Teknik Uygunluk

- ✓ Standardizasyon: Ekipman tasarımlarında mümkün oldukça standart veya benzer ekipman seçilmesi bakım süresi ve yedek parça stoku için önem arz etmektedir.
- ✓ OEE: Tercih edilecek olan ekipmanın etkinliğinin değerlendirilmesi maliyet ve teknik açıdan önem arz etmektedir.
- ✓ Hazır parça oranı: Piyasadaki herhangi bir distribütör, tedarikçiden bulunabilecek (yani satıcı firmaya bağlı olunmayan parça) parça oranıdır. Satıcıya bağlı kalınması istenmediğinden bu oranın makinedeki toplam parça sayısına oranının minimum olması istenmektedir.
- ✓ Şartnameye uygunluk: Ekipmanın doğru seçimi ve müşteri isterlerinin sağlanması açısından tedarikçinin müşteri isterlerini iyi anlaması ve bunu sağlamasının % üzerinden değerlendirilmesidir.

Termin

- ✓ Zamanlama: Sipariş ile makinenin fabrikada aktif olarak sıkıntısız çalışmaya geçeceği sürenin minimum olması istenmektedir.
- ✓ Arıza destek süresi: Makinenin fizibilite açısından hesaplanan operasyonel değerlere uygun olması önemlidir. Bu nedenle herhangi bir arıza durumunda tedarikçinin müdahale süresi önem arz etmektedir.
- ✓ Yedek parça temin süresi: Herhangi bir arıza durumunda firmanın gerekli olan parçanın temini için taahhüt ettiği süre (Üretimi en zor olan parça/parça grubu /sistem veya istasyonun temini olarak düşünülmelidir.)

Tedarikçi seçimi için seçilen ölçütlerin tedarikçilerin değerlendirilmesinde ne derece önemli olduğu bilinmesi, böylece her bir ölçütün tedarikçi değerlendirmedeki önemine göre ölçütler üzerinden tedarikçilerin değerlendirilmesi hedeflemiştir. Bu nedenle çalışma iki aşamada gerçekleşmiştir. Birinci aşama ölçütlerin önemlerinin belirlenmesidir. Bu aşama için Bulanık AHP kullanılmıştır. İkinci aşama tedarikçilerin ağırlığı ölçütlere göre değerlendirilmesidir. Bu aşamada ise Bulanık MARCOS kullanılmıştır.

Bu ölçütler kapsamında değerlendirme yapıldığında disiplin ile çalışmanın söz konusu oluşu, kaynak farklı bakış açıları nedeni ile ölçütlerin değerlendirilmesi gereklidir. Ayrıca yapılacak olan çalışmanın farklı makine alımlarına örnek olması açısından anlaşılır ve farklı seviye (teknisyen, operatör, yönetici, mühendis vb.) grupları için değişiklik gerektirmeden uygulanabilmesi ve sistematik olarak tekrarlanmasının sağlanması amaçlanmaktadır. Ayrıca fiyat ve zaman kavramlarının olması ve bu kavramların kişiler arasında farklılıklar oluşturulması nedeni ile Bulanık AHP sistemi ile ölçütlerin değerlendirilmesinin yapılmasına karar verilmiştir. Bulanık yapının kullanılmasındaki temel amaç nicel veriler olsa da bu verilerin kişiler tarafından kişilerin bakış açısı ve beklentisi ile değerlendirildiğinde farklı sonuçlara gidilebilmesini önlemektir.

Tedarikçilerin değerlendirilmesi için her bir tedarikçinin her bir ölçüt için teker teker değerlendirilmesi ve son aşamada alınacak termin tarihi kaynaklı değişiklikler için sonucun tek bir tedarikçiyi göstermesi yerine tedarikçilerin en iyisi başta olacak şekilde sıralaması istenmektedir. Böylece herhangi bir durumda bir sonraki tedarikçinin seçimi için çalışmanın yenilenmesi gerekmeyecek ve maliyet oluşmayacaktır. Bu çalışmada MARCOS yöntemin seçilmesindeki neden literatürde yeni olan MARCOS yönteminin

gerçek problemlerdeki kullanım kolaylığı ve alternatiflerden birinin değerlendirilmemesi durumunda sonucunu değiştirmeyen bir yapıya sahip olması nedeni ile tekrarına gerek duymamasıdır. Tedarikçi seçim çalışması için Bulanık AHP ve Bulanık MARCOS yöntemi hibrit olarak kullanılmıştır. Böylece ölçütteki kişi inisiyatifine ve deneyim, şahsi beklentilerinin değerlendirilmesi bulanık mantık ile sağlanacak ve diğer bir yandan tedarikçinin son pazarlık aşamasında termin düzeltilmesi vb. durumlarda MARCOS uygulamasının çıktısındaki sıralama işlem tekrarlanmayacaktır. Ayrıca firma ziyareti, satın alma karar süreci içerisindeki firmalar ile etkileşimden doğan nicel kavramsal değerlendirmelerle birlikte değerlendirme süreci sağlanmıştır.

Bu yöntemlerin seçilmesindeki diğer bir amaç ölçütlerin herhangi bir program ile kolayca hesaplanabilir olması, sistem oluşturulması amaçlandığı için bu çalışmanın (Tablo 5.1) başka makine ve ekipmanlar için kolayca ölçütlerin gözden geçirilerek uygulanması ve toplam süreç maliyetlerinin (yönetimsel giderlerin) azaltılmasını sağlamakla beraber alınan kararların kişi bazlı olmaktan çok karar verme grubuna ait ve mühendislik temellerine uygun olmasıdır.

Dickson (1966)'nın yapmış olduğu çalışmada kalite, termin ve fiyat durumunun hemen hemen her durum için temel ölçütler arasında olması ve incelenmesi gerektiği göz önüne serilmiştir. Daha sonra yapılmış olan çalışmalarda Ek 2' ve Ek 3' de de görülebileceği gibi bakım maliyeti, kullanım ömrü boyunca oluşacak maliyetler, ödeme durumu gibi ölçütler birçok çalışmada değerlendirilmiş ve kullanılmıştır. Bu ölçütler yatırımların korunması için gerekli ve değerlendirilmesi gerektiğinin destekleyen çalışmalardır.

Diğer bir yandan daha önceki çalışmalardan farklı olarak kullanılan ölçütler olarak OEE, standardizasyon ve hazır parça oranı gösterilebilir. OEE ikinci bölümde bahsedildiği gibi yapılmakta olan yatırımın doğruluğunu ve etkinliğini kanıtlayan bir sonuç çıktısı açısından önem arz etmektedir. Ayrıca çalışmanın temelinde hedeflenen ekipmanların operasyonel olmasını sağlamakla birlikte piyasaya sürülebilecek doğruluktaki çıktının en yüksek değerde olmasını sağlayarak yatırım hesaplarının korunmasına yardımcı olan bir ölçüttür.

Standardizasyon ölçütü temelinde mümkün oldukça az stok yapılarak makine, ekipman için gerekli olan yedek parçaların stok maliyetinin ve stok yatırımın

azaltılmasının yanı sıra makinenin operasyonel olmasını sağlayacak maksimum stokun bulunmasını amaçlamaktadır. Bu durum birbirine yakın olan tasarımların birleştirilerek temelinde birbiri ile değiştirilebilir veya birbiri ile eş parçaların kullanılmasını hedeflemektedir. Bu konuya bir örnek verilecek olursa motor boyutları olarak makine içerisinde kullanılan istasyonlardaki motorların birinin 1,1 kw gücünde ve diğerinin 1.5 kw olması başka birinin de 0,8 kw olması durumunda hepsinin motor devirlerinin ayarlanması ile 1,1 kw ya da 1,5 kw olarak kullanılması ile üç farklı motor yerine tek tip motor ile üç farklı noktaya müdahale edilmesi durumunun oluşturmaktadır.

Hazır parça oranı olarak belirtilen ölçütte ise stok yapılabilecek olan parçaların miktarının fazlalığı ile bir arıza durumunda arıza süresinin minimize edilmesini hedeflemektedir. Bu durumda bulunan stoklar benzer makineler içinde kullanılabileceği için bir motorun, piston ya da rulmanın standart olması durumunda başka ekipmanlarda da kullanılabilmesi durumunu oluşturmakta ve stok maliyetini düşürmektedir. Diğer bir nokta ise standart dışı olan parçaların termin süresinin ve maliyetlerinin standart parçalara oranla yüksek olması, tedarikçiden başka üretici olmaması gibi kısıtlı durumların oluşmasının önüne geçmektir. Bu maddenin temel amacı kullanım ömrü boyunca makinenin tüm arıza durumlarını en aza indirerek optimum maliyetler ile makinenin operasyonel tutulmasını sağlamaktadır.

Literatürdeki çalışmalarda doğrudan olmasa da dolaylı olarak belirtilen kısıtlar olarak arıza destek süresi ve yedek parça termin süresi ölçütlerine muadil veya temelinde arıza durumunda destek sağlanmasının garanti altına alınmasını hedefleyen ölçütler kullanılmıştır. Bu ölçütler temsilciliğinin bulunması, satış sonrası servis, orijinal parça temini, bakım ekibi bulunması gibi ölçütler olarak daha önceki çalışmalarda görülmüştür. Bu ölçütlerin arıza durumunda destek sağlanması hedefinin yanı sıra bu arızanın minimum sürede giderilmesi ile ekipmanın operasyonel tutulması ve hesaplanmış olan yatırım geri dönüşünün sağlanması ile yapılan yatırımın korunması amaçlanmaktadır.

Literatür araştırmasındaki dikkat çeken daha önceki ekipmanların kıyaslanması durumudur. Bu durum bu çalışmada sadece daha önceden alınmış olan ekipmanların kullanım süreleri boyunca oluşturdıkları masrafları kıyaslamak ve ortalama bir makinenin kullanım ömrü boyunca gereken maliyeti çıkartmak için hesaplanmış bir ölçüt olarak değerlendirilmemiştir. Bunun nedeni mevcut tedarikçinin rekabetçi olarak

konumlanmasının yanı sıra diğer potansiyel tedarikçilerinde teknik şartları sağlaması ve teknoloji, maliyet avantajlarının sunulmasının istenmesidir.

Ekipman temini olarak yapılan çalışmalarda teknik gereksinimlerin ölçüt olarak kullanılması ve kıyaslamaya dahil edilmesi durumu da gözlemlenmiş olup makine isterlerinin net olması, bunların teknik olarak tüm firmaların aynı beklentiyi karşılamanın bir zorunluluk olması nedeni ile teknik gereksinimlerin ölçüt olarak değerlendirilmeden şartname olarak firmalara verilmesi ve tüm firmaların bu şartnameye ne kadar uyduğunun incelenmesi için şartnameye uygunluk ölçütü oluşturulmuştur. Buna bir örnek olarak paket içi oksijen oranının %1'in altında olması ya da saatlik ürün çıktısı gereksinimi verilebilir. Bu gereksinimler her firma tarafından istenilen seviyede veya daha fazla olarak karşılanmalıdır, ancak bunun fazlalığının değerlendirilmesi gerekmemektedir. İstenilenin fazlasının sağlanması makinede fazla tasarımın (over-design) yapıldığının bir göstergesi olmaktadır. Bu teknik gereksinimlerinin sağlanmasını değerlendiren şartname uygunluğu tüm firmaların teknik olarak gereksinimlere ne kadar uyduğunu ve taahhüt ettiğini gösteren bir ölçüttür. Bu ölçüt ile teknik durumun sağlanması değerlendirilmesi yapılmakla birlikte diğer makine seçim çalışmalarından farklı olarak ölçütler ve yöntem sabit kalarak sadece çalışma ekibi ve teknik şartname değiştirilerek işlemin hızlı bir şekilde tekrarlanması sağlanmıştır. Mendoza (2007)'nın da desteklediği gibi ekipman seçimlerinde kullanılan ölçütler ticari ve teknik kabiliyetlerinden karmasından oluşmaktadır. Bu oluşum nedenli olarak çalışmaların başka bir ekipman için kullanılması değerlendirilmesi veya yeni bir yapının oluşması vakit aldığından düzenli olarak alım yapmakta olan büyük firmalarda iş yükü oluşmasına neden olmakta ve bu da çalışmaların aksamasına veya incelemelerin yüzeysel yapılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle üretim, bakım, proje gibi teknik ekiplerin teknik isterleri ile satış, pazarlama ve üretim planlama tarafından gelen üretim kapasitesi bilgisinin harmanlayarak net olarak beklenen teknik bilgilerin ÇÖKV mantığındaki kıyaslanabilecek aralıktaki firmaların kıyaslaması için kolay bir yapı oluşturmaktadır. Ölçüt seçiminde firma yapısı, vizyon ve politikalarının da incelenmesi ile sürdürülebilir bir yöntem geliştirilmesi için çalışılmıştır.

6.6. Finansal Değerlendirme

Seçilen ölçütlerin uygulanmasından önce makine üreticisi firmaların sürdürülebilirlik açısından, finansal yapısı ile firma istekleri uyulaabilecek bir yapıya uygunluğunun değerlendirilmesi ve böylece uygun görülen firmaların değerlendirilmesi ÇÖKV yöntemlerinin gereksiniminden gelen aynı firmaların değerlendirilmesinin sağlanması sağlamaktadır. Ön eleme yaparak satın alma süresinin kısaltılması ve doğru kararın verilmesi konusunda yardımcı olması açısından kullanılmıştır.

Ön eleme ölçütleri seçilirken bulanık mantık dışında kalacak olan sayısal kararların evet ve hayır şeklinde oluşturulması ve böylece kalite, bakım ve yatırım tarafından mutlak şartların sağlanması amacı sağlanmıştır. Bu noktada firmanın sürdürülebilirliğinin kanıtlanması açısından ciro, en az on yıllık tecrübe, teminat mektubu verebilmesi ve referans verebilmesi durumu incelenmiştir. Teminat mektubu firmanın finansal gücünün yanı sıra makine ve/veya ürünü satın alan firmayı hukuki ortamda korunmasını sağlamaktadır. Ayrıca ciro durumunu belirtmesi ve referansları ile satışlarını kanıtlanması firmanın ticarete rekabetçi ve sürdürülebilir olduğunun kanıtlamaktadır. Bu çalışmada potansiyel tedarikçilerden makine bedelinin %100'ü için teminat mektubu verilmesi istenmiştir.

Hijyen ve ISO sertifikalarının sağlanması kalite isteri olup makinelerin istenilen seviyede olduğunun uluslararası platformdaki güvencesidir.

Üretim politikası olarak yeterli düzeyde personelin ayrılması açısından makinenin en fazla iki kişi tarafından çalışacağının garantisinin verilmesi ön değerlendirme şartıdır. Ayrıca çalışan personel sayısı makine başına olan maliyeti değerlendirmede önemli bir etkidir.

Üretici firmanın uzman olduğu makineyi kontrol edebilecek ve bakımını yapabilecek sözleşmeleri yapabilecek kapasiteye sahip olması firmanın makineleri operasyonel tutması için gerekli bir ölçüttür. Makinelerin asıl arızaların devreye alınması sırasında değil orta vadede makinenin çalışması kaynaklı yorulmalar meydana geldiğinde gözlemlenmekte bu durumunun tasarım kaynaklı olması olasılığının değerlendirilmesi için üretici firma tarafından yapılması makinenin operasyonel olması için önemli bir ölçüttür. Diğer bir yandan herhangi bir arıza durumunda gerekli olan parçanın satıcı firma bünyesinde yapılabilir olması makinenin arıza duruş süresini kısaltacak bir isterdir.

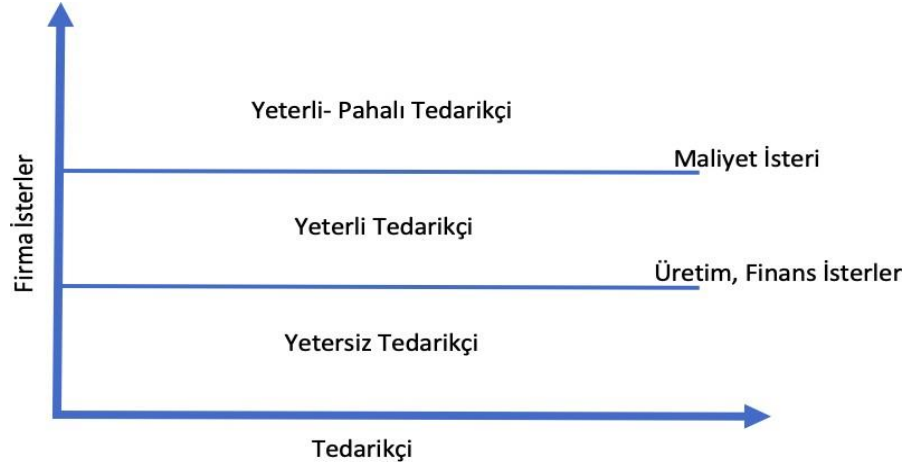
Herhangi bir arıza durumunda hızlı destek vermesi de uzmanlığı olan makinelere hızlı müdahale etmesi üretimin devamlılığı için bir isterdir.

Termoform paketlenme makineleri genel olarak pet gibi sert malzemeleri şekillenmesi ve mühürlenmesinde kullanılmaktadır. Yumuşak paket filmlerinin kullanılması kesme ve şekillendirme sırasında uzama oluşumu (daha sünek bir yapıda olması nedeni) nedeni ile sisteminde özel gereksinimler gerektirmektedir. Ayrıca paketlerdeki ürünün koruyucusuz olması nedeni ile kesme kısmında herhangi bir aksiliğin yaşanmaması adına firmanın bu tarz sistemler konusunda tek makinelik deneyime sahip olması ön koşul olarak değerlendirilmiştir.

Bu karar kapsamında firmalara ön şartlar sunulmuş olup iletişime geçilmiş olan dokuz tedarikçinin ön değerlemesi yapılmıştır. Yapılmış olan ön değerlendirme çalışması Ek-3' de sunulmuştur.

Tüm ölçütler satın alınması istenilen makinenin istenilen minimum isteklerini sağlayabileceğinin garantisini vermesi ve böylece ön eleme ile değerlendirecek firma sayısının azaltılmasını sağlamaktadır.

İsteklerin minimum seviyede sağlanması önem arz ettiği kadar isteklerin sınırlandırılması da önemlidir. Bu nedenle tüm istekleri sağlayacak en önemli kısıt isteklerin firmaya maliyeti yani makinenin satış fiyatı olacaktır. Satıcı firmaların verdiği proforma tekliflerin hedef fiyatın altında veya tahmini ıskonto oranı ile hedef fiyat aralığında olması firmanın değerlendirilebilir olmasını sağlamaktadır (Şekil 6.2). Bu nedenle proforma teklif fiyatının %10 ıskonto ile değerlendirilmiş ve bu önleme sonucunda dört tedarikçinin değerlendirilmesine karar verilmiştir.



Şekil 6.2. Alternatif tedarikçilerin gruplandırılması

Diğer bir üst limitleme ölçütü olarak termin süresi olarak değerlendirebilir. Firmaların yaptıkları yatırımlarının geri dönüşlerinin hesaplanması yatırım yapmanın temel kurallarından olması ile makine termini firmaların dönemsel olarak yaptığı satış sözleşmeleri ile değişiklik göstermekle beraber verilen şartname isterlerinde özel ve/veya alt ekipman marka değişiklikleri gibi kısıtlar nedeni ile termin süresi değişmektedir. Bu nedenle termin süre şartnamenin firmalara iletilmemiş olması ve karar verme değerlendirme sürecinin aşamalarının başında olması nedeni ile ön değerlendirme ölçütleri arasında yer almamıştır.

6.7. Şartnamenin Hazırlanması

Şartnameler genel olarak devlet ihalelerinde ve inşaat işlerinde kullanılmakla birlikte istenilen ölçüt, yeterlilikler, kullanılması istenilen ekipmanların markaları ve en önemlisi yapılacak iş sonucu amaçlanan çıktının ve başarılı kabul edilmesi gerekli olan minimum performans ölçütlerini belirtmesidir. Şartname şirketin çıkarlarının korunması için ve gerekli olan teknik, ticari durumların tanımlanması için önem arz etmektedir. Şartnamenin anlaşılır bir dilde ve net olarak yazılması ve alınması istenilen ekipman, makine veya işin doğru tanımlanması yapılmalıdır.

Proforma teklifler ile firmaların kullandığı ve önerdiği sistemlerin değerlendirilmesi ve sonrasında bu sistemlerin diğer rakip firmalarda da aynı ve/veya muadil olacak şekilde ekipmanda olması için şartnamenin güncellenmesi gereklidir. Bu noktada yapılmış olan tasarımların patent ile korunması durumuna dikkat edilmesi tek

tedarikçinin seçilmesi zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Firmalar için doğru ekipmanların kullanılması arz etmektedir. Bu nedenle makineler içerisinde kullanılabilecek olan ekipmanların marka ve istenilen özelliklerinin tanımlanması gereklidir. Böylece firmaların yeterlilikleri ile mevcut depolarındaki arıza kaynaklı durumlarda kullanılmak için stoklanmış olan ekipman maliyeti azalacaktır. Marka ve özellik belirtirken rekabetin korunması için tek bir marka veya tek bir modele atıf yapılmaması önemlidir. Ticari durumlarda firmalar arasındaki ikili ilişkilerin diğer firmaların teklif vermemesi adına kullanılmasının önüne geçilmiş olmaktadır.

Sürecin başından sonuna doğru yönetilmesi için makinenin tasarımı, teknik belgelerin teslimi, gerekli olan yedek parçaların temini veya makine ile verilmesi, makine istasyonların tanımları, istenilen çalışma prensipleri, makineler arası uygulanacak haberleşme yapıları vb. uygulamaların belirtilmesi gereklidir. Şartnamenin detaylı şekilde yazılması satın alma yapan firmayı koruyacağı için kullanılan ham malzemenin metalürjik yapısından ve yapılacak işlemler sonucu ortaya çıkacak son ürünün kalite ve toleranslar açısından gereksinimlerin yazılması daha efektif ekipmanların alınmasını sağlayacaktır. Ayrıca şirket içi süreçlerin yerine getirilmesi amaçlı olarak gerekli olan personel eğitimlerinin, sertifikaların belirtilmesi gibi taşınma durumu gibi işlemlerde şartnamede belirtile bilmektedir.

Şartname teknik bir kabul dokümanı niteliğinde olduğu için firma prosedürleri, teknik ihtiyaçlar, kabul ölçütleri gibi durumlar yazılması gereklidir. Satın almanın gücünü arttırmak ile kıyaslama sırasında tüm rakiplerde eş değer sistem ve yapıların oluşmasını sağlamaktadır. Bu sayede firmalar arasındaki sistem farklılıkları minimize edilmektedir. Şartname içerisinde ayrıca istenilen satın alma şartları vb. ticari durumlar ile faturanın teşvikli kesilmesi (kdv muafiyeti) gibi özel durumların belirtilmesi gereklidir. Böylece satın alma sürecindeki tüm isterler, girdiler ve hedef teknik değerlendirme ile yazılı hale getirilmiş olmaktadır.

6.8. Firmaların Teknik Değerlendirmesi

Yüksek meblağlı yatırım makineleri için firmaların önden beyan ettiği özelliklere ve yapıya gerçekten sahip olduğunun bilinmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle yapılacak satın almada hangi tedarikçi ile çalışılacağından emin olmak için tedarikçilerin kontrolü gereklidir. Her bir firmanın ziyareti ve değerlendirmesi, görüşmeleri zaman alacağı için doğru firmaların değerlendirilmesi amacı ile ön değerlendirmenin yapılması

gerekli olan grubunu oluşturmakta ve böylece zamandan kazanç sağlanmaktadır. Firma ziyaretleri sırasında firmaların söz verdikleri işi yerine getirecekleri işi yapabilecek kapasitedeki yeri, ekipmanın olup olmadığının incelenmesi ile ön değerlemede beyan ettiği bilgilerin doğruluğunun teyidi yapılmaktadır. Bu çalışmada değerlendirilen toplam dört tedarikçiden ikisi İstanbul'da birisi İspanya'da ve diğeri ise Almanya'dadır. Yurt dışı kaynaklı olan firmalar için değerlendirme sırasında firmaların sektördeki tanınırlıklarının nedeni ile zaman ve maliyet açısından firma ziyareti yapılmamıştır. İstanbul'da bulunan biri mevcut ve diğeri ise potansiyel tedarikçi olan firmaların ziyareti gerçekleştirilmiştir.

6.9. Tedarikçi Firmaların Değerlendirilmesi

Firmaların değerlendirilmesi için öncelikle ölçütlerin ağırlığının belirlenmesi ve sonrasında tedarikçilerin değerlendirilmesi olarak iki aşamalıdır. Çalışmada ölçüt ağırlıkları için Bulanık AHP yöntemi ve tedarikçi değerlendirilmesi için Bulanık MARCOS yöntemi kullanıldığı için bütünsel hibrit bir Çok Ölçütlü Karar Verme Çalışması tasarlanmıştır. Çalışma literatürde yeni olan Bulanık AHP & Bulanık MARCOS yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada ölçütlerinin önem derecelerinin belirlenmesi Bulanık AHP yöntemi ile yapılmıştır. Ölçüt seçimi sonrasında ikili dilsel değişkenli kıyaslama matrisi uzmanlar tarafından doldurulmuş olup bu veriler Tablo 6.1'te belirtilmiştir. Birden çok karar vericinin olmasından dolayı grup matrisi elde etmek için karar vericilerin kararlarının geometrik ortalaması kullanılmıştır. Sonrasında bu dilsel değişkenler üçgensel bulanık sayılar ile gösterilmiştir ve ana ölçütler ile alt ölçütler için ikili karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu ikili karşılaştırmalar ile her bir ölçüt için değerlendirme yapılarak ana ve alt ölçütlerin ağırlıkları bulunmuş bu ağırlıklar alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

Kullanılmakta olan ölçütlerin karar vericiler için aynı dilde olması ve aynı düşünce tarzı ile değerlendirilmesi için ölçütlerin tanımı ve nasıl değerlendirilmesi gerektiği bilgisinin çalışmayı birden çok karar verici için uygulanırken dikkat edilmesi gereken bir konudur. Uzman görüşleri Tablo 6.1'te gösterilmiştir. Tutarlılık hesapları bölüm 4.8.1'e göre yapılmıştır. CR değerleri her bir uzman için ayrı olarak tablo içerisinde gösterilmiştir. CR değerlerinde herhangi bir tutarsızlık görülmemiştir. CR değerleri için formül 4.25 ve 4.26 ile Tablo 4.4'ten yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında yapılan hesaplamalar tablo olarak eklerde paylaşılmıştır (Ek-5, Ek-9).

Tablo 6.1. Ana boyutlar için bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	Uzmanlar Toplam Maliyet		Teknik Uygunluk	Termin
Toplam Maliyet	Uzman 1	Eşit Önemli	1/Orta Önemli	Orta Önemli
	Uzman 2	Eşit Önemli	1/Güçlü Önemli	Güçlü Önemli
	Uzman 3	Eşit Önemli	Eşit Önemli	Çok Önemli
	Uzman 4	Eşit Önemli	Eşit Önemli	Güçlü Önemli
	Uzman 5	Eşit Önemli	1/Çok Güçlü Önemli	Kesin Önemli
	Uzman 6	Eşit Önemli	1/Çok Güçlü Önemli	Güçlü Önemli
Teknik Uygunluk	Uzman 1		Eşit Önemli	Güçlü Önemli
	Uzman 2		Eşit Önemli	Çok Güçlü Önemli
	Uzman 3		Eşit Önemli	Çok Güçlü Önemli
	Uzman 4		Eşit Önemli	Güçlü Önemli
	Uzman 5		Eşit Önemli	Çok Güçlü Önemli
	Uzman 6		Eşit Önemli	Güçlü Önemli
Termin	Uzman 1			Eşit Önemli
	Uzman 2			Eşit Önemli
	Uzman 3			Eşit Önemli
	Uzman 4			Eşit Önemli
	Uzman 5			Eşit Önemli
	Uzman 6			Eşit Önemli

AHP hesaplamaları yapılarak belirlenmiş olan ölçütler için ağırlık vektörleri elde edilmiştir (Tablo 6.1). Ağırlık vektör tablosu incelendiğinde teknik uygunluğun en önemli değerlendirme ölçütü geldiği gözlemlenmektedir. Alt ölçütlerin değerlendirilmesinde ödeme şekli, iskonto oranı ve standardizasyon alt ölçütlerinin diğer ölçütlere göre ağırlıklarının çok düşük olduğu görülmüştür. Bu ölçütlerin çok düşük ağırlıklı olması nedeni ile göz ardı edilebilmesi düşünülse de işlemlerinin tam yapılması açısından değerlendirmede kullanılmışlardır. OEE, Bakım maliyeti ile şartnameye uygunluk alt ölçütlerinin daha baskın ölçütler olduğu gözlemlenmiştir. Bu ölçütlerden sonra zamanlama ölçütü yer almaktadır. Bu tablo yorumlandığında doğru ekipmanın teknik

açından alınmasının daha önemli olduğu sonrasında maddi açıdan değerlendirildiği ve en son olarak termin ile değerlendirildiği düşünülebilir.

Tablo 6.2. *Tedarikçi seçimi için ağırlık vektörü*

Ana boyutlar		Alt boyutlar	Global ağırlıklar
Toplam Maliyet	0,382	Ödeme şekli	0,0042
		Teklif Fiyatı	0,097
		Çalışacak olan personel sayısı	0,089
		Ekipman kullanım ömrü boyunca tahmini bakım maliyeti	0,13
		İskonto Oranı	0,054
Ana boyutlar		Alt boyutlar	Global ağırlıklar
Teknik Uygunluk	0,468	Standardizasyon	0,005
		OEE	0,258
		Hazır parça oranı	0,078
		Şartnameye uygunluk	0,125
Termin	0,149	Zamanlama	0,1053
		Arıza destek süresi	0,0351
		Yedek parça temrin süresi	0,0092

Tedarikçi seçim ölçütlerinin toplam ağırlıklarının hesaplanması Bulanık AHP yönteminin aşamaları uygulanarak seçilmiş dilsel değişkenlerin bulanık mantık yordamı ile değerlendirilmesi ile Bulanık AHP süreç aşamalarının uygulanması ile tablolar elde edilmiştir. Ana boyutların hesaplanmasında ağırlıkların toplamın 1'e eşit olmaktadır. Tutarlılık değerinin 0,1'in altında olması nedeni ile işlemin tutarlı olduğu kabul edilmiştir.

Hesaplanan ağırlık değerleri MARCOS yöntemi ile tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılacaktır. MARCOS yönteminde tedarikçilerin değerlendirilmesi için satın alma süreç teklif, ıskonto, ziyaret sonuçlarının sonunda firmalar için değerlendirme çalışması yapılmıştır.

6.10. Bulanık MARCOS Yönteminin Uygulanması

Hesaplanmış olan Bulanık AHP sonucunda elde edilmiş olan ölçüt ağırlıkları bulanık MARCOS yönteminde kullanılmıştır. Hesaplamalar elde edilmiş olan veriler Tablo 6.3' de üçgensel bulanık sayılar ile gösterilmiştir. Bu sayılar sırasında geometrik

ortalama yöntemi ile birleştirilerek birleştirilmiş karar matrisi elde edilmiştir. Birleştirilmiş matris üçgensel sayıların ortanca değeri en büyüğü ile çarpılarak normalleştirilmiş matris ile elde edilen tablo ve Bulanık AHP yöntemi ile elde edilen ağırlıklar ile çarpılarak ağırlıklı matris elde edilmiştir.

Tablo 6.3. Yeni tanımlanmış olan üçgensel bulanık sayılar (Stankovic vd., 2020)

Dilsel Değişken	Sembol	Rakamsal Gösterimi
Kesinlikle Kötü	EP	(1, 1, 1)
Çok Kötü	VP	(1, 1, 3)
Kötü	P	(1, 3, 3)
Az Kötü	MP	(3, 3, 5)
Orta	M	(3, 5, 5)
Orta İyi	MG	(5, 5, 7)
İyi	G	(5, 7, 7)
Çok İyi	VG	(7, 7, 9)
Kesinlikle İyi	EG	(7, 9, 9)

Karar vericilerin alternatif tedarikçileri değerlendirilmesi (Ek-10) ile başlayan ve bu değerlendirmelerin Tablo5.5'te ki yeni dilsel değişkenlere göre dönüşümü yapılmış (Ek-11) ve hesaplama adımları bu işlemlerden sonra Bölüm 5.2' da belirtilmiş olan aşamalar ve formüller yardımı ile hesaplanmıştır (Ek-12 ile Ek-15).

Normalleştirilmiş ağırlıklı matrisin bulunmasından sonra her bir ölçütteki X_l , X_m , X_u değerleri karşılaştırılarak ideal ve ideal olmayan noktanın tanımlaması yapılmaktadır. Bu aşama sonrasında her bir alternatifin değerlendirilmesi ile ideal, anti-ideal noktanın toplamı alınarak S matrisi elde edilir. Elde edilen matris ile menfaat dereceleri ve fonksiyonlarının hesaplanması bir önceki bölümdeki gösterilen formüllere göre yapılır ve her bir alternatifin menfaat fonksiyonu bulunarak sıralama yapılır. Sıralama Tablo 6.4' de gösterilmiştir.

Tablo 6.4. *Menfaat Fonksiyon Hesaplama Sonuçları ve Alternatif Sıralamaları*

Alternatif	Değer	Sıra
CC 1	0,601	2
CC 2	0,508	3
CC 3	0,729	1
CC 4	0,502	4

Yapılan hesaplamalara göre üç numaralı alternatif diğer alternatiflere göre daha yüksek değerde olarak birinci gelmektedir. İkinci ve birinci alternatif arasında 0,128 birim fark bulunmaktadır. İkinci ve üçüncü alternatif arasında ise 0,093 birimlik fark bulunmaktadır. Üçüncü ve dördüncü alternatif arasında 0,006 birimlik fark vardır. Alternatifler arasındaki fark azalarak gittiği gözükmemekte özellikle üçüncü ve dördüncü alternatif arasındaki fark düşük bir değere sahip olduğundan dolayı sıralamanın doğru yapılması için yüksek hassasiyete sahip yöntemlerin kullanılmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

6.11. Tedarikçi ile Son Görüşmenin Yapılması ve Sözleşme Yapılması

Tedarikçi sıralaması yapıldıktan sonra sırası ile ilk tedarikçiden termin onayı ve son ıskonto oranı sorularak teyit alınmıştır. Tedarikçi tarafından teklifte sunulan termin teyit edilmiştir ve son bir ıskonto araştırılması yapılmıştır. Yapılan sözleşmenin noter tasdiki yaptırılmış ve herhangi bir uyuşmazlık anında Eskişehir mahkemelerinin yetkilendirildiği beyan edilmiştir. Bunun nedeni her ne kadar seçilen ve diğer potansiyel firmalar ile iş birliği stratejisi yani kazan-kazan sistemi üzerinden kurulmuş ilişkiler olsa da bu ilişkilerin herhangi bir beklenmeyen sebepten dolayı bozulması durumunda firmanın çıkarlarını sağlamak ve ticaret yönetmeliklerinin beyan ettiği yükümlülüklerin yerine getirilmesi içindir. Uygulama sonrasında seçilen tedarikçi tarafından devreye alınan makine görseli Görsel 6.2’ de görülmektedir.



Görsel 6.2. Devreye alınmış olan üretim makinesi

6.12. Duyarlılık Analizleri

Duyarlılık analizleri problemlerde belirlenen katsayıların değişiminin probleminin optimum çözümü etkisini incelemek için yapılmaktadır. Birçok farklı yol ile duyarlılık analizi yapmak mümkündür. Bu çalışmada öncelikle ölçüm skalasının değişimi ile duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu hesaplama için karar vericiler tarafından alternatiflere verilen değer skalaları belirli bir denkleme (Denklem 5.1) göre değiştirilmiştir (Stevic vd., 2019).

$$Y = \frac{X}{2} + \frac{1}{2} \quad (6.1)$$

Denklem 5.1'e göre ölçüt ağılıkları değiştirilerek hesaplamalar tekrarlanmıştır. Bu hesaplamaların sonucu aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 6.5). Tablo 6.5. incelendiğinde ölçüm ölçeğinin değişmesi ile elde edilen sonuç değerlerinde değişiklikler meydana gelse de sıralamada değişiklik olmamıştır. Bu durumu MARCOS yönteminin kararlı ve farklı ölçekler kullanılmasına duyarlı olmadığını göstermektedir.

Tablo 6.5. Ölçüm skalasında yapılan değişiklik sonucu elde edilen yeni sonuç

Alternatif	fK+	fK-	F(Ki)	Sıra
1	0,509106466	0,42041037	0,608	2
2	0,477748296	0,39443749	0,525	3
3	0,547692598	0,452307402	0,720	1
4	0,476068516	0,393024089	0,521	4

Diğer bir duyarlılık analizi olan ölçüt ağırlıklarının değiştirilmesi ile yapılmıştır. Bu hesaplama için on üç ayrı senaryo hazırlanmıştır. Bu senaryoların on ikisi için her birinde farklı bir ölçütün diğerlerine göre on bir kat daha fazla olduğu düşünülerek hazırlanmış ve on üçüncü senaryo için her bir alternatifin eşit ağırlık değerine sahip olduğu düşünülmüştür. Senaryolar için hazırlanmış olan ölçüt ağırlıkları Tablo 6.6' de paylaşılmıştır.

Tablo 6.6. Senaryolar için ölçüt ağırlıklarının hesaplanması

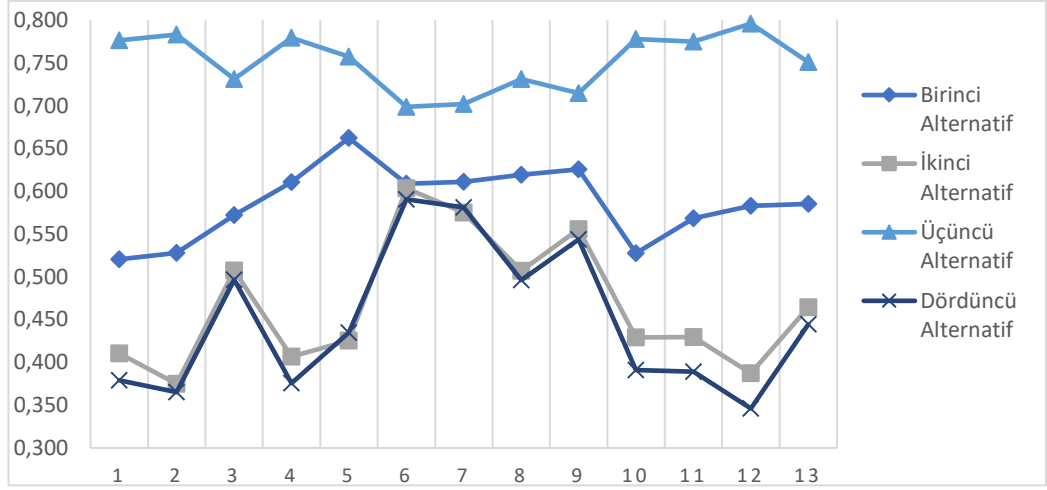
Senaryo	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
Ödeme Şekli	0,5	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,083
Teklif Fiyatı	0,045	0,5	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,083
ÇPS	0,045	0,045	0,5	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,083
EKÖ	0,045	0,045	0,045	0,5	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,083
İskonto Oranı	0,045	0,045	0,045	0,045	0,5	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,083
Standardizasyon	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,5	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,083
OEE	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,5	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,083
HPO	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,5	0,045	0,045	0,045	0,045	0,083
ŞU	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,5	0,045	0,045	0,045	0,083
Zamanlama	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,5	0,045	0,045	0,083
ADS	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,5	0,045	0,083
YTS	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,5	0,083

Tablo 6.6' de verilmiş olan ölçüt ağırlıkları ile her bir senaryo ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonrasında F(Ki) değerleri bulunarak bu değerler alternatifler arasında kıyaslanmış ve sıralamalar her bir alternatif için yenilenmiştir. Alternatiflerin her bir senaryo için çözüm fonksiyonu olan F(Ki) değerleri ve sıralaması Tablo 6.7' de paylaşılmıştır.

Tablo 6.7. Senaryolar için alternatiflerin sıralanması

	Senaryo 1		Senaryo 2		Senaryo 3		Senaryo 4		Senaryo 5	
Alternatif	F(Ki)	Sıra	F(Ki)	Sıra	F(Ki)	Sıra	F(Ki)	Sıra	F(Ki)	Sıra
1	0,520	2	0,528	2	0,572	2	0,611	2	0,662	2
2	0,410	3	0,375	3	0,508	3	0,407	3	0,425	4
3	0,776	1	0,783	1	0,731	1	0,780	1	0,757	1
4	0,379	4	0,365	4	0,496	4	0,376	4	0,435	3
	Senaryo 6		Senaryo 7		Senaryo 8		Senaryo 9		Senaryo 10	
Alternatif	F(Ki)	Sıra	F(Ki)	Sıra	F(Ki)	Sıra	F(Ki)	Sıra	F(Ki)	Sıra
1	0,609	2	0,611	2	0,619	2	0,626	2	0,528	2
2	0,603	3	0,575	4	0,507	3	0,556	3	0,429	3
3	0,699	1	0,702	1	0,731	1	0,715	1	0,778	1
4	0,591	4	0,581	3	0,496	4	0,544	4	0,391	4
	Senaryo 11		Senaryo 12		Senaryo 13					
Alternatif	F(Ki)	Sıra	F(Ki)	Sıra	F(Ki)	Sıra				
1	0,568	2	0,583	2	0,585	2				
2	0,430	3	0,387	3	0,464	3				
3	0,775	1	0,796	1	0,751	1				
4	0,389	4	0,346	4	0,445	4				

Senaryo sonuçları incelendiğinde alternatiflerin değerleri değişse de genel olarak alternatifler arası sıralamada değişiklik meydana gelmemiştir. OEE ölçütünün en yüksek ağırlıklı olduğu Senaryo yedi ve ıskonto oranı ölçütünün en yüksek ağırlıklı olduğu Senaryo beş için Alternatif iki ve Alternatif dört arasında sıra değişikliği söz konusudur. Tüm senaryolar için Alternatif bir ve Alternatif iki sıralamasını korumaktadır. Senaryolar arasında değerlerin değişimi Şekil 6.3’ te gösterilmiştir.



Şekil 6.3. Senaryoların grafik olarak gösterimi

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Artan rekabet şartlarında firmalar tedarikçi portföylerini sürekli olarak güncelleyerek, bulundukları koşullar içerisinde en doğru tedarikçiyi seçme çabası içindedirler. Tedarikçinin doğru seçilmesi üretim verimliliğinden, ürün kalitesine kadar birçok noktada etkili olması ve günümüzde firmaların operasyonelliklerini geliştirirken üretim maliyetlerini düşürme çabası tedarikçi seçimi üzerine olan ilgiyi arttırmıştır. Bu durum, tedarikçiler ile olan ilişkiler ve tedarik yönetimi konusunda çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Tedarik süreçlerinde başarılı olunmasında önem arz eden durumlardan biri satın alan ile tedarikçi arasındaki ilişkidir. Zamanla değişik yapılarda oluşan ilişkiler içerisinde en verimli yöntem iş birliği yöntemi olmaktadır. İş birliği kurulurken doğru tedarikçiler ile temasta olunmasından emin olunması adına satın alan firma tedarikçisinde olması istediği özellikleri net olarak bilmesi gerekmektedir. Satın alma işi bir süreçtir. Bu nedenle sürecin doğru yönetilmesi önem arz etmektedir. Süreç aşamaların tanımlanması adına De Boer (2001), Mendoza (2007) gibi literatürde bulunan satın alma süreç tanımları bulunmaktadır. Günümüz şartlarında tedarikçi seçim süreci gelişen teknoloji ve zaman kısıtı altında ardışık süreçler yerine eş zamanlı olarak yürütülmesi gereken süreçlerdir.

Düzenli tedarik yapılan ürün grupları için geliştirilen stratejilerin yanı sıra yatırım satın almaları gibi tekil alımları kapsayan ayrı stratejiler üzerinde çalışılmaktadır. Bu alımlarda karar verme konusunda istatistiksel yöntemler, yöneylem araştırması ve çok ölçütlü karar verme yöntemleri gibi birçok yöntem kullanılarak yapılmaktadır. Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile tedarikçi seçimi çalışmaları sayısı her geçen gün artmaktadır.

Çok ölçütlü karar verme yöntemleri birçok alanda kullanılmakta olan karar verme sistemleri olmakla birlikte her geçen gün yeni ve daha hassas karar vermeyi sağlayan yöntemler literatüre girmektedir. Genel olarak kabul görmüş AHP, TOPSIS, ANP, ELECTRE gibi yöntemlerin yanı sıra bu çalışmalarda kişi algılarını değerlendiren bulanık mantık süreçlerinde yapılara uyarlanmıştır. Aynı zamanda PAPRIKA, MARCOS gibi yeni yöntemler ile karar verme süreçleri geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Türkiye’de sektöründe önde olan bir üretim işletmesi için yeni hat yatırım kararında bir üretim makinesi seçimini konu alan uygulama çalışmasında altı kişilik karar verici

grubu ile Bulanık AHP-Bulanık MARCOS karar verme hibrit yapısı kullanılırken çalışma sonuçları reel olarak değerlendirilerek yeni ölçütlerin literatüre girmesi için çalışılmıştır. Ayrıca ekipman tedarik süreçlerinde yapılan çalışmalarda ölçütler teknik ve mali olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada ölçütlerin temel amacı mali avantaj sağlanmasının yanı sıra temini yapılacak olan ekipmanın çalışır durumda olması üzerinde durulmuştur. Finansal açıdan güçlü sayılabilecek olan firmalar için ödeme şeklinin öneminin düşük olmasının yanı sıra maliyet ve termin kısıtlarının yanı sıra etkinlik kısıtlarının da seçim ölçütleri arasında da yer almaya başlamıştır.

Doğru seçimi yapabilmek için doğru yöntem veya yöntemlerin seçimi kadar ölçütlerin seçimi ve karar vericilerin yetkinliği konusu da önem arz etmektedir. Öncelikli olarak problemin tanımının yapılması ve alınması gereken kararın seviyesinin belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen seviyeye uygun olarak yetkin karar verici veya karar vericilerin seçilmesi ile çalışma yapılmalıdır. Günümüz şartlarında satın alma süreçlerini hızlandırmak ve çok yönlü değerlendirmek için grup çalışmaları tercih edilmektedir. Bu nedenle satın alma süreçleri süreç yönetimin yanı sıra grup yönetimini de içerisinde barındırmaktadır. Grup içerisinde iş bölümü, doğru kararın alınması için gerekli olan grup yönetim tekniğine karar verilmelidir.

Çok ölçütlü karar verme problemlerinin çözümü için amacın belirlenmesi ve bu amaca yönelik ölçütlerin belirlenmesi çok önemlidir. Doğru veya eksiksiz olarak belirlenemeyen ölçütler ideal alternatifin belirlenmesini engeller. Dolayısıyla amaca uygun alternatifin seçilmiş olması engellenir. Mevcut çalışmanın literatüre katkılarından biri de ölçütlerin belirlenmesidir. Nicel ve nitel ölçütlerin bir arada kullanılmasını sağlayacak yapının oluşturulması ve bunu ölçümleyebilen değişken ve skalanın belirlenmesi sürecin ve çalışmanın bel kemiğini oluşturur. Bu nedenle ölçütler ve ölçek seçimi de en az çözüm yöntemi kadar önem taşımaktadır. Seçilen ölçütlerin tedarikçi seçimi problemini çözme konusunda gelecekteki çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Öngörülen bir diğer katkı ise literatürde yeni olan MARCOS yönteminin bulanık yapı ile çerçevelenmesi ve ilaveten hibrit Bulanık AHP–Bulanık MARCOS yönteminin bütünleştirilerek kullanılmış olmasıdır.

KAYNAKÇA

Yürekli, A. (2019). Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, 1-12.



EKLER

EK-1. Gıda Firması Paketleme Makinesi Teknik Şartnamesi

EK-1. Gıda Firması Paketleme Makinesi Teknik Şartnamesi

ÜRETİM FABRİKASI, TERMOFORM PAKETLEME MAKİNESİ TEKNİK ŞARTNAMESİ

Tanım

Yeni bir ürün için bu şartnameye uygunluğu göz önüne alınarak 1 adet gıdaya uygun zincirli otomatik termoform paketleme makinesinin tasarımı, imalatı, montajı ve devreye alımı şartname kapsamında yapılacaktır.

Değerlendirme Ölçütleri

Değerlendirme ölçütü olarak standardizasyon, bakım kolaylığı, dayanım, termin, maliyet, LCC (Life Cycle Cost), gıda hijyen standartlarına uygunluk (herhangi bir kontaminasyon yaratacak yüzey, köşe vs. istenmemektedir, ekipmanlar foodgrade ve metal detectable olmalıdır) parametrelerine bakılacaktır. Gerekli olan diğer şartlar şartname içinde belirtilmiştir. Yüklenici firma tasarım onayı dâhilinde başlayacak olup makine devreye alınana kadar tüm sorumluluk yüklenici firmaya aittir. Makine layout çizimleri ve final step dosyası (full montaj) iş kapsamında önceden teslim edilecektir.

Malzeme Bilgileri

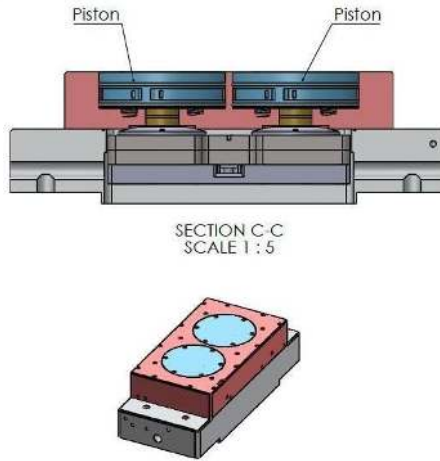
Ana şase paslanmaz (304 L - satin yüzey (min. 2B ve üstü- min 180 grit ve üstü)) kalite ve gerekli olan grupların eloksallı Al olması ile (7075 (kalıplar için), diğer kısımlar 5083 (hareketli kısımlar)) ve korozyon dayanımının yüksek olması gereklidir.

Kapasite Bilgileri

24'lü (6x4 oryantasyonunda) kalıp yerleşimine sahip alt ambalaj 120 - 200 mikron, üst ambalaj 40 -80 mikron PA+PE için min hız 220 paket/dk çalışması ön görülmektedir. Tüm oryantasyon içerisinde aynı yapışma - açılma performansının N cinsinden (mühür kalitesi) aynı olması beklenmektedir. (Kalıp içerisindeki her bir paket 0,4 bar 30 sn basınç testine ve açma testine (20 N±2) tabi tutulacaktır.)

Yapıştırma Ünitesi

Yapıştırma ünitesi kalıp tasarımının online gaz analiz cihazına uygunluğu ön görülmektedir. Paket içi oksijen oranı, her bir paket için %1'in altında olacaktır. Bobin ilerleme hatvesinin kontrolünde (benek kontrolünde) SICK marka KT5W-2B111B kullanılmalıdır. Bobin rulo gruplarında herhangi bir salınım, gergide değişim, boşalma, salgı, eğilme, sehim, burulma olmayacak şekilde tasarım yapılmalıdır. Bobin değişim yerlerinde hava tabancası (Festo marka iki bölge içinde ayrı olarak) olacaktır. Yapıştırma sıcaklık dağılımı her bir noktada aynı olacak ve ısıtıcı plaka teflon kaplı olacaktır. Makine çalışırken üst folyo ve alt folyo malzemelerinin herhangi bir şekilde hatve (benek yeri) kayması veya akış yönünde saga sola sürekli kayması kabul edilmemektedir. Ayrıca piston ile yapıştırma grubu tahriki yapılacak olup yapıştırma grubu düzlemselliği sağlanacaktır. Yapıştırma ünitesi kalıpları kolay bir şekilde sökülecek ve takılabilecek şekilde tasarlanacaktır (çekmeceli system vb). Makine içinde azot tankı için minimum 100Lt'lik paslanmaz azot balans tankı bulunması gerekmektedir. Vakum pompası ve vakum tesisatında oluşan vakum seviyesinin ayarlanabilmesi için gerekli kısıcı vana veya vakum regülatörü gerekli olup yüklenici firma tarafından sisteme dahil edilecektir.



Kesme Ünitesi

Ürün indirme konveyörü için Habasit TT-140 marka model bant kullanılacaktır. Kesme ünitesi çalışması sonrasında paket üstünde ambalaj çapağı istenmemektedir. Vakumlu indirme sistemi ile makine çıkışında paketlerin oryantasyonun korunması gereklidir. Makine üzerinde bir adet tekli paket kesme unitesi istenmektedir. Ayrıca bir adet çoklu paket (1 x 4) ve çoklu paket kesme istasyonu sonrası perfore kesik açma

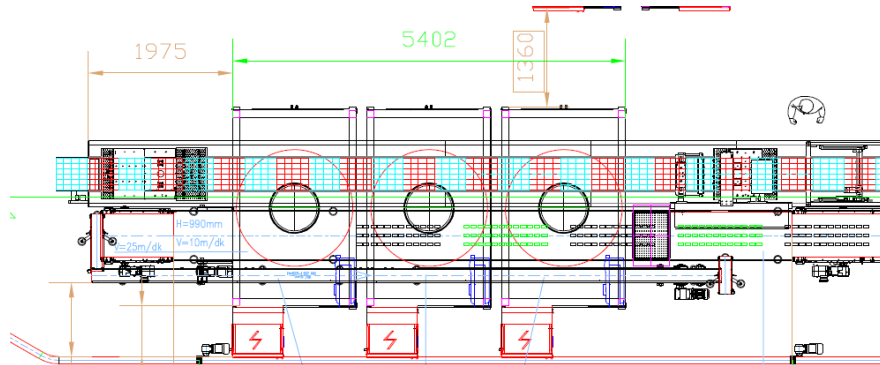
istasyonu için yer bırakılmamıştır. Her istasyon grubu için yedek set talep edilmektedir. Kesme ünitelerinin sökme ve takma işlemi ile bıçak değişim işlemi kolayca yapılabilecek şekilde tasarlanmalıdır ve kesme ünitesi makine gövdesi üzerinde değil bağımsız olarak zemine yerleştirilmelidir.

Kesme Ünitesi

Ünite ısı dağılımı her bir nokta için aynı olacak olup aşağıdaki resmi verilen şeklin yapılmasına uygun olacaktır. Köşe noktalarda herhangi bir buruşma istenmemektedir. Azot gazı besleme için delik zımba grubu ayrı bir üniteden imal edilecek ve zımbaların karşılamaları uygun malzemeden (teflon, plastik, silikon vs) olacaktır. Ayrıca şekil verme istasyonu ile zimba istasyonu arasında alt bobbin için soğutucu sistem planlamalıdır. Bobin rulo gruplarında herhangi bir salınım, gergide değişim, boşalma, salgı, eğilme, sehim, burulma olmayacak şekilde tasarım yapılacaktır. Bobin değişim yerlerinde hava tabancası olacaktır. Şekillendirme grupları, maçalı olarak yapılacak ve gerekli gördüğü durumlarda makineler, maçalı ya da maçasız olarak vakum ve üfleme sistemleriyle çalıştırılacaktır. Alt folyo besleme kısmında havayla süpüren statik elektrik nötrleyici (alt folyo için) kullanılacaktır. Şekil verme ünitesi kalıpları kolay bir şekilde sökülecek ve takılabilecek şekilde tasarlanacaktır (çekmeceli sistem vb.)

Ürün Besleme Ünitesi

ABB marka örümcek robotlar ile ortak çalışmaya uygun olacak olup (haberleşme ABC Makine ile ortak yapılacaktır) 3 robot için aşağıdaki besleme alanı bırakılacak olup aşağıdaki konfigürasyona uyulacaktır. Her bir sıra arasında ürün ağırlığını taşıma ve robotların çalışmasını kolaylaştırmak için paslanmaz kılavuz olacaktır.



Elektrik ve Otomasyon Sistemleri

Tüm motorlar sürücü kontrollü ve akım koruyuculu olacaktır. Tüm kablolar soket bağlantılı ve tek parça olacak, herhangi bir makaron, bant, yapıştırma kabul edilemeyecektir. Pano içi kablo muhafaza kanalları (plastik kanallar) pürüzsüz ve girintili çıkıntılı olmayan malzemeden olacak ve herhangi bir kablo sarkması olmayacaktır. Pano dışında kalan kablo kanalları paslanmaz malzemeden tel kanal olacaktır. Tüm kablolar her iki ucunda markalı olacak ve kablo kanalı içerisine metal detectable klips ile bağlanacaktır. Elektrik ve su tesisatlarının (su tesisatlarının gidiş ve dönüş renkleri ayrı ve markalı olacaktır) ayrı kanallarda bulunması gerekmektedir. O.C.M. için arıza, üretim parametreleri (gaz zamanı, sıcaklık, ürün sayacı vs), hız verilerinin PLC üstünde çekilebilmesi (profinet veya ethercat üzerinden) sağlanacaktır. Elektrik dalgalanması, kesilmesine karşı PLC sistemini koruyacak UPS ve memory card gereklidir. Faz değişimlerine karşı gerekli olan önlemlerin alınması yüklenici firma sorumluluğundadır.

Diğer Şartlar

- ✓ Makas sistemleri için otomatik gres yağlama sistemi olacaktır.
- ✓ Makinelerin nakliye ve sigorta ücretleri tamamen yüklenici firmasına aittir. Gerekli olan seyahat, konaklama, yemek vb giderler paketleme firmasına aittir.
- ✓ Garanti süresi 2 yıldır. 2 yıl garanti süresi ve periyodik bakımlar esnasında konaklama, yol, yemek ücretleri gibi yan masraflar yüklenici firmaya aittir.
- ✓ Online gaz analiz cihazının makine üstüne oturtulması için paslanmaz malzemeden yer ayarlanacaktır.
- ✓ Makine ana hava bağlantı kısmında şartlandırıcı grubu olacaktır.
- ✓ Makine ana azot bağlantı grubunda şartlandırıcı grubu ve elektronik smc veya festo marka debimetre olacak ve azot tüketim değeri ekran üzerinden takip edilebilecektir.
- ✓ Emniyet switch'leri manyetik olacaktır.
- ✓ Fire sarma ve indirme konveyörü hariç tüm üniteler servo motor tahrikli olacaktır.
- ✓ Otomatik zincir yağlama sistemi olacaktır.
- ✓ Elektrik panosu makine ve robot çalışması kaynaklı vibrasyon vb durumlardan etkilenmeyecektir.
- ✓ Makinede mümkün oldukça aynı özellikte ekipmanlar kullanılarak minimum yedek parça stok oluşumu sağlanacaktır.

- ✓ Piston, vakum motoru gibi herhangi bir özel imalat (tek bir tedarikçi tarafından sağlanan) parça, makine tasarımına dâhil edilemez. Tüm standart ekipmanlar, ISO standartlarında belirtilen özellik ve kaliteye uygun olacaktır.
- ✓ Elektrik projesi ve backup program, hardcopy ve softcopy halinde yedek olarak verilecektir.
- ✓ Kullanılan tüm alt ekipmanların (pompa, piston vs.) kılavuzları, ana makine kılavuzuna eklenecek ve teslim edilecektir.
- ✓ Makine bakım ve kullanım kılavuzu ayrı olarak hazırlanacaktır. Kitapçık ve sanal olarak ayrı ayrı teslim edilecektir. Kullanım ömrü olan parçaların (rulman vs) bilgileri belirtilerek teslim edilecektir.
- ✓ Tedarikçi firma onay olmadan herhangi bir marka değişikliği yapamaz.
- ✓ Makas sistemleri için kapalı lineer düz rulman kullanılması istenmektedir (Igus).
- ✓ Makine, İş Güvenliği standartlarına uygun olmak zorundadır. Sahada yapılacak keşif sonrasında iş güvenliği mühendisinin taleplerinin yerine getirilmesi, firma sorumluluğundadır.
- ✓ Alt ve üst folyoların ürüne geçecek kısımlar için UV (Siemens marka) sistemi kullanılacaktır. Bu ünitelerdeki lamba ömrünün %80'ni dolduğunda, kırılması ve/veya ömrünün dolması durumunda uyarı verecektir. Ayrıca ünite dışarısında ışık sızması olmayacaktır. Kırılmalara karşı özel olarak film çekilecektir.
- ✓ Şekillendirme grubu sonrasında, yazıcı grubu öncesinde soğutma amaçlı fanlar bulundurulacaktır (yeterli büyüklük firma tarafından seçilecektir).
- ✓ Firma tüm makinenin tasarım, imalat, montaj ve devreye almasında birinci sınıf işçilik sağlamak ve hassasiyet göstermek, paketlenme makinesinde ihtiyaç duyulan partner firmalar ile çalışmakla yükümlüdür. Online gaz analiz sistemi ile yazıcı sistemleri firmanın sahasında montaj yapılacak olup gerekli olan deneme, değerlendirme ve ön kabul bu ekipmanlar ile birlikte yapılacaktır.
- ✓ Makine tasarımında herhangi bir kör nokta, toz noktası gibi hijyen riski yaratacak boşluk, açıklık girinti vb. olmayacaktır.
- ✓ Elektrik panosu IP 65 koruma sınıfına uygun olacaktır. Her türlü delme işleminde rakor kullanılacaktır.
- ✓ Isıtıcı plakalardaki sıcaklık dalgalanması plaka üstünde ± 2 °C ve ölçülen ile ekranda gözlemlenen değer arasındaki fark ± 2 °C olarak kontrol edilecektir.

- ✓ Kullanılan soğutma suyunun makineye zarar vermemesi, ürüne temas etmemesi, yoğunlaşmaya neden olmaması gereklidir. (makine çalışma ortamı 20 ± 2 °C olacak olup 4 °C %40 mono etilen glikol içeren buzlu su sirkülasyonu yapılacaktır.)
- ✓ Plakalarda düzlemsellik toleransı $\pm 0,01$ mm olacaktır.
- ✓ Tüm hareketli ve döner kısımlar dışardan gözlemlenebilir (gıdaya uygun PVC) olacak ve döner kısımların dönüş yönleri ayrıca markalanarak gösterilecektir.
- ✓ Makinenin çalışması esnasında karşılaşılabilecek tüm iş güvenliği önlemlerinin alınması firma yükümlülüğündedir. Makine OHSAS 18001 standardını karşılamak zorunda olup müşteri gerekli gördüğü durumlarda ilave güvenlik önlemleri talep edebilir.
- ✓ Makine kurulumu ve devreye alma çalışmaları esnasında firma personelinin her türlü iş güvenliği önleminin alınması firma yükümlülüğündedir.
- ✓ Makine kurulumu ve devreye alma çalışmaları esnasında firma personelinin başına gelecek iş kazasında firma müşteriyi veya müşteri firma çalışanlarını sorumlu tutamaz.
- ✓ Devreye alıncaya kadarki her türlü hasar, arıza, servis temini firmaya aittir.
- ✓ Her türlü elektrik dalgalanması, kesintisi gibi durumlarda makine, elektronik devreler ve PLC'nin korunması için gerekli önlemlerin alınması yükleniciye aittir.
- ✓ Devreye alındıktan sonraki ilk bakım (devreye alınması sonrası 6.ay) firma yükümlülüğünde olup gerekli olan aşınmış, hasar görmüş parçaların değişimi, kontrolü firma yükümlülüğündedir.
- ✓ Paket kalınlığı, şekli ve boyutu ile ilgili olarak imalat öncesi onay alınacaktır. Müşterinin tasarım onayı öncesinde paket kalınlığı, şekli ve boyutu ile ilgili olarak değişiklik yapma hakkına sahip olup tasarım revizyonları firma yükümlülüğündedir.
- ✓ Makinede her türlü ekipman kolayca sökülebilecek, temizlenebilecek ve takılabilecektir.
- ✓ Makine; yekpare olarak çalışma yerine taşınabilmesi için kullanılacak olan taşıma aparatı vinç, forklift ile taşınmaya uygun olarak tasarlanacaktır. Ekipman seçimlerinin taşıyacağı yüke mutlak mukavemet göstermesi şarttır. Makine taşınmasını kolaylaştırmak için sadece makine taşınırken makine altında uygun yük tekerleri talep edilmektedir.

- ✓ Makine taşınması için gerekli olan aparat herhangi bir hasara karşı makineyi taşınması sırasında koruyacak nitelikte olması gerekmekte olup bu işlem firma personeli ile birlikte yapılacaktır.
- ✓ Makine ile gelecek olan takım, yedek parça vs. ayrı bir şekilde kasalanacak olup, liste ile teslim edilecektir.
- ✓ Yüklenici firma müşterinin kural ve yönetmeliklerine uymak ile mükelleftir.

Marka Listesi

Yüklenici aşağıdaki marka listesini kullanmak ile yükümlü olup teknik ekibin onayı olmadan değişiklik yapamaz.

Pnömatik ekipmanlar	Festo, Smc
PLC	Siemens, Omron
Elektrik ekipmanları	Siemens, Schnider, Telemecanique
Sensörler	Sick, Ifm
Zincir grubu	Reggina
Rulman grubu	SKF, ORS, FAG
Asenkron motor	Siemens, Watt, Nord, Sew
Redüktör grubu	Sew, Yılmaz
Vakum pompası	Bush, Schmalz, VPI
Servo motor	Omron, Siemens,
Dokunmatik ekran	Siemens, Beckoff
Acil durum sensörleri	Pilz, Sick

EK-2. Son Yıllarda Yapılan Çalışmalar ve Kullanılan Ölçütler Tablosu

Çalışma konusu	Yazar /Yıl	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Ölçüt 4	Ölçüt 5	Ölçüt 6	Ölçüt 7
Otomotiv sektöründe tedarikçi seçiminde AHP- bulanık AHP karşılaştırması	Civir P. (2015)	Fiyat	Kalite	Teslimat	Müşteri Memnuniyeti			
Seramik sektöründe tedarikçi seçimi: çok kriterli karar verme yöntemleri ile bir araştırma	Can A. (2017)	Fiyat	Kalite	Teslimat	Teknolojik yeterlilik	Firma profili		
Bulanık bilgi aksiyomuna dayalı tedarikçi seçimi	Şentürk S.E. (2017)	Maliyet	Bakım Onarım	Teslimat	İş İlişkileri			
Tedarikçi seçim probleminin bulanık çok ölçütlü karar verme ve hedef programlama yöntemleri ile çözümü: savunma sanayiinde bir uygulama	Aydın Y. (2017)	Kalite	Maliyet	Teslim Süresi	Makine Parkuru	Teknik Yeterlilik		
Turizm sektöründe tedarikçilerin tip-2 bulanık analitik hiyerarşi süreci ile seçimi	Aydoğmuş U. (2018)	Kalite	Fiyat	Esneklik	İletişim Sistemi			
Çok kriterli karar verme yaklaşımına dayalı yeşil tedarikçi seçimi: rüzgar türbin kulesi üreten bir işletmede uygulama	Erol Ö. (2018)	Maliyet	Kalite	Servis	Çevresel Faktörler			
Çok kriterli karar verme teknikleri ile tekstil sektöründe en uygun tedarikçi seçimi ve bir yazılım uygulaması	Yücel Y. B. (2018)	Kalite	Fiyat	Teslimat	Yönetim	Hizmet		
Topsis ve electre yöntemi ile tedarikçi seçimi: kozmetik sektöründe bir uygulama	Dursun B. (2018)	Ürün	Kalite	Maliyet	Sevkiyat	İletişim		
Bir savunma sanayii firmasında tedarikçi seçimi çalışması	Demir K.N. (2018)	Fiyat	Kalite	Hizmet				

Çalışma konusu	Yazar/Yıl	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Ölçüt 4	Ölçüt 5	Ölçüt 6	Ölçüt 7
Çok kriterli bulanık yöntemlerin entegrasyonu ile 3. parti lojistikte tedarikçi seçimi: gıda sektöründe bir uygulama	Erdem M.B. (2018)	Maliyet	Kalite	Teknoloji	Teslimat	Tedarikçi İlişkileri	Firma imajı	
Supplier selection criteria and their influence on operational performance	Amino M (2018)	Kalite	Maliyet	Performans	Esneklik	Teslimat	Müşteri Hizmetleri	
Çok kriterli karar verme yöntemleriyle tedarikçi seçimi	Kerkholf E. (2018)	Maliyet	Hizmet	Firma	Teslimat	Kalite		
Bulanık AHP- bulanık topsis yöntemleri entegrasyonu ile tedarikçi seçim problemi ve uygulama	Karabayır, A. N. (2018).	Esneklik	Fiyat	Kalite	Risk	Satıcı-Tedarikçi İlişkisi	Tedarikçi Profili	Teslimat
Bulanık AHP ve bulanık topsis yöntemleri ile tedarik sistemi: jandarma genel komutanlığında bir uygulama	Yazırdağ M. (2018)	Fiyat	Firma	Kalite	Teslimat	Teknik Destek		
Konfeksiyon işletmelerinde tedarikçi seçiminin çok kriterli karar destek sistemleri yardımıyla analizi	Karataş Cevizci D. (2018)	Üretim Gereklilikleri	Kalite	Çevre ve Kimyasal	Teslimat	İş Ortaklığı	Teknik	Sertifikasyon
Bulanık AHP/bulanık VZA yöntemleri kullanılarak tedarikçi performansının ölçülmesi: tekstil sektöründe bir uygulama	Ersoy Y. (2018)	Fiyat	Kalite	Teslimat	Güvenilirlik	Stok Durumu	Esneklik	Hammadde stok durumu
Tedarikçi seçim problemlerinde analitik hiyerarşi prosesinin kullanılması; elektronik ürün tedarikçi seçimi üzerine bir uygulama	Saraç Ö. (2018)	Teknik yeterlilik	Garanti Süresi	İletişim kolaylığı	Tepki süresi	Esneklik		

Çalışma konusu	Yazar/Yıl	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Ölçüt 4	Ölçüt 5	Ölçüt 6	Ölçüt 7
Bulanık-Edas yöntemi ile yeşil binalarda ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (hvac) sistemleri tedarikçileri seçimi	Bayhan H.G. (2018)	Fiyat	Garanti Süresi	Teslimat	Firma profili	Enerji tüketimi	Yedek parça sağlanabilirliği	Yeşil ölçüt
Tedarik zincirinde çok kriterli karar verme yöntemleriyle sürdürülebilir tedarikçi seçimi ve imalat sektöründe bir uygulama	Çizmecioğlu S. (2019)	Ekonomik	Sosyal	Çevresel				
AHP-topsis yöntemleri ile tedarikçi seçimi: doğalgaz sektöründe bir uygulama	Topdemir S. (2019)	Maliyet	Kalite	Pazarlama	Lojistik	Teknik		
AHP ve topsis karma yöntemi ile tedarikçi performans ölçümü üzerine bir araştırma	Yıldız S. (2019)	Finansal Risk	Yeterlilik	Firmanın Tanınırlığı				
Mobilya sektöründe kullanılan tekstil ürünleri için çok ölçütlü karar verme yöntemi en iyi tedarikçinin değerlendirilmesi	Alikağan P. (2019)	Teknik özellikler	Maliyet özellikleri	Görsel Özellikler				
Analitik ağ süreci ile tedarikçi seçimi ve araç kiralama sektöründe bir uygulama	Aksoy E. (2019)	Donanım Ölçütü	Satış Sonrası Hizmet	Servis Ağı Genişliği	Araç Maliyeti			
AHP yöntemi ile tedarikçi seçimi: gıda sektöründe bir uygulama	Şekerci A. Ve Yazıcıoğlu O. (2019)	Kalite	Teslimat Süresi	Kapasite	Maliyet	Teknik Yeterlilik	Konum	Esneklik
Telekomünikasyon sektöründe tedarikçi seçim kriterlerinin geliştirilmesi: AHP ve dengeli puan kartı uygulaması	Adıgüzel H. (2019)	Dickson modeli						

EK-3. Tedarikçi Seçimi Üzerine Yapılan Çalışmalar Tablo

Çalışma	Sektör	Yıl	Yöntem	Ölçütler				
The Analytic Hierarchy Process For Choice Of Technologies	Telekomünikasyon	Prasad vd.,1990	AHP	Kalite ve Güven	Elektronik Özellikler	Üretim Kolaylığı	Kompaktlık	Teknoloji Uygunluğu
				Ortalama Tamir Süresi	Arızalar Arası Ortalama Süre	Bakım Kolaylığı	Ekonomik Esneklik	Hafıza
				Çevresel Faktörlerin Sürdürülebilirliği	Teknik Performans	Makinesel Özellikler	Teknoloji Ömrü	Esneklik Maliyet
Multiple Criteria Decision Aid For Selecting The Best Product End Of Life Scenario	Teknoloji	Bufardi vd., 2003	Elektre	Zararlı Malzeme Çıkışı	Karbondiyoksit Emisyon	Kükürt Dioksit Emisyon	Enerji Tüketimi	
				Lojistik Maliyeti	Demontaj Maliyeti	Ürün Değeri	Ürün Maliyeti	Çalışan Sayısı
Decision Making In Equipment Selection: An Integrated Approach With AHP And Promethee	Savunma	Dağdeviren, 2008	AHP-Promethee	Fiyat	Ağırlık	Güç	Spindle	Çap / strok
Equipment Supplier Selection Under Multiple Criteria	Üretim	Aretoulis, 2009	İstatistiksel Yöntem	Tedarikçinin Personelinin Uzmanlığı	Maliyet	Alınacak Makine ile İlgili Deneyim		
				Tedarikçinin Finansal Durumu	Uzun Süreli Potansiyel İş Birliği	Tedarikçi İşgücü	Deneyimli Personel Sayısı	Uzun Dönemli Destek
A Multiple Criteria Decision-Making Approach To The Selection Of Concrete Pumps	İmalat	Ulubeyli, 2009	Elektre	Düşük Satış Fiyatı ve Operasyonel Maliyet	Konsantrasyon Aktivitesini Değiştiren Yüksek Pompa Hızı	İkinci El Durumu	Teknik Servis	

Çalışma	Sektör	Yıl	Yöntem	Ölçütler				
A Novel Fuzzy Multi-Criteria Decision Framework For Sustainable Supplier Selection With Incomplete Information	Üretim	Büyükoçkan vd., 2011	ANP	Finansal Performans	Servis Kalitesi	Teknoloji	Sosyal Sorumluluk & Çevresel Faktörler	Organizasyon
				Sosyal Durum	Zaman	Maliyet	Esneklik	Kalite
				Regülasyonlar	Müşteri Baskısı	Ekonomik Avantaj	Çevre	Ekonomi
AHP-Topsis Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması	Üretim	Supçiller vd., 2011	AHP-TOPSIS	Zamanında Teslimat	Paketleme Kalitesi	Malın Sevkiyat Şekli	Şikâyet Politikaları	Sıkıntılara Yaklaşım
				Ürün Kalitesi /İletişim	Hatasız Ürün Miktarı	Ürün Fiyat Uygunluğu	Satın Alma İskonto Oranı	Tedarikçi Ödeme Vadesi
Equipment Selection Using Fuzzy Multi Criteria Decision Making Model: Key Study Of Gole Gohar Iron Mine	Üretim	Lashgari vd., 2011	AHP-ANP-Topsis	Etki Faktörü	Yer Durumu	Hava Durumu	Çevre Faktörü	Kırılma Faktörü
				Kullanım	Esneklik	Mobilite	Yeterlilik	Sürekli Çalışma
				Yatırım Maliyeti	Bakım Maliyeti	Yenileme Maliyeti	Yağ Kullanım Maliyeti	Enerji Kullanım Maliyeti
				Nem	Dolum Faktörü	Bakım	Kamyona Uyum	Operatör Becerisi
				Çalışma Stabilitesi	Kullanım Ömrü	Çalışma Alanı	Zaman Çevrimi	Otomasyon
				Tekerlek ve Değişen Parça Maliyeti	Günlük Kullanım Maliyeti	Kontrol Maliyeti	Yuvarlama Dayanımı	Tezgâh Yüksekliği
A Novel Hybrid MCDM Approach Based On Fuzzy Dematel, Fuzzy ANP And Fuzzy Topsis To Evaluate Green Suppliers	Otomotiv	Büyükoçkan vd., 2012	ANP-Dematel-TOPSIS	Yeniden Üretim	Yeniden Kullanma	Yok Etme	Organizasyon	Finansal Durum
				Kalite	Maliyet	Termin	Esneklik	Satın alma
				Servis Kalitesi	Teknoloji	Yeşil Uyum		
				Üretim	Dağıtım	Geri Dönüşüm	Paketleme	Azaltma
Supplier Selection Based On Fuzzy Rough-Ahp And Vikor	Üretim	Ağırgün., 2012	AHP-Vikor	Fiyat	Saygınlık	Termin	Yönetim	Kalite

Çalışma	Sektör	Yıl	Yöntem	Ölçütler				
Bulanık Vikor Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi	Mobilya	Akyüz, 2012	Vikor	Coğrafi Konum	Teknoloji			
				Fiyat	Kalite	Termin	Teknik Yeterlilik	Geçmiş Dönem Performansı
Pet Şişe Tedarikçisi Seçiminde Bulanık AHP ve Bulanık Topsis Yaklaşımı	Üretim	Tayyar, 2012	AHP-TOPSIS	Ödeme Opsiyonu	Zamanında Teslimat	Müşteri İlişkileri	Güven	
				Ağız Düzgünlüğü	Hata Oranı	Gramaj	Fiyat	Nakliye
A Supplier Selection Model Based On Classifying Its Strategic Impact For A Company'S Business Results	Market Zinciri	Gancola, 2013	Promethee	Satış Etkisi	Maliyet	Alternatif Tedarikçi	Kaynak Uygunluğu	Kalite
Hazır Giyim Sektöründe En İyi Fason İşletme Seçimi İçin AHP ve Vikor Yöntemlerinin Kullanılması	Hazır Giyim	Tayyar vd, 2013	AHP-Vikor	Sosyal Uygunluk	Maliyet /Tutarlılık	Fiziksel Koşullar	İşletmenin Kurumsal Yapısı	Üretim Kalite Sis.
Selection Of Vendors For Wind Farm Under Fuzzy Mcdm Environment	Enerji	Chatterjee vd., 2013	Copras	Sorumluluk	Firma Yapısı	Firma Geçmişi	Coğrafi Durum	Finansal Durum
				Kalite	Iso Standardı	Dayanıklılık	Red Oranı	Sertifikasyon
				Fiyat	Lojistik Maliyetler	Yükli Siparişler İçin İndirim	Erken Ödeme İçin İndirim	
				Ekipmanın Performans Geçmişi	İşi Yapma İsteği	Etkileme	Firma Yaklaşımı	Önceki İşlerinin Durumu
				Ürün Test Raporu	Termin	Termin Garantisi	Transfer Sigortası	Garanti
Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinden Bulanık Promethee Yönteminin Konteynır Seçiminde Kullanılması	İnşaat	Organ, 2013	Promethee	Kalite	Konfor	Fiyat	İzolasyon	Kullanım Alanı

Çalışma	Sektör	Yıl	Yöntem	Ölçütler				
Çok Ölçütlü Tedarikçi Seçimi Problemine Promethee Yöntemi Uygulaması	Üretim	Şenkayas vd., 2013	Promethee	Mesafe	Kalite	Teknoloji	Maliyet	Tedarik Performansı
AHP based Group Decision Making Approach To Supplier Selection Of Irrigation Equipment	Tarım	Çakın vd., 2013	AHP	Kalite	Fiyat	Ödeme Zamanı	Güvenilirlik	Teslimat Süresi
Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) ve Electre Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama	Makine Üretim	Özdemir, 2013	ANP-Elektre	Hızlılık	Deneyim	Uzaklık	Ün	
				Hatalı Ürün İade Oranı	Ürün Uyum Derecesi	Kalite Belge Sayısı	Fiyat	Ödeme Vadesi
				İskonto	Teslimat	Doğru Miktarla Teslimat	Makine Yeterliliği	Teknik Yeterlilik
Bir Üretim İşletmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci ile Tedarikçi Seçimi	Üretim	Kapar, 2013	AHP	Üretim Kalitesi	Hatasız Üretim Miktarı	Iso 9000	Kalite Geliştirme Araçları Kullanma	Müşteri Odaklılık
				Zaman	Çeşitlilik	Teknolojiyi Kullanma	İstenilen Teknolojiye Sahiplik	Yenilik
				Zamanında Teslimat	Doğru Miktarla Teslimat	Ambalajlı Teslimat	Doğru Yere Teslimat	Miktar
				Bütçeye Uygunluk	Fiyat Güvenilirliği	Opsiyon Süresi	Ödeme Şekli	Ürün Kalitesi

Çalışma	Sektör	Yıl	Yöntem	Ölçütler				
Selection Of Equipment For Construction Of A Hilly Road Using Multi Criteria Approach	İnşaat	Phogat vd., 2013	AHP-Promethee	Güvenlik	Geçmiş Deneyim	Uygun Makinenin Her Birinin Sayısı	Zaman Kısıtı	İşgücü Yönetimi
				Operasyon Kabiliyeti	Taş Kesme	Doldurma	Dozajlama	Yükleme
				Yalın Üretim	Altı Sigma	Arge Çalışmalarına Verilen Önem	Yakıt Tüketimi	Mobilite
				Makine Tutarlılığı	Aynı Anda Yürütülen Projeler ve Bakım	Bakım	Eğitimli Operatör	Transfer
Application Of The Multi-Criteria Decision Method Electre For The Weapon Selection	Savunma	Ashari, 2014	Elektre	Ağırlık	Hedef Tuturma Hassasiyeti	Sabit Atış Potansiyeli	İklimlerde Kullanılabilme	Fiyat
An Integrated Fuzzy Multi Criteria Group Decision Making Model For Handling Equipment Selection	Maden	Yazdani, 2014	TOPSIS	Uygunluk	Güvenlik	Verimlik	Esneklik	Kullanım Ömrü
				Yatırım Maliyeti	Kullanım Maliyeti	Üretim	Boyutsal Durum	Zemin Durumu
				Mesafe	Hava Durumu	Çevre	Risk	Güvenilirlik
Bir Savunma Sanayi Firmasında Çok Ölçütlü Alt Yüklenici Seçim Problemi ve Çözümü	Savunma	Can vd., 2014	AHP-Promethee	Ulaşım	Bilgi Düzeyi	Deneyim	Zaman	Garanti

Çalışma	Sektör	Yıl	Yöntem	Ölçütler				
Bulanık Ortamda Tedarikçi Seçimi: Savunma Sanayii'Ne Yönelik Bir Uygulama	Savunma	Demirtaş vd., 2014	TOPSIS	Garanti Politikası	Servis İmkânı	Türkiye Temsilciliği	İletişim İmkânı	Coğrafi Yakınlık
				Fiyat	Kapasite	Kalite	Teslimat Miktarı / Zaman	Talep Değişimine Cevap Verme Zamanı
				Güvenlik	Çevre Politikası			
				Teknolojik İmkân	Kalite Sistemi	Finansal Yapı	Firma İmajı	Yönetim Politikası
Tedarikçi Seçiminde Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması	Üretim	Özbek, 2014	AHP-Vikor	Kalite	Fiyat /Coğrafi Konum	Teslimat	Hizmet	Esneklik
				Teknik Yeterlilik	Teknik Kabiliyet	Yönetim ve Organizasyon	Geçmiş Performans	Finansal Durum
Tedarikçi Seçimi: Turizm Sektöründe Bir Uygulama	Turizm	Şimşek, 2015	TOPSIS-Moora	Dağıtım Hızı	Zamanında Sevkiyat	Sevkiyat Şekli	Uzun Dönem İlişki	İlişki Yakınlığı
				Düşük Fiyat Başlangıcı	Maliyet Analiz Sistemi	Maliyetin Azaltılması	Sektör Fiyat Uyumu	Ürün Fiyat Uygulaması
				İletişime Açıklık	Dürüstlük	Şikâyet Çözüm Odaklılık	İletişim	
				Satın Alma İskontosu	Ödeme Vadesi	Dağıtımda Tutarlılık	Satın Alma Sonrası Hizmet	Hatasız Ürün Miktarı

Çalışma	Sektör	Yıl	Yöntem	Ölçütler				
Kablo Sektöründe Tedarikçi Seçimi İçin Bütünleşik Dematel-AAS-Vikor Yönteminin Kullanılması	Üretim	Ar vd., 2015	Dematel-Vikor-Aas	Hatalı Ürün Yüzdesi	Kalite Sertifikası	Zamanında Teslimat	Teslimat Hızı	Doğru Miktarda Teslimat
				Maliyet	Kalite	Teslimat	Yenilik	Esneklik
				Yeni Ürün Geliştirmeye Katılım	Tedarik Problemi Çözme	Bilgi ve Teknoloji Paylaşımı		
				Uygun Ambalaj	Ürün Miktar Değişimine Cevap	Ürün Çeşit Değişimine Cevap Vermesi	Ürün Tasarım Değişimine Cevap Vermesi	Teslimat Zamanı Esnekliği
				Ürün Fiyat Uygunluğu	Fiyat İskontosu	Ürün Fiyat Uygunluğu	Ödeme Vadesi	Ürün Kalitesi
AHP-Vikor Entegre Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi: Tekstil Sektörü Uygulaması	Tekstil	Kara vd., 2016	AHP-Vikor	Garanti Politikası	Satış Sonrası Destek	Teslimat Zamanı	Teslimat Miktarına Uyum	Tedarikçinin Finansal Yapısı
				Birim Fiyat / İmaj	Taşıma Maliyeti /Yeterli Kapasite	Kusur Oranı	Kalite Sorunu	Ürün Kalitesi
Dematel ve Vikor Yöntemleriyle Dış Kaynak Seçimi: Otel işletmesi Örneği	Turizm	Karaoğlu, 2016	Dematel-Vikor	Maliyet	Teknoloji	Personel		
				Tecrübe	İmaj	Hizmet	Büyüklik	Kazanç
Development Of Criteria Of Selecting The Supplier By Using The Fuzzy Dematel Method	Üretim	Mirmousa vd., 2016	Dematel	Görevleri Paylaştırma	Güven	Performans	Güvenlik	
				Maliyet	Zamanında Teslimat	Kalite	Esneklik	Finansal Durum
				Şiparişleri Tamamlayabilme Durumu	İnovasyon	Müşteriye Geri Dönüş Durumu	İyi İletişim	Kredi Notu
Supplier Selection For A Textile Company Using The Fuzzy Topsis Method	Tekstil	Arıkan, 2016	TOPSIS	Kalite	Fiyat	Teknoloji	Esneklik	Termin

Çalışma	Sektör	Yıl	Yöntem	Ölçütler				
AHP-Topsis Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi (Bir Telekomünikasyon Şirketi Örneği)	Telekomünikasyon	Günay vd., 2016	AHP-TOPSIS	Teknik Bilgi Seviyesi	Ürün Miktarındaki Değişimlere Cevap Verebilme	Ürün Çeşitliliğindeki	Değişimlere Cevap Verebilme	Tasarımdaki Değişimlere Cevap Verebilme
				Fiyat İndirimi	Fiyat Uygunluğu/Bilgi ve Teknoloji Paylaşımı	Hatasız Ürün Adedi	Kalite İle İlgili Problemin Çözülmesi	Ürün Kalitesi
				Teslimat Zamanındaki Esneklik Kabiliyeti	Teslimatın Zamanlaması	Teslimat Hızı	Yeni Ürün Sürecine Katılımı	Teknik Problem Çözme Yeteneği
				Organizasyon Yapısının Uygunluğu	Tecrübe	İlgili Personele Ulaşılabilirlik	Eğitilmiş, Tecrübeli ve Yeterli Sayıda Yönetim Kadrosu	Firmanın Araştırma Geliştirme Kabiliyeti
Bulanık Moora Yöntemi Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Geliştirme Programlarının Seçimi ve Değerlendirilmesi	İmalat	Şişman, 2016	Teknoloji	Çevresel Tasarım	Çevresel Yönetim Sistemi	Yeşil İmaj	Yeşil Satın alma	
			Moora	Maliyet / Tersine Lojistik	İmalat Çıktısı	Kaynak Kullanımı	Kalite	Termin
An Extended Todim Multi-Criteria Group Decision Making Method For Green Supplier Selection In Interval Type-2 Fuzzy Environment	Üretim	Jindong vd., 2017	Todim	Çevre Yönetimi	Kalite Yönetimi	Toplam Ürün Maliyeti	Kirlilik Yönetimi	Personel Eğitimi
				Yeşil Ürün İnovasyonu	Yeşil İmaj	Çevre Dostu Teknoloji Kullanımı		Yeşil Yeterlilik

Çalışma	Sektör	Yıl	Yöntem	Ölçütler				
Integrated Fanp-F-Migp Model For Supplier Selection In The Renewable Energy Sector	Enerji	Kaya, 2017	Fanp-F-Migp	Değişikliklere Cevabı	Garanti	Konsept Uyumsuzluğu	Coğrafi Konum	Politik Durum
				Ürün Fiyatı	Bakım Maliyeti	Yedek Parça Maliyeti	Ödeme Süreci	Kalite Güvence
				Finansal Durum	Döviz Kuru			
				Problem Çözme Kapasitesi	Ürün Kalitesi	Red Oranı	Zamanında Teslimat	Teknik Destek
Supplier Selection Among Smes On The Basis Of Their Green Innovation Ability Using Bwm And Fuzzy Topsis	Üretim	Gupta, 2017	Bwm-TOPSIS	Araştırma Geliştirme	Regülasyon, Kullanma Baskısı ve Talep			
				İş birliği	Çevresel Yatırım ve Ekonomik Kar	Geri Dönüşüm Olanğı ve Yeşil Yeterlilik	Yeşil Satın alma Kapasitesi	Çevresel Yönetim Girişkenliği
Integrated Qfd-Mcdm Framework For Green Supplier Selection	Gıda Üretimi	Yazdini, 2017	Demantel-Copras	Doğal Kaynak Kullanımı	Yeşil Tasarım	Geri Dönüşüm Oranı		
				Finansal Durum	Çevre Yönetim Sistemi	Atık Yönetim Politikası	Yönetimsel Tahüt	Kalite Kontrol Sistemi
				İmalat	Fabrika	Tersine Lojistik	Kalite	Fiyat
A Resilience Approach For Supplier Selection: Using Fuzzy Analytic Network Process And Grey Vikor Techniques	Kâğıt Üretim	Parkouhi, 2017	Vikor	Teknoloji	İlişki Yönetimi	Maliyet	Tedarikçi Profili	Tedarikçi Tederikçisi Durumu
				Termin / Tedarik Kısıtı	Esneklik	Kalite	Kültür	Bilgi Birikimi
Developing Sustainable Supplier Selection Criteria For Solar Air-Conditioner Manufacturer: An Integrated Approach	Üretim	Song, 2017	Demantel	3R (Reduce, Recycle, Reuse)	Kaynak Kullanımı	İş Güvenliği	Eğitim	
				Kalite	Teslimat	Fiyat Maliyet	Çevre Yönetim Sistemi	Ekonomik Tasarım

Çalışma	Sektör	Yıl	Yöntem	Ölçütler				
Rfid Service Provider Selection: An Integrated Fuzzy Mcdm Approach	Üretim	Büyükozen vd., 2017	AHP	Teslimata Uyum	Servis Kalitesi ve Problem Çözümü			
				Maliyet	Rfid Altyapısı	Teknoloji	Deneyim ve Saygınlık	Termin
Supplier Selection With Using Fuzzy Topsis Mcdm For Small Scale Steel Manufacturing Unıt(Kumar vd., 2018)	Üretim	2018	TOPSIS	Maliyet	Teslimat	Ürün Kalitesi	Performans	Saygınlık
Makine İmalat Fabrikasında Bulanık AHP ile Tedarikçi Seçim Uygulaması	Üretim	Polat vd., 2019	Bulanık AHP	Tedarikçi Süreç Yetenekleri	Süreç Esnekliği	Tedarikçinin Ürün ile İlgili Tecrübesi	Tedarikçinin Kullanılan Tedarikçinin Kalite Sistemi	Tedarikçinin Üretim Teknolojisi
				Bakım Maliyeti	Ürün Hata Ölçümleri	Destek Hizmetleri Kalitesi	Ürün Ambalajlama Kalitesi	
				Kapasitesi	Net Fiyat			
				Değişimlere Cevap Verebilme	Bakım Desteği	Üretim Garanti Süresi	Tedarikçi Davranışı	Dağıtım
Uluslararası Tedarikçi Seçim Probleminde Bulanık Dematel Yönteminin Kullanımı	Tekstil	Günay vd., 2019	Demantel	Teknik Yetenek	Maliyet	Kalite	Teslimat Performansı	Ün / Tedarikçi İlişkisi
Makine Seçimi Probleminde Entropi - Rov Ve Critic - Rov Yöntemlerinin Karşılaştırılması	Tekstil	Akın, 2019	Rov	Güç	Nakliye Alanı			
				Dikiş Kafası Sayısı	Dikiş Hızı	Bordür Dikim Genişliği	Desen Sayısı	Bordür Kenar Dikimi
Multiple-Criteria Decision-Making For The Choice Of Equipment In Mining Using The AHP Method	Üretim	Bodziony, 2019	AHP	Enerji Üretimi	Toplam Üretim Maliyet	Toplam Yatırım Maliyeti	Proses İlgili Maliyet	
				Ortalama Hata Oranı	Güvenilirlik İndeksi	Hatalar Arasındaki Ortalama Zaman	Hataların Giderilmesi İçin Ortalama Zaman	Makine Ölçüsü

Çalışma	Sektör	Yıl	Yöntem	Ölçütler				
AHP ile Bütünleşik Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Makine Seçimi: Tarım Makinaları Üretim İşletmesinde Bir Uygulama	Üretim	Gülçiçek vd., 2020	Gri Analiz-AHP	Dozaşlama Süresi	Hareket Kabiliyeti /Ürün Teslim Süreci	Motor Gücü	Mama Yapma Süresi	Yıkama Sistemi
				Pastörize Etme Sistemi	Fiyat	Satış Sonrası Destek	Fiyat	Dil Seçeneği
A Novel Hybrid Mcdm Model For Machine Tool Selection Using Fuzzy Dematel, Entropy Weighting And Later Defuzzification Vıkor	Üretim	Liv d., 2020	Demantel-Vıkor	Maksimum Spindle Hızı	Hata Oranı	Bağlantı Hassasiyeti	Maliyet / Kullanım	Maksimum Spindle Tork

EK-4. Tedarikçi Ön Değerlendirme Tablosu

Tedarikçi	ISO Kalite Sertifikası Sağlaması Durumu	Hijyen Sertifikası Sağlaması Durumu	Teminat Mektubu Verebilmesi	En Fazla 48 Saat İçerisinde Teknik Destek Sağlama	Tasarım Parçaları Kendi Bünyesinde Üretebilmesi	Teknik Servis Departmanının Bulunması	En az 10 Yıl Olarak Sektörel Tecrübesi	Bakım Sözleşmesi Yapabilmesi	En Fazla İki Operatör İle Makineyi Çalıştırmaya	En Az İki Adet Kurumsal Referans Vermesi	Cironun Yirmi milyon TL'nin Üstünde Olması	Yumuşak film Kesim İstasyonlu Deneyiminin Olması
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	X	X
5	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	✓	X	X	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	X	✓
9	✓	X	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	X	X	X
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	✓	X	X	✓	✓	X	X	✓	✓	X	X	X

EK-5. Ana Boyutlar İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matris Tablosu

Ölçüt	Toplam Maliyet			Teknik Uygunluk			Termin		
Uzman 1 (CR: 0,0057)									
Toplam Maliyet	1	1	1	0,67	1	2	1	2	2
Teknik Uygunluk	0,5	1	1,5	1	1	1	1	2	2
Termin	0,5	0,7	1	0,5	0,7	1	1	1	1
Uzman 2 (CR: 0,0684)									
Toplam Maliyet	1	1	1	0,67	1	2	1	2	2
Teknik Uygunluk	0,5	1	1,5	1	1	1	2	2	3
Termin	0,4	0,5	0,7	0,5	0,7	1	1	1	1
Uzman 3 (CR: 0,0133)									
Toplam Maliyet	1	1	1	1	1	1	2	2	3
Teknik Uygunluk	1	1	1	1	1	1	2	2	3
Termin	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7	1	1	1
Uzman 4 (CR: 0,00629)									
Toplam Maliyet	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Teknik Uygunluk	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Termin	0,7	1	2	0,5	0,7	1	1	1	1
Uzman 5 (CR: 0,09)									
Toplam Maliyet	1	1	1	0,4	0,5	0,7	2	3	3
Teknik Uygunluk	1,5	2	2,5	1	1	1	2	2	3
Termin	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,7	1	1	1
Uzman 6 (CR: 0,07785)									
Toplam Maliyet	1	1	1	0,4	0,5	0,7	1	2	2
Teknik Uygunluk	1,5	2	2,5	1	1	1	1	2	2
Termin	0,5	0,7	1	0,5	0,7	1	1	1	1

EK-6. Teknik Uygunluk İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matris Tablosu

	Standardizasyon			OEE			Hazır Parça Oranı			Şartnameye Uygunluk		
Uzman 1 (CR: 0,00367)												
Standardizasyon	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,667	1	2	1	1	1
OEE	1,5	2	2,5	1	1	1	1	1,5	2	1	1	1
HPO	0,5	1	1,5	0,5	0,67	1	1	1	1	0,5	0,67	1
ŞU	1	1	1	1	1	1	1	1,5	2	1	1	1
Uzman 2 (CR: 0,08740)												
Standardizasyon	1	1	1	0,333	0,4	0,5	0,4	0,5	0,667	0,67	1	2
OEE	2	2,5	3	1	1	1	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5
HPO	1,5	2	2,5	0,4	0,5	0,67	1	1	1	0,4	0,5	0,67
ŞU	0,5	1	1,5	0,4	0,5	0,67	1,5	2	2,5	1	1	1
Uzman 3 (CR: 0,05261)												
Standardizasyon	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,5	0,667	1	1	1	1
OEE	1,5	2	2,5	1	1	1	1	1,5	2	1	1	1
HPO	1	1,5	2	0,5	0,67	1	1	1	1	0,4	0,5	0,67
ŞU	1	1	1	1	1	1	1,5	2	2,5	1	1	1
Uzman 4 (CR: 0,06065)												
Standardizasyon	1	1	1	0,333	0,4	0,5	0,5	0,667	1	1	1	1
OEE	2	2,5	3	1	1	1	1	1,5	2	1	1	1
HPO	1	1,5	2	0,5	0,67	1	1	1	1	0,4	0,5	0,67
ŞU	1	1	1	1	1	1	1,5	2	2,5	1	1	1
Uzman 5 (CR: 0,05632)												
Standardizasyon	1	1	1	0,5	0,67	1	0,5	0,667	1	1	1	1
OEE	1	1,5	2	1	1	1	1,5	2	2,5	2	2,5	3
HPO	1	1,5	2	0,4	0,5	0,67	1	1	1	0,5	0,67	1
ŞU	1	1	1	0,333	0,4	0,5	1	1,5	2	1	1	1
Uzman 6 (CR: 0,0748)												
Standardizasyon	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,667	1	1	1
OEE	1,5	2	0,33	1	1	1	1,5	2	2,5	2	2,5	3
HPO	1,5	2	2,5	0,4	0,5	0,67	1	1	1	0,4	0,5	0,67
ŞU	1	1	1	0,333	0,4	0,5	1,5	2	2,5	1	1	1

EK-7. Termin İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matris Tablosu

	Zamanlama			Arıza Destek Süresi			Yedek Parça Termin Süresi		
Uzman 1 (CR: 0,06288)									
Zamanlama	1	1	1	0,5	1	1,5	1	1,5	2
Arıza destek süresi	0,67	1	2	1	1	1	1	1	1
Yedek parça temrin süresi	0,5	0,67	1	1	1	1	1	1	1
Uzman 2 (CR: 0,05965)									
Zamanlama	1	1	1	2	2,5	3	1,5	2	2,5
Arıza destek süresi	0,33	0,4	0,5	1	1	1	1	1,5	2
Yedek parça temrin süresi	0,4	0,5	0,67	0,5	0,67	1	1	1	1
Uzman 3 (CR: 0,05673)									
Zamanlama	1	1	1	1,5	2	2,5	1	1,5	2
Arıza destek süresi	0,4	0,5	0,67	1	1	1	0,5	1	1,5
Yedek parça temrin süresi	0,5	0,67	1	0,67	1	2	1	1	1
Uzman 4 (CR: 0,06288)									
Zamanlama	1	1	1	1	1,5	2	0,5	1	1,5
Arıza destek süresi	0,5	0,67	1	1	1	1	1	1	1
Yedek parça temrin süresi	0,67	1	2	1	1	1	1	1	1
Uzman 5 (CR: 0,0590)									
Zamanlama	1	1	1	2	2,5	3	2	2,5	3
Arıza destek süresi	0,33	0,4	0,5	1	1	1	1,5	2	2,5
Yedek parça temrin süresi	0,33	0,4	0,5	0,4	0,5	0,67	1	1	1
Uzman 6 (CR: 0,0404)									
Zamanlama	1	1	1	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5
Arıza destek süresi	0,4	0,5	0,67	1	1	1	1	1,5	2
Yedek parça temrin süresi	0,4	0,5	0,67	0,5	0,67	1	1	1	1

EK-8. Toplam Maliyet İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matris Tablosu

	Ödeme Şekli			Teklif Fiyatı			ÇPS			EKÖ			İskonto		
Uzman 1 (CR: 0,03799)															
Ödeme şekli	1	1	1	0,4	0,5	0,7	0,5	0,7	1	0,4	0,5	0,67	0,7	1	2
Teklif Fiyatı	1,5	2	2,5	1	1	1	0,7	1	2	0,5	0,7	1	1	1,5	2
ÇPS	1	1,5	2	0,5	1	1,5	1	1	1	0,7	1	2	1	1	1
EKÖ	1,5	2	2,5	1	1,5	2	0,5	1	1,5	1	1	1	1	1,5	2
İskonto	0,5	1	1,5	0,5	0,7	1	1	1	1	0,5	0,7	1	1	1	1
Uzman 2 (CR: 0,08044)															
Ödeme şekli	1	1	1	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,7	0,5	0,7	1	0,4	0,5	0,7
Teklif Fiyatı	2	2,5	3	1	1	1	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,7
ÇPS	1,5	2	2,5	1	1	1	1	1	1	0,3	0,4	0,5	1	1,5	2
EKÖ	1	1,5	2	1,5	2	2,5	2	2,5	3	1	1	1	2	2,5	3
İskonto	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	0,5	0,7	1	0,3	0,4	0,5	1	1	1
Uzman 3 (CR: 0,03045)															
Ödeme şekli	1	1	1	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,7
Teklif Fiyatı	1,5	2	2,5	1	1	1	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,7	1	2
ÇPS	1,5	2	2,5	1	1	1	1	1	1	0,67	1	2	1	1	1
EKÖ	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	0,5	1	1,5	1	1	1	1	1,5	2
İskonto	1,5	2	2,5	0,5	1	1,5	1	1	1	0,5	0,67	1	1	1	1
Uzman 4 (CR: 0,03773)															
Ödeme şekli	1	1	1	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,67	0,33	0,4	0,5	0,5	0,67	1
Teklif Fiyatı	2	2,5	3	1	1	1	0,67	1	2	0,4	0,5	0,67	1	1,5	2
ÇPS	1,5	2	2,5	0,5	1	1,5	1	1	1	0,67	1	2	1	1	1
EKÖ	2	2,5	3	1,5	2	2,5	0,5	1	1,5	1	1	1	1	1,5	2
İskonto	1	1,5	2	0,5	0,67	1	1	1	1	0,5	0,67	1	1	1	1
Uzman 5 (CR: 0,0409)															
Ödeme şekli	1	1	1	0,33	0,4	0,5	0,33	0,4	0,5	0,4	0,5	0,67	0,5	0,67	1
Teklif Fiyatı	2	2,5	3	1	1	1	1	1	1	0,5	0,67	1	2	2,5	3
ÇPS	2	2,5	3	1	1	1	1	1	1	0,33	0,4	0,5	2	2,5	3
EKÖ	1,5	2	2,5	1	1,5	2	2	2,5	3	1	1	1	2	2,5	3

İskonto	1	1,5	2	0,3	0,4	0,5	0,33	0,4	0,5	0,33	0,4	0,5	1	1	1
	Ödeme Şekli			Teklif Fiyatı			ÇPS			EKÖ			İskonto		
Uzman 6 (CR: 0,04426)															
Ödeme şekli	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67	0,5	0,67	1	0,5	0,67	1
Teklif Fiyatı	1,5	2	2,5	1	1	1	1	1	1	0,5	0,67	1	1,5	2	2,5
ÇPS	1,5	2	2,5	1	1	1	1	1	1	0,33	0,4	0,5	1	1,5	2
EKÖ	1	1,5	2	1	1,5	2	2	2,5	3	1	1	1	2	2,5	3
İskonto	1	1,5	2	0,4	0,5	0,67	0,5	0,67	1	0,33	0,4	0,5	1	1	1

EK-9. Diğer AHP Hesaplama Tabloları

Tablo 1. Ana boyutlar için bulanık karşılaştırma matrislerinin birleştirilmesi

	TM			TU			TRM		
Toplam Maliyet	1	1	1	0,6437	0,7937	1,1024	1,069	1,60	2,11
Teknik Uygunluk	0,908	1,2599	1,5536	1	1	1	1,224	1,73	2,23
Termin	0,45	0,596	0,87503	0,46415	0,60772	0,875034	1	1	1

Tablo 2. Teknik uygunluk için bulanık karşılaştırma matrislerinin birleştirilmesi

	STD			OEE			HP			ŞU		
Standardizasyon	1,000	1,000	1,000	0,391	0,487	0,650	0,487	0,648	0,981	0,935	1,000	1,122
OEE	1,543	2,054	1,826	1,000	1,000	1,000	1,225	1,732	2,236	1,348	1,523	1,680
Hazır parça oranı	1,020	1,543	2,054	0,447	0,579	0,819	1,000	1,000	1,000	0,431	0,551	0,766
ŞU	0,891	1,000	1,070	0,595	0,656	0,742	1,310	1,817	2,321	1,000	1,000	1,000

Tablo 3. Termin için bulanık karşılaştırma matrislerinin birleştirilmesi

	TRM			ADS			YTS		
Zamanlama	1,00	1,00	1,00	1,28	1,83	2,35	1,14	1,68	2,20
Arıza destek süresi	0,42	0,55	0,78	1,00	1,00	1,00	0,95	1,28	1,57
YTS	0,45	0,60	0,88	0,64	0,78	1,05	1,00	1,00	1,00

Tablo 4. Toplam Maliyet İçin Bulanık Karşılaştırma Matrislerinin Birleştirilmesi

	Ödeme Şekli			Teklif Fiyatı			ÇPS			EKÖ			İskonto Oranı		
Ödeme şekli	1,000	1,000	1,000	0,352	0,447	0,579	0,402	0,506	0,682	0,417	0,531	0,729	0,487	0,650	0,982
Teklif Fiyatı	1,732	2,236	2,739	1,000	1,000	1,000	0,875	1,000	1,260	0,447	0,579	0,819	0,964	1,334	1,851
ÇPS	1,471	1,979	2,483	0,794	1,000	1,145	1,000	1,000	1,000	0,470	0,632	1,000	1,122	1,334	1,513
EKÖ	1,375	1,886	2,392	1,225	1,732	2,236	1,000	1,581	2,121	1,000	1,000	1,000	1,414	1,936	2,449
İskonto Oranı	1,020	1,543	2,054	0,531	0,751	1,039	0,660	0,751	0,891	0,406	0,518	0,707	1,000	1,000	1,000

Tablo 5. Ana boyutlar için bulanık toplam matrisi

Toplam Maliyet	2,714	3,395	4,219
Teknik Uygunluk	3,133	3,992	4,790
Termin	1,919	2,204	2,750
<i>sutun toplamı</i>	7,766	9,591	11,759
<i>tersi</i>	0,0850	0,1042	0,1287

Tablo 6. Teknik uygunluk için bulanık toplam matrisi

Standardizasyon	2,813	3,136	3,753
OEE	5,116	6,309	6,743
Hazır parça oranı	2,898	3,673	4,638
Şartnameye uygunluk	3,796	4,474	5,133
Sütun Toplamı	14,623	17,591	20,267
Tersi	0,068	0,068	0,068

Tablo 7. Termin için bulanık toplam matrisi

Zamanlama	3,430	4,510	5,548
Arıza destek süresi	2,378	2,832	3,350
Yedek parça temrin süresi	2,092	2,376	2,925
Sütun Toplamı	7,899	9,717	11,823
Tersi	0,1266	0,1266	0,1266

Tablo 8. Toplam maliyet için bulanık toplam matrisi

Ödeme şekli	2,659	3,134	3,972
Teklif Fiyatı	5,019	6,148	7,668
Çalışacak olan personel sayısı	4,857	5,945	7,141
EKÖ	6,014	8,136	10,199
İskonto Oranı	3,617	4,563	5,690
Sütun Toplamı	22,165	27,926	34,671
Tersi	0,0451	0,0451	0,0451

Tablo 9. Ana boyutlar için bulanık sentetik değerler

Toplam Maliyet	0,2308	0,3540	0,5433
Teknik Uygunluk	0,2665	0,4162	0,6168
Termin	0,1632	0,2298	0,3541

Tablo 10. Teknik uygunluk için bulanık sentetik değerler

Standardizasyon	0,1388	0,1782	0,2566
OEE	0,2524	0,3586	0,4611
Hazır parça oranı	0,1430	0,2088	0,3172
Şartnameye uygunluk	0,1873	0,2543	0,3510

Tablo 11. Termin için bulanık sentetik değerler

Zamanlama	0,3529	0,3814	0,7023
Arıza destek süresi	0,2447	0,2395	0,4241
Yedek parça temrin süresi	0,2153	0,2009	0,3703

Tablo 12. Toplam maliyet için bulanık sentetik değerler

Ödeme şekli	0,0767	0,1122	0,1792
Teklif Fiyatı	0,1448	0,2202	0,3459
Çalışacak olan personel sayısı	0,1401	0,2129	0,3222
Ekipman kullanım ömrü boyunca tahmini bakım maliyeti	0,1735	0,2913	0,4601
İskonto Oranı	0,1043	0,1634	0,2567

Tablo 13. Ana boyutlar için ağırlık vektörü

			Minimum	Global ağırlıklar
Toplam Maliyet	0,817	1	0,817	0,382
Teknik Uygunluk	1,000	1,000	1,000	0,468
Termin	0,498	0,320	0,320	0,149

Tablo 14. Teknik uygunluk için ağırlık vektörü

				Minimum	Global ağırlıklar
Standardizasyon	0,023	0,788	0,477	0,023	0,005
OEE	1	1	1	1	0,258
Hazır parça oranı	1	0,32	0,741	0,32	0,078
Şartnameye uygunluk	1	0,486	1	0,486	0,125

Tablo 15. Termin için ağırlık vektörü

			Minimum	Global ağırlıklar
Zamanlama	1	1	1	0,105
Arıza destek süresi	0,33	1	0,33	0,0351
Yedek parça temrin süresi	0,087	0,76	0,087	0,0092

Tablo 16. Toplam maliyet için ağırlık vektörü

					Minimum	Global ağırlıklar
Ödeme şekli	0,242	0,279	0,0311	0,59	0,0311	0,0042
Teklif Fiyatı	1	1	0,7079	1	0,7079	0,097
Çalışacak olan personel sayısı	1	0,96	0,654	1	0,654	0,089
Makine Ömrü boyunca tahmini bakım maliyeti	1	1	1	1	1	0,13
İskonto Oranı	1	0,663	0,702	0,394	0,394	0,054

EK-10. MARCOS Hesaplamaları İçin Uzman Değerlendirmeleri

Tablo 17. Birinci Uzman İçin Firmaların Değerlendirilmesi

	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Ölçüt 4	Ölçüt 5	Ölçüt 6	Ölçüt 7	Ölçüt 8	Ölçüt 9	Ölçüt 10	Ölçüt 11	Ölçüt 12
Firma 1	İ	İ	Çİ	Çİ	Kİ	Çİ	Çİ	Çİ	Kİ	Bİ	Çİ	İ
Firma 2	İ	NİNK	Çİ	NİNK	Bİ	Kİ	Kİ	Bİ	Kİ	NİNK	Bİ	NİNK
Firma 3	Kİ	Kİ	Çİ	Çİ	Kİ	Çİ	Çİ	Çİ	Kİ	Çİ	Çİ	İ
Firma 4	İ	Bİ	Çİ	İ	İ	Kİ	Kİ	Çİ	Kİ	Bİ	Bİ	Bİ

Tablo 18. İkinci Uzman İçin Firmaların Değerlendirilmesi

	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Ölçüt 4	Ölçüt 5	Ölçüt 6	Ölçüt 7	Ölçüt 8	Ölçüt 9	Ölçüt 10	Ölçüt 11	Ölçüt 12
Firma 1	İ	İ	Çİ	Çİ	İ	Çİ	Kİ	İ	Kİ	Bİ	İ	Çİ
Firma 2	Bİ	BK	Çİ	NİNK	Bİ	Kİ	Çİ	İ	Kİ	NİNK	Bİ	NİNK
Firma 3	Çİ	Kİ	Çİ	Çİ	İ	Çİ	Kİ	İ	Kİ	İ	İ	Çİ
Firma 4	Bİ	Bİ	Çİ	İ	Bİ	Kİ	Kİ	Çİ	Kİ	Bİ	Bİ	Bİ

Tablo 19. Üçüncü Uzman İçin Firmaların Değerlendirilmesi

	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Ölçüt 4	Ölçüt 5	Ölçüt 6	Ölçüt 7	Ölçüt 8	Ölçüt 9	Ölçüt 10	Ölçüt 11	Ölçüt 12
Firma 1	İ	Bİ	Çİ	Çİ	İ	Kİ	Kİ	Çİ	Kİ	Bİ	Bİ	Bİ
Firma 2	Bİ	Bİ	Çİ	İ	Bİ	Kİ	Kİ	Çİ	Kİ	İ	Bİ	NİNK
Firma 3	Kİ	Kİ	Çİ	Çİ	Kİ	Kİ	Kİ	Çİ	Kİ	İ	İ	İ
Firma 4	NİNK	NİNK	Çİ	NİNK	Bİ	Kİ	Kİ	Bİ	Kİ	NİNK	NİNK	BK

Tablo 20. Dördüncü Uzman İçin Firmaların Değerlendirilmesi

	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Ölçüt 4	Ölçüt 5	Ölçüt 6	Ölçüt 7	Ölçüt 8	Ölçüt 9	Ölçüt 10	Ölçüt 11	Ölçüt 12
Firma 1	İ	İ	Çİ	Çİ	İ	Çİ	İ	Çİ	Kİ	Bİ	Bİ	Bİ
Firma 2	Bİ	Bİ	Çİ	İ	Bİ	Kİ	Çİ	Çİ	Kİ	NİNK	Bİ	NİNK
Firma 3	Kİ	Kİ	Çİ	Kİ	Kİ	Çİ	İ	Çİ	Kİ	İ	Çİ	İ
Firma 4	Bİ	BK	Çİ	BK	NİNK	Kİ	Kİ	Bİ	Kİ	BK	NİNK	BK

Tablo 21. Beşinci Uzman İçin Firmaların Değerlendirilmesi

	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Ölçüt 4	Ölçüt 5	Ölçüt 6	Ölçüt 7	Ölçüt 8	Ölçüt 9	Ölçüt 10	Ölçüt 11	Ölçüt 12
Firma 1	i	i	i	i	i	Çi	Ki	i	Ki	Bi	Bi	Bi
Firma 2	Bi	Bi	i	Bi	Bi	Çi	Ki	Çi	Ki	NiNK	NiNK	BK
Firma 3	Ki	Ki	Ki	Ki	Çi	Çi	Ki	Çi	Ki	i	i	i
Firma 4	Bi	Bi	i	Bi	Bi	Çi	Ki	Çi	Ki	NiNK	NiNK	BK

Tablo 22. Altıncı Uzman İçin Firmaların Değerlendirilmesi

	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Ölçüt 4	Ölçüt 5	Ölçüt 6	Ölçüt 7	Ölçüt 8	Ölçüt 9	Ölçüt 10	Ölçüt 11	Ölçüt 12
Firma 1	i	i	i	i	i	i	Çi	Çi	Ki	Bi	NiNK	NiNK
Firma 2	i	Bi	i	Bi	Bi	Ki	Çi	Çi	Ki	NiNK	NiNK	NiNK
Firma 3	Ki	i	Çi	Çi	i	i	Çi	Çi	Ki	i	i	i
Firma 4	Bi	NiNK	i	K	NiNK	Ki	Ki	Bi	Ki	BK	BK	K

EK-11. Verilerin MARCOS İçin Yeni Üçgensel Sayılar İle Gösterilmesi Tablosu

Uzman 1	ölçüt1			ölçüt2			ölçüt3			ölçüt4			ölçüt5			ölçüt6			ölçüt7			ölçüt8			ölçüt9			ölçüt10			ölçüt11			ölçüt12		
Firma 1	5	7	7	5	7	7	7	7	9	7	7	9	7	9	9	7	7	9	7	7	9	7	7	9	7	9	9	5	5	7	7	7	9	5	7	7
Firma 2	5	7	7	3	5	5	7	7	9	3	5	5	5	5	7	7	9	9	7	9	9	5	5	7	7	9	9	3	5	5	5	5	7	3	5	5
Firma 3	7	9	9	7	9	9	7	7	9	7	7	9	7	7	7	7	7	9	7	7	9	7	7	9	7	9	9	7	7	9	7	7	9	5	7	7
Firma 4	5	7	7	5	5	7	7	7	9	5	7	7	5	7	7	7	9	9	7	9	9	7	7	9	7	9	9	5	5	7	5	5	7	5	5	7
Uzman 2	ölçüt1			ölçüt2			ölçüt3			ölçüt4			ölçüt5			ölçüt6			ölçüt7			ölçüt8			ölçüt9			ölçüt10			ölçüt11			ölçüt12		
Firma 1	5	7	7	5	7	7	7	7	9	7	7	9	7	9	9	7	7	9	7	7	9	7	7	9	7	9	9	5	5	7	7	7	9	5	7	7
Firma 2	5	7	7	3	5	5	7	7	9	3	5	5	5	5	7	7	9	9	7	9	9	5	5	7	7	9	9	3	5	5	5	5	7	3	5	5
Firma 3	7	9	9	7	9	9	7	7	9	7	7	9	7	7	7	7	7	9	7	7	9	7	7	9	7	9	9	7	7	9	7	7	9	5	7	7
Firma 4	5	7	7	5	5	7	7	7	9	5	7	7	5	7	7	7	9	9	7	9	9	7	7	9	7	9	9	5	5	7	5	5	7	5	5	7
Uzman 3	ölçüt1			ölçüt2			ölçüt3			ölçüt4			ölçüt5			ölçüt6			ölçüt7			ölçüt8			ölçüt9			ölçüt10			ölçüt11			ölçüt12		
Firma 1	5	7	7	5	5	7	7	7	9	7	7	9	5	7	7	7	9	9	7	9	9	7	7	9	7	9	9	5	5	7	5	5	7	5	5	7
Firma 2	5	5	7	5	5	7	7	7	9	5	7	7	5	5	7	7	9	9	7	9	9	7	7	9	7	9	9	5	7	7	5	5	7	3	5	5
Firma 3	7	9	9	7	9	9	7	7	9	7	7	9	7	9	9	7	9	9	7	9	9	7	7	9	7	9	9	5	7	7	5	7	7	5	7	7
Firma 4	3	5	5	3	5	5	7	7	9	3	5	5	5	5	7	7	9	9	7	9	9	5	5	7	7	9	9	3	5	5	3	5	5	3	3	5
Uzman 4	ölçüt1			ölçüt2			ölçüt3			ölçüt4			ölçüt5			ölçüt6			ölçüt7			ölçüt8			ölçüt9			ölçüt10			ölçüt11			ölçüt12		
Firma 1	5	7	7	5	7	7	5	7	7	5	7	7	5	7	7	7	7	9	7	9	9	5	7	7	7	9	9	5	5	7	5	5	7	5	5	7
Firma 2	5	5	7	5	5	7	5	7	7	5	5	7	5	5	7	7	7	9	7	9	9	7	7	9	7	9	9	3	5	5	3	5	5	3	3	5
Firma 3	7	9	9	7	9	9	7	9	9	7	9	9	7	7	9	7	7	9	7	9	9	7	7	9	7	9	9	5	7	7	5	7	7	5	7	7
Firma 4	5	5	7	5	5	7	5	7	7	5	5	7	5	5	7	7	7	9	7	9	9	7	7	9	7	9	9	3	5	5	3	5	5	3	3	5

Uzman 5	ölçüt1			ölçüt2			ölçüt3			ölçüt4			ölçüt5			ölçüt6			ölçüt7			ölçüt8			ölçüt9			ölçüt10			ölçüt11			ölçüt12		
Firma 1	5	7	7	5	7	7	5	7	7	5	7	7	5	7	7	7	7	9	7	9	9	5	7	7	7	9	9	5	5	7	5	5	7	5	5	7
Firma 2	5	5	7	5	5	7	5	7	7	5	5	7	5	5	7	7	7	9	7	9	9	7	7	9	7	9	9	3	5	5	3	5	5	3	3	5
Firma 3	7	9	9	7	9	9	7	9	9	7	9	9	7	7	9	7	7	9	7	9	9	7	7	9	7	9	9	5	7	7	5	7	7	5	7	7
Firma 4	5	5	7	5	5	7	5	7	7	5	5	7	5	5	7	7	7	9	7	9	9	7	7	9	7	9	9	3	5	5	3	5	5	3	3	5
Uzman 6	ölçüt1			ölçüt2			ölçüt3			ölçüt4			ölçüt5			ölçüt6			ölçüt7			ölçüt8			ölçüt9			ölçüt10			ölçüt11			ölçüt12		
Firma 1	5	7	7	5	7	7	5	7	7	5	7	7	5	7	7	5	7	7	7	7	9	7	7	9	7	9	9	5	5	7	3	5	5	3	5	5
Firma 2	5	7	7	5	5	7	5	7	7	5	5	7	5	5	7	7	9	9	7	7	9	7	7	9	7	9	9	3	5	5	3	5	5	3	5	5
Firma 3	7	9	9	5	7	7	7	7	9	7	7	9	5	7	7	5	7	7	7	7	9	7	7	9	7	9	9	5	7	7	5	7	7	5	7	7
Firma 4	5	5	7	3	5	5	5	7	7	1	3	3	3	5	5	7	9	9	7	9	9	5	5	7	7	9	9	3	3	5	3	3	5	1	3	3

EK-12. Birleştirilmiş Bulanık Sayı Matris Tablosu

	ölçüt1			ölçüt2			ölçüt3			ölçüt4			ölçüt5			ölçüt6		
Firma 1	5,00	7,00	7,00	5,00	6,62	7,00	5,92	7,00	7,94	5,92	7,00	7,94	5,59	7,61	7,61	6,62	7,30	8,63
Firma 2	5,00	5,92	7,00	4,22	5,00	6,26	5,92	7,00	7,94	4,22	5,29	6,26	5,00	5,00	7,00	7,00	8,28	9,00
Firma 3	7,00	9,00	9,00	6,62	8,63	8,63	7,00	7,61	9,00	7,00	7,61	9,00	6,62	7,30	7,94	6,62	7,30	8,63
Firma 4	4,59	5,59	6,62	4,22	5,00	6,26	5,92	7,00	7,94	3,51	5,14	5,75	4,59	5,59	6,62	7,00	8,28	9,00
max	7,00	9,00	9,00	6,62	8,63	8,63	7,00	7,61	9,00	7,00	7,61	9,00	6,62	7,61	7,94	7,00	8,28	9,00
	ölçüt7			ölçüt8			ölçüt9			ölçüt10			ölçüt11			ölçüt12		
Firma 1	7,00	7,94	9,00	6,26	7,00	8,28	7,00	9,00	9,00	5,00	5,00	7,00	5,14	5,59	7,20	4,59	5,59	6,62
Firma 2	7,00	8,63	9,00	6,26	6,26	8,28	7,00	9,00	9,00	3,27	5,29	5,29	3,87	5,00	5,92	3,00	4,22	5,00
Firma 3	7,00	7,94	9,00	7,00	7,00	9,00	7,00	9,00	9,00	5,59	7,00	7,61	5,59	7,00	7,61	5,00	7,00	7,00
Firma 4	7,00	9,00	9,00	6,26	6,26	8,28	7,00	9,00	9,00	3,56	4,59	5,59	3,56	4,59	5,59	2,96	3,56	5,14
max	7,00	9,00	9,00	7,00	7,00	9,00	7,00	9,00	9,00	5,59	7,00	7,61	5,59	7,00	7,61	5,00	7,00	7,00

EK-13. Normalleştirilmiş Matris Tablosu

	ölçüt1			ölçüt2			ölçüt3			ölçüt4			ölçüt5			ölçüt6		
Firma 1	0,56	0,78	0,78	0,58	0,77	0,81	0,78	0,92	1,04	0,78	0,92	1,04	0,73	1,00	1,00	0,80	0,88	1,04
Firma 2	0,56	0,66	0,78	0,49	0,58	0,72	0,78	0,92	1,04	0,55	0,69	0,82	0,66	0,66	0,92	0,85	1,00	1,09
Firma 3	0,78	1,00	1,00	0,77	1,00	1,00	0,92	1,00	1,18	0,92	1,00	1,18	0,87	0,96	1,04	0,80	0,88	1,04
Firma 4	0,51	0,62	0,74	0,49	0,58	0,72	0,78	0,92	1,04	0,46	0,67	0,75	0,60	0,73	0,87	0,85	1,00	1,09
	ölçüt7			ölçüt8			ölçüt9			ölçüt10			ölçüt11			ölçüt12		
Firma 1	0,78	0,88	1,00	0,89	1,00	1,18	0,78	1,00	1,00	0,71	0,71	1,00	0,73	0,80	1,03	0,66	0,80	0,95
Firma 2	0,78	0,96	1,00	0,89	0,89	1,18	0,78	1,00	1,00	0,47	0,76	0,76	0,55	0,71	0,85	0,43	0,60	0,71
Firma 3	0,78	0,88	1,00	1,00	1,00	1,29	0,78	1,00	1,00	0,80	1,00	1,09	0,80	1,00	1,09	0,71	1,00	1,00
Firma 4	0,78	1,00	1,00	0,89	0,89	1,18	0,78	1,00	1,00	0,51	0,66	0,80	0,51	0,66	0,80	0,42	0,51	0,73

EK-14. Ağırlıklı Normalleştirilmiş Matris Tablosu

	ölçüt1			ölçüt2			ölçüt3			ölçüt4			ölçüt5			ölçüt6		
Firma 1	0,002	0,003	0,003	0,056	0,074	0,079	0,070	0,083	0,094	0,107	0,126	0,143	0,040	0,054	0,054	0,005	0,005	0,006
Firma 2	0,002	0,003	0,003	0,047	0,056	0,070	0,070	0,083	0,094	0,076	0,095	0,113	0,036	0,036	0,050	0,005	0,006	0,006
Firma 3	0,003	0,004	0,004	0,074	0,097	0,097	0,083	0,090	0,106	0,126	0,137	0,162	0,047	0,052	0,056	0,005	0,005	0,006
Firma 4	0,002	0,003	0,003	0,047	0,056	0,070	0,070	0,083	0,094	0,063	0,093	0,103	0,033	0,040	0,047	0,005	0,006	0,006
ideal	0,003	0,004	0,004	0,074	0,097	0,097	0,083	0,090	0,106	0,126	0,137	0,162	0,047	0,054	0,056	0,005	0,006	0,006
anti ideal	0,002	0,003	0,003	0,047	0,056	0,070	0,070	0,083	0,094	0,063	0,093	0,103	0,033	0,036	0,047	0,005	0,005	0,006
	ölçüt7			ölçüt8			ölçüt9			ölçüt10			ölçüt11			ölçüt12		
Firma 1	0,201	0,228	0,259	0,070	0,078	0,092	0,098	0,126	0,126	0,075	0,075	0,105	0,026	0,028	0,036	0,006	0,007	0,009
Firma 2	0,201	0,248	0,259	0,070	0,070	0,092	0,098	0,126	0,126	0,049	0,080	0,080	0,019	0,025	0,030	0,004	0,006	0,007
Firma 3	0,201	0,228	0,259	0,078	0,078	0,100	0,098	0,126	0,126	0,084	0,105	0,115	0,028	0,035	0,038	0,007	0,009	0,009
Firma 4	0,201	0,259	0,259	0,070	0,070	0,092	0,098	0,126	0,126	0,054	0,069	0,084	0,018	0,023	0,028	0,004	0,005	0,007
ideal	0,201	0,259	0,259	0,078	0,078	0,100	0,098	0,126	0,126	0,084	0,105	0,115	0,028	0,035	0,038	0,007	0,009	0,009
anti ideal	0,201	0,228	0,259	0,070	0,070	0,092	0,098	0,126	0,126	0,049	0,069	0,080	0,018	0,023	0,028	0,004	0,005	0,007

EK-15. MARCOS Hesaplama Matrisleri

Tablo 23. Ağırlıklı Toplam Değer Matrisi

	l	m	u
S1	0,754956045	0,88795435	1,00537807
S2	0,677086656	0,831759027	0,928374186
S3	0,833715389	0,966554481	1,078497289
S4	0,664015608	0,830299331	0,919433225
Si	0,833987599	1	1,078760543
Sai	0,659376462	0,794857003	0,914400448

Tablo 24. Menfaat Dereceleri ve Menfaat Fonksiyon Hesaplarının Yapılması

x	K_x^-			K_x^+			T_x			dfcrisp	K_x^-	K_x^+	$f(K_x^+)$			$f(K_x^-)$			fK+	fK-
1	0,83	1,12	1,52	0,70	0,89	1,21	1,53	2,01	2,73	2,22	1,14	0,91	0,37	0,50	0,69	0,31	0,40	0,54	0,51	0,41
2	0,74	1,05	1,41	0,63	0,83	1,11	1,37	1,88	2,52	2,22	1,06	0,84	0,33	0,47	0,63	0,28	0,37	0,50	0,47	0,38
3	0,91	1,22	1,64	0,77	0,97	1,29	1,68	2,18	2,93	2,22	1,24	0,99	0,41	0,55	0,74	0,35	0,43	0,58	0,56	0,44
4	0,73	1,04	1,39	0,62	0,83	1,10	1,34	1,87	2,50	2,22	1,05	0,84	0,33	0,47	0,63	0,28	0,37	0,50	0,47	0,38
						D	1,685	2,183	2,929											