

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
YÖNETİM BİLİMİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEDARİKÇİ SEÇİM KARARINDA ANALİTİK AĞ
SÜRECİ (ANP) VE ELECTRE YÖNTEMLERİNİN
KULLANILMASI VE BİR UYGULAMA

Enver ÇAKIN

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Aslı ÖZDEMİR

İZMİR-2013

**T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
YÖNETİM BİLİMİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEDARİKÇİ SEÇİM KARARINDA ANALİTİK AĞ
SÜRECİ (ANP) VE ELECTRE YÖNTEMLERİNİN
KULLANILMASI VE BİR UYGULAMA**

Enver ÇAKIN

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Aslı ÖZDEMİR**

İZMİR-2013

YÜKSEK LİSANS
TEZ/ PROJE ONAY SAYFASI

2011800115

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : ENVER ÇAKIN
Tez Başlığı : Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci(ANP) ve ELECTRE Yönetimlerinin Kullanılması: Bir Uygulama

Savunma Tarihi : 11.07.2013
Danışmanı : Yrd.Doç.Dr.Aslı ÖZDEMİR

JÜRI ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Yrd.Doç.Dr.Aslı ÖZDEMİR	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Prof.Dr.Onur ÖZVERİ	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Yrd.Doç.Dr.Güzin ÖZDAĞOĞLU	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	

Oybirliği ☒

Oy Çokluğu ()

ENVER ÇAKIN tarafından hazırlanmış ve sunulmuş "Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci(ANP) ve ELECTRE Yönetimlerinin Kullanılması: Bir Uygulama" başlıklı Tez() / Projesi() kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Utku UTKULU
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama**” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

...../...../.....

Enver ÇAKIN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) ve ELECTRE
Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama**

Enver ÇAKIN

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Yönetim Bilimi Programı

Teknolojik gelişmelerin artması ve pazarların küresel bir yapıya dönüşmesi nedeniyle, günümüzde değişimler çok hızlı bir şekilde yaşanmakta ve bu değişimler de belirsizlikleri beraberinde getirmektedir. Bu belirsizlik ortamında işletmelerin hedeflerine ulaşabilmesi ve başarılı olabilmesi verdikleri kararların doğruluğuna bağlıdır. İşletmeler yaptıkları tüm faaliyetlerde belirli kararlar vermek durumundadırlar ve bu kararların çoğu, işletmenin rekabetçi konumunu etkileyebilecek stratejik kararlardır. Bu kararların en önemlilerinden biri de, işletmelerin birlikte çalışacakları tedarikçileri belirlemektir. Çünkü tedarikçi seçimi kalite, maliyet, müşteri memnuniyeti gibi faktörleri etkileyerek işletmenin uzun vadedeki başarısında rol oynayan önemli bir karardır. Bu nedenle, tedarikçi seçim kararının doğru ve objektif bir yaklaşımla yapılması büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, makine sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Doğru tedarikçi seçimi için birçok nitel ve nicel kriterin birlikte dikkate alınması gerektiğinden, tedarikçi seçimi için çok kriterli karar verme tekniklerinden Analitik Ağ Süreci (ANP) ve ELECTRE yöntemleri entegre bir şekilde uygulanmıştır. Probleme ilişkin olarak 5 ana kriter ve 15 alt kriter belirlenmiş olup ANP yöntemi ile probleme ilişkin tüm kriterler ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra, ANP yöntemi ile elde

edilen ağırlıklar ELECTRE matrisinde kullanılmış ve ELECTRE yöntemi ile de 12 tane tedarikçi değerlendirilerek işletme için en iyi tedarikçi belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Ağ Süreci, ELECTRE, Tedarikçi Seçimi

ABSTRACT

Master's Thesis

Using Analytic Network Process (ANP) and ELECTRE Methods for Supplier Selection Decision and an Application

Enver ÇAKIN

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Business Administration

Management Science Program

As technological improvements increase and markets turn into a global structure, nowadays changes exist in a very fast manner and these changes cause to uncertainty. In this atmosphere of uncertainty, for business, achieving their objectives and being successful depends on the accuracy of the decisions they make. Businesses are required to make certain decisions in all their activities and most of these decisions are strategic decisions that may affect the competitive position of them. One of the most important of these decisions is identifying the suppliers with which business will work. Because supplier selection is an important decision that play a role in the long-term success of business by affecting the factors such as quality, cost and customer satisfaction. So, the decision of selecting supplier in a accurate and objective approach is very important.

In this study, supplier selection problem for a business in the machinery sector is considered. Many qualitative and quantitative criteria should be taken into account for selecting the right supplier and therefore, multi-criteria decision making methods, Analytic Network Process (ANP) and ELECTRE methods are applied in an integrated way for supplier selection. The five main criteria and fifteen sub-criteria are determined and all the criteria are weighted by using ANP. Then, the weights obtained by ANP are used in the ELECTRE

matrix. Twelve suppliers are evaluated with ELECTRE method and the best supplier is determined.

Keywords: Multi-criteria Decision Making, Analytic Network Process, ELECTRE, Supplier Selection

TEDARİKÇİ SEÇİM KARARINDA ANALİTİK AĞ SÜRECİ (ANP) VE ELECTRE YÖNTEMLERİNİN KULLANILMASI VE BİR UYGULAMA

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	xi
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
EKLER LİSTESİ	xiv
 GİRİŞ	 1

BİRİNCİ BÖLÜM ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

1.1. KARAR VERME KAVRAMI VE KARAR TEORİSİ	4
1.2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME VE TEMEL ELEMANLARI	6
1.3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERMENİN TARİHSEL GELİŞİMİ	10
1.4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ	13
1.4.1. Çok Amaçlı Karar Verme ve Kullanılan Yöntemler	14
1.4.2. Çok Nitelikli Karar Verme ve Kullanılan Yöntemler	17
1.4.2.1. Basit Yöntemler	19
1.4.2.2. Basit Toplam Ağırlıklı Model (SAW)	21
1.4.2.3. Ağırlıklı Ürün/Çarpım Modeli (WPM)	22
1.4.2.4. Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci	23
1.4.2.5. TOPSIS	25
1.4.2.6. VIKOR	27

1.4.2.7. ELECTRE	27
1.4.2.8. PROMETHEE	29
1.4.2.9. DEMATEL	30

İKİNCİ BÖLÜM

ANALİTİK AĞ SÜRECİ

2.1. ANALİTİK AĞ SÜRECİ TANIMI VE ÖZELLİKLERİ	32
2.2. ANALİTİK AĞ SÜRECİ İLE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	33
2.3. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ	35
2.3.1. Temel İlkeler ve Aksiyomlar	37
2.3.2. Analitik Hiyerarşi Süreci Uygulama Adımları	39
2.4. ANALİTİK AĞ SÜRECİ YÖNTEMİNDE AĞ YAPISI, BAĞIMLILIK VE GERİ BİLDİRİM	51
2.5. ANALİTİK AĞ SÜRECİ UYGULAMA ADIMLARI	53
2.5.1 Problemin Tanımlanması ve Karar Modelinin Oluşturulması	53
2.5.2. İkili Karşılaştırmaların Yapılması ve Göreceli Öncelik Değerlerinin Hesaplanması	55
2.5.3. Süpermatrisin Oluşturulması	55
2.5.4. Global Öncelik Değerlerinin Elde Edilmesi	57
2.6. ANALİTİK AĞ SÜRECİ YÖNTEMİNİN İŞLETMECİLİK ALANINDAKİ UYGULAMALARINA İLİŞKİN LİTERATÜR TARAMASI	58

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ELECTRE YÖNTEMİ

3.1. ELECTRE TANIMI VE ÖZELLİKLERİ	62
3.2. ELECTRE YÖNTEMİNİN ÇEŞİTLERİ	64
3.3. ELECTRE’NİN DİĞER YÖNTEMLERLE KARŞILAŞTIRILMASI	67
3.4. ELECTRE UYGULAMA ADIMLARI	69
3.5 ELECTRE YÖNTEMİNİN İŞLETMECİLİK ALANINDAKİ UYGULAMALARINA İLİŞKİN LİTERATÜR TARAMASI	74

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

4.1. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ	77
4.2. TEDARİKÇİ SEÇİM KARARI	79
4.2.1. Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Yöntemler	80
4.2.2. Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Kriterler	82
4.3. ANALİTİK AĞ SÜRECİ VE ELECTRE YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ UYGULAMASI	84
4.3.1. Uygulama Yapılan İşletme ile İlgili Bilgiler	85
4.3.2. Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi	86
4.3.3. Kriterler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi	88
4.3.4. Analitik Ağ Süreci ile Kriterlerin Ağırlıklandırılması	90
4.3.5. ELECTRE Yöntemi ile En İyi Tedarikçinin Seçimi	92
 SONUÇ	 96
KAYNAKÇA	103
EKLER	

KISALTMALAR

AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process)
ANP	Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process)
BOCR	Fayda, Fırsat, Maliyet, Risk (Benefits, Opportunities, Costs, Risks)
CI	Tutarlılık İndeksi (Consistency Indeks)
CR	Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio)
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ÇNFT	Çok Nitelikli Fayda Teorisi (Multi Attribute Utility Theory-MAUT)
ÇNKV	Çok Nitelikli Karar Verme
DEMATEL	Karar Verme ve Değerlendirme Laboratuvar Metodu (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Method)
ELECTRE	Gerçeği Yansıtan Eleme ve Seçim Yöntemi (ELimination Et Choix Traduisant la Realité)
HP	Hedef Programlama
MARSAN	Faaliyet Seçme, Araştırma ve Analiz Yöntemi (Methode d'Analyse, de Recherche, et de Selection d'Activites Nouvelles)
PROMETHEE	Zenginleştirme Değerlendirmesi için Tercih Sıralama Organizasyon Yöntemi (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation)
SAW	Basit Toplamsal Ağırlıklandırma (Simple Additive Weighting)
TOPSIS	İdeal Çözüme Benzerliklere Göre Tercih Sıralama Tekniği (The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)
WPM	Ağırlıklı Ürün/Çarpım Modeli (Weighted Product Model)

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: ÇNKV ile ÇAKV Metotlarının Karşılaştırılması	s. 14
Tablo 2: AHP Sürecinde Kullanılan Temel Ölçekler	s. 42
Tablo 3: Rassal İndeks Sayıları	s. 47
Tablo 4: ELECTRE Yöntemleri	s. 65
Tablo 5: Yöntemlerin Güçlü ve Zayıf Yönleri	s. 67
Tablo 6: Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Yöntemler	s. 81
Tablo 7: Dickson'ın Tedarikçi Seçim Kriterleri	s. 82
Tablo 8: Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Çeşitli Kriterler	s. 83
Tablo 9: Uygulama Kapsamında Belirlenen Tedarikçi Seçim Kriterleri	s. 86
Tablo 10: Kümelerin İkili Karşılaştırmaları	s. 91
Tablo 11: Kriterlerin Önem Dereceleri	s. 92
Tablo 12: ELECTRE Matrisi	s. 93
Tablo 13: Net Uyum ve Uyumsuzluk İndeksleri	s. 94
Tablo 14: Nihai Sıralama	s. 95

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Yıllara Göre ÇKKV Alanında Yapılan Çalışma Sayıları	s. 12
Şekil 2: ÇKKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması	s. 13
Şekil 3: ÇNKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması	s. 18
Şekil 4: Pozitif ve Negatif İdeal Noktalara Olan Uzaklıkların Gösterimi	s. 26
Şekil 5: Tercih Fonksiyonları	s. 29
Şekil 6: Hiyerarşi Yapısı	s. 34
Şekil 7: Ağ Yapısı	s. 34
Şekil 8: AHP Hiyerarşik Yapısı	s. 40
Şekil 9: Örnek Bir Ağ Yapısı	s. 52
Şekil 10: Basit Bir Süpermatris Yapısı	s. 56
Şekil 11: ANP ile İşlemler Yönetimi Alanında Yapılan Çalışmaların Dağılımı	s. 61
Şekil 12: Alternatiflerin Karşılaştırmalarının Grafik Gösterimi	s. 64
Şekil 13: Tedarik Zinciri Süreci	s. 78
Şekil 14: Tedarikçi Seçim Süreci	s. 80
Şekil 15: ANP-ELECTRE Yöntemleri ile Tedarikçi Seçim Süreci	s. 85
Şekil 16: Uygulama Kapsamında Oluşturulan Ağ Yapısı	s. 89
Şekil 17: “Hatalı Ürün İade Oranı” Kriterini Etkileme Derecesine Göre Kriterlerin Karşılaştırılması	s. 91

EKLER LİSTESİ

EK 1: Çalışmada Kullanılan Anket Formu	ek s. 1
EK 2: Ankete Verilen Cevaplar	ek s. 14
EK 3: Başlangıç Süpermatris	ek s. 22
EK 4: Ağırlıklandırılmış Süpermatris	ek s. 23
EK 5: Limit Süpermatris	ek s. 24
EK 6: Normalize Karar Matrisi	ek s. 25
EK 7: Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi	ek s. 26
EK 8: Uyum ve Uyumsuzluk Kümeleri	ek s. 27
EK 9: Uyum ve Uyumsuzluk İndeksleri	ek s. 31
EK 10: Alternatiflerin Üstünlük Karşılaştırmaları	ek s. 35

GİRİŞ

Yoğun rekabet ortamında işletmeler varlıklarını sürdürebilmek ve rakiplerine karşı üstünlük sağlayabilmek için sınırlı olan kaynaklarını en etkin ve en verimli bir şekilde kullanarak müşteri taleplerine cevap verebilen ürün ve hizmet üretmek zorundadırlar. Şüphesiz ki günümüzde işletmelerin büyümesini, gelişmesini ve başarısını etkileyen en önemli unsur, varlık nedenleri olan müşterileridir. İşletmelerin en önemli amacı, karı maksimize etmek olduğundan, bu amaca ulaşmaları ürettikleri ürün ve hizmetlerin müşteriler tarafından kabul görmesine bağlıdır. Ayrıca küresel rekabet ortamında kalite, maliyet, hız ve esneklik gibi birbirleriyle çelişen tüm unsurların aynı anda sağlanması gereklidir.

Son yıllarda işletmeler düşük maliyet, yüksek kalite, hızlı teslimat, yüksek ürün çeşitliliği gibi tüm faktörleri müşterilerine sağlamada tek başlarına yetersiz kaldıklarını farketmişler, kendilerini doğrudan ve dolaylı bir şekilde etkileyen işletmeler, kuruluşlar ve organizasyonlar ile işbirliği halinde çalışmalarını gerektiğini anlamışlardır. Tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci vb. birbirinden bağımsız organizasyonların oluşturduğu bir yapının koordinasyon ve yönetimi olan tedarik zinciri yönetimi, maliyetlerin düşmesini, verimliliğin artmasını, müşteri memnuniyetinin artmasını ve teslimat sürelerinin iyileşmesini sağlamaktadır. Etkin bir tedarik zinciri oluşturmada ise, birlikte çalışılacak doğru tedarikçilerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Çünkü doğru tedarikçi seçimi, işletmenin hedeflerine ulaşmasında, uzun vadede işletmenin rekabet düzeyini korumasında ve güçlendirmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle tedarikçi seçimi, işletme için stratejik bir karar niteliği taşımakta ve bu kararın sezgilere ve deneyimlere dayalı olarak değil daha bilimsel ve daha sistematik bir şekilde verilmesi gerekmektedir.

Literatüre bakıldığında, tedarikçi seçimi için birçok yöntemin kullanıldığı görülmektedir. Bu yöntemlerden bazıları tek başına kullanılırken, bazıları da birlikte kullanılarak tedarikçi değerlendirme ve seçim problemlerine etkin çözümler getirmektedir. Doğru tedarikçi seçiminde birçok kriterin değerlendirilmesi gerekmektedir. Çoğu zaman bu kriterler birbirleriyle çelişmekte ve problem karmaşık bir yapıya dönüşmektedir. Birden fazla kriter içeren bu karmaşık yapıdaki problemler, çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerinden faydalanılarak rahatlıkla

çözölebilmektedir. Son yıllarda uygulaması giderek artan ÇKKV teknikleri, birçok alanda özellikle de işletme sorunlarının çözümünde sıklıkla kullanılmaktadır. Çünkü işletmeler yaptıkları tüm faaliyetlerde tek bir kritere göre değil, birden çok kritere göre değerlendirme yapıp daha sonra karar vermeleri kararların doğruluğu açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle ÇKKV teknikleri her konudaki işletme sorunlarının çözümünde yardımcı olmaktadır.

ÇKKV tekniklerinden ANP yöntemi, son yıllarda giderek artan bir şekilde karar problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. ANP yöntemi, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yönteminin ileri seviyesi olarak düşünülebilir. AHP'den farklı olarak karar probleminde yer alan faktörler arasındaki ilişkileri dikkate almaktadır. Gerçek hayattaki tüm problemlerde yer alan faktörler birbirlerine bağımlı olduğundan ANP yöntemi daha gerçekçi çözümler sunabilmektedir. Öte yandan, diğer bir ÇKKV tekniğı olan ELECTRE yöntemi de, birçok karar probleminde uygulanabilmektedir. ELECTRE yönteminin mantığı, her bir kritere göre alternatiflerin karşılaştırılması ve karşılaştırma sonucunda uyum ve uyumsuzluk kümelerini oluşturarak alternatiflerin birbirlerine göre üstünlüklerini bulmaktır. Literatüre bakıldığında, ANP ve ELECTRE yöntemlerinin tek başına ya da farklı yöntemlerle birlikte kullanıldığı çalışmalara rastlamak mümkündür. Ancak ANP ile ELECTRE yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalara rastlanılmamıştır. Buradan hareketle, bu çalışmada tedarikçi seçim kararlarında ANP ve ELECTRE yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bütünleşik bir model ortaya koymak amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda çalışma 4 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde ÇKKV konusu ele alınmıştır. Karar ve karar teorisi incelendikten sonra ÇKKV'de yer alan temel elemanlar açıklanmış ve ÇKKV'nin tarihçesine değinilmiştir. Daha sonra ÇKKV tekniklerinin sınıflandırılması yapılarak çok amaçlı karar verme (ÇAKV) ve çok nitelikli karar verme (ÇNKV) yöntemleri arasındaki farklardan bahsedilmiştir. Çalışmanın ana konusunu ÇNKV yöntemleri oluşturduğundan ÇAKV yöntemlerine genel olarak değinilmiş olup, ÇNKV yöntemleri ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

İkinci bölümde çalışmanın temel konusunu oluşturan ANP yöntemi incelenmiştir. Bu bölümde ANP'nin temel özellikleri açıklanmış olup, AHP'den farklılıkları ortaya koyulmuştur. AHP ve ANP'nin uygulama adımları ayrıntılı olarak

anlatılmış ve bu bölümün sonunda ANP yönteminin işletmecilik alanındaki uygulamalarına ilişkin literatür taramasına yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde, çalışmada kullanılan iki yöntemden biri olan ELECTRE yöntemine yer verilmiştir. Bu bölümde, ELECTRE yönteminin temel özelliklerine ve diğer ÇKKV tekniklerinden farklılıklarına değinilmiş olup, ELECTRE yönteminin çeşitleri açıklanmıştır. Daha sonra ELECTRE yönteminin uygulama adımları ayrıntılı bir şekilde anlatılarak ELECTRE yönteminin işletmecilik alanındaki uygulamalarına ilişkin literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Dördüncü ve son bölüm olan uygulama bölümünde, öncelikle tedarik zinciri yönetimi ve tedarikçi seçimi ile ilgili bilgi verilmiş, daha sonra makine sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin tedarikçi seçim kararı, ANP-ELECTRE bütünleşik yaklaşımı ile ele alınmıştır. ANP yöntemi ile problemde yer alan kriterler ağırlıklandırılmış, ELECTRE yöntemi ile de en iyi tedarikçi seçimi gerçekleştirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

1.1. KARAR VERME KAVRAMI VE KARAR TEORİSİ

Rekabetin gün geçtikçe yoğunlaştığı ve belirsizliklerin arttığı günümüzde işletmeler varlıklarını sürdürebilmek ve rakiplerine karşı bir adım önde olabilmek için tüm faaliyetlerinde doğru ve tutarlı kararlar vererek bunları uygulamak durumundadırlar. Verilecek kararların doğruluk ve tutarlılık derecesi ise işletmenin kısa ve uzun vadeli hedeflerine ulaşmasına yardımcı olan çok önemli bir faktördür. İşletmelerin başarısını etkileyecek derecede hayati öneme sahip olan “karar verme” faaliyeti, günümüzde yönetimin en önemli fonksiyonu haline gelmiştir.

Yönetim her zaman bir karar verme işlemidir (Drucker, 1992: 377). Yöneticiler önceden saptanmış amaçlarına ulaşmada değişik ve sayısız sorunlarla karşı karşıyadırlar. İşte bu sorunların varlığı onları çözüm yollarını araştırmaya ve bulmaya, daha açık bir anlatımla, onları karar vermeye zorlamaktadır. Yöneticilerin verecekleri kararların rasyonel olması gerekir (Demir ve Gümüsoğlu, 1988: 1). Yöneticiler tarafından verilecek kararlar, işletmelerin performansını olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle karar verme, işletmelerin yönetsel başarıları üzerinde rol oynayan en önemli unsurdur.

Karar verme, önceden belirlenmiş çeşitli hareket tarzlarının seçimi ile ilgili bir süreçtir. Genellikle seçenekler arasından bir seçim yapmayı gerektirir (Adair, 2010: 2). Karar vermenin temel problemi birbirleriyle rekabet içinde olan ve birbiriyle çatışan kriterlerle değerlendirilen alternatifler setinden en iyi alternatifini seçmektir (Saaty, 1986: 841). Karar verme, sorun çözme ve çevrenin sunduğu fırsatları tanımlama sürecidir. Karar verme bir sorun çözme sürecidir; sorun, karşımıza çıkmış olan bir engeli ifade etmektedir. Amaca giden yol üzerindeki, yani işletmenin amaca ulaşmadaki çalışmalarını etkileyen bu engeli yok etmek, durumun ortaya çıkarmış olduğu olumsuz koşulları ortadan kaldırmak ve yerine olumlu olanlarını bulmak hususunda birtakım önlemler alınması sürecini kapsamaktadır (Emhan, 2007: 213-214).

Bu tanımlardan hareketle, en basit anlamıyla karar verme, belirli bir amaca ya da sonuca ulaşmak için önceden belirlenmiş tek ya da birden fazla kritere göre belirli alternatifler arasından seçim yapma süreci olarak tanımlanabilir. Karar verme sürecinde karar vericinin önünde belirli bir seçim kümesi vardır ve bu kümenin içerisinde, karar problemine en fazla fayda sağlayacak alternatif seçilmelidir. Eğer karar vericinin seçebileceği birden fazla alternatif yoksa bu durumda karar vermeden de bahsedilemez.

Karar, karar vericinin kesikli ya da sürekli, basit ya da karmaşık olabilen mevcut alternatifler arasından birisine karar verdiği süreçte anlık bir faaliyettir (Covaliu, 2001: 5). Yani, karar verme bir süreci ifade ederken, karar ise bu sürecin sonucudur diyebiliriz.

Karar teorisi, karar ile ilgili bir teoridir. Neredeyse yaşamımızda yaptığımız her şey bir kararı gerektirir. Yaptığımız tüm faaliyetlerde bir karar vermemiz gereklidir. Bu nedenle, karar teorisi, insani faaliyetler ile ilgili teorilerin neredeyse aynısıdır. Birbirleriyle ilişki içindedirler. Ancak yine de karar teorisi tüm insani faaliyetleri kapsamaz. Sadece bazı insan davranışlarına, özellikle özgürlüğümüzü nasıl kullandığımızın üzerinde odaklanır. Bu anlamda karar teorisi, seçeneklerin olduğu bir ortamda amaçla yönlendirilmiş davranışlarla ilgilenmektedir (Hansson, 1994: 5-6).

Genellikle herhangi bir konuda bir karar verilirken temel olarak iki yaklaşım benimsenmektedir (Zeleny, 1982: 85):

- **Sonuç Odaklı Yaklaşım** : “Eğer karar verici karar sürecinin sonucunu tam olarak tahmin edebilirse, o kişi karar sürecini anlamış demektir.” görüşüne dayalıdır. Kararın sonucu ve sonucun doğru tahmin edilmesi, bu yaklaşımın temelidir. Normatif karar teorileri, tek ya da çok kriterli fayda teorileri vb. “nasıl” dan çok “ne ve ne zaman” gibi sorular soran teknikler bu yaklaşıma örnektir.

- **Süreç Odaklı Yaklaşım** : “Eğer karar verici, karar sürecini anlarsa, sonucu doğru olarak tahmin eder.” görüşüne dayalıdır. Bu yaklaşım, özellikle tanımlayıcı olmakla beraber, öngören ve normatif özelliklere de sahiptir. Kararın nasıl verileceğini bilmek, kararın nasıl verilmesi gerektiğine yardımcı olur. Ancak bunun tersi doğru değildir.

Modern karar teorisi 20. yüzyılın ortalarından bu yana ekonomi, istatistik, psikoloji, siyaset ve sosyal bilimler gibi çeşitli akademik disiplinlerin yardımlarıyla gelişmiştir. Bunlardan siyaset bilimi oy verme kuralları ve karar vermenin kolektif boyutu ile, psikoloji karar vermede bireyin davranışı ile felsefe ise karar vermede rasyonellik boyutu ile ilgili çalışmalar yapmaktadır. Karar teorileri genel olarak normatif ve tanımlayıcı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Normatif teoriler, kararın nasıl verileceği ile ilgilidir. Rasyonel olabilmek için kararın nasıl verilmesi gerektiği ile ilgilenir. Tanımlayıcı teoriler ise, verilen bir kararın nasıl verildiği ile ilgilidir (Hansson, 1994: 6).

Karar verme ve karar teorisi kavramları açıklandıktan sonra ÇKKV ve temel elemanlarından bahsedilecektir.

1.2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME VE TEMEL ELEMANLARI

Her karar verme faaliyeti temel olarak iki şekilde ele alınabilir. Birincisi, karar verici, sezgilerine ve deneyimlerine dayalı olarak karar verebilir. Bu teknikte, karar verici, herhangi bir karmaşık karar verme tekniği ya da metodu kullanmadan deneysel bir yolla sonuca ulaşır. İkincisi ise, daha karmaşık problemlerde bazı yapısal karar verme teknikleri ve metotları yardımıyla karar verilebilir. Bu teknikte ise, karar modeli analiz edilir ve adım adım problem çözme aşaması gerçekleştirilir. Karar verme sürecine yardımcı olabilecek bir model oluşturmak için analitik veya sayısal teknikler kullanılır. Böyle bir durumda, karar verici öncelikle yöntemin analiz metodunu kullanarak karar problemini formüle eder ve daha sonra problem çözme süreçlerini uygulayarak sonuca ulaşır (Li, 2007: 37-38). Sayısal teknikler kullanıldığında karar vericinin hem daha objektif hem de tercihlerini daha iyi yansıtan kararlar vermesi mümkündür. Literatürde karar modellerini oluşturmaya ve çözmeye yardımcı olan birçok analitik ve sayısal teknik bulunmaktadır. Bu tekniklerin en önemlilerinden birisi ise çok kriterli karar verme teknikleridir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), karar verme teknikleri arasında önemli bir yeri olan ve yöneylem araştırmasına değer katan bir alandır. ÇKKV alanında son 30-40 yılda yapılan çalışmalar bu disiplinin gelişmesine önemli katkılar sağlamıştır.

Karar verme, önceden belirlenen hedeflere ulaşmak için karar vericinin muhtemel alternatifler arasında seçim yapmasıdır. Tek değişkenli problemlerde karar verici, en yüksek tercih değerine sahip alternatifi seçecektir. Ancak her zaman tek değişken ya da faktör değil, çoğu zaman birden fazla değişken dikkate alınarak karar verilmelidir. Bu nedenle karar problemleri kompleks bir hal almakta ve ÇKKV yöntemleri yardımı ile çoklu değişkene sahip karar problemleri sistematik bir yapı çerçevesinde çözülebilmektedir.

ÇKKV, birbiriyle çatışan birden fazla amacın olduğu karar durumları ile ilgilenir. Çoğu kez gerçek hayatta tüm amaçlar için optimal olan ideal bir alternatif yoktur. Bundan dolayı, ÇKKV problemlerinin en önemli amacı, iyi bir uzlaşmacı çözüm bulmaktır. Tüm amaçlar eş zamanlı olarak değerlendirildiğinde, uzlaşmacı çözüm karar vericinin seçebileceği muhtemel alternatifler arasından en iyi performans gösteren alternatiftir (Habenicht vd., 2002: 2). ÇKKV modelleri, çoklu kriterlere göre sınırlı sayıdaki alternatif kümesini değerlendirme özelliğine sahiptir. ÇKKV problemlerinin temel görevi, izin verilen ölçeklerde alternatiflerin genel tercih değerlerini ölçmektir. Genellikle, ilk olarak alternatifler her kriter açısından değerlendirilir. Böylelikle her alternatifin kriter öncelik puanları elde edilir ve daha sonra bu puanlar genel tercih değerlendirmesinde birleştirilir. Sonuç olarak her alternatifin genel tercih değerlendirme puanları bulunmuş olur (Choo vd., 1999: 527).

ÇKKV, birden fazla kriter ya da amacın olduğu durumlarda en iyi alternatifin ya da seçeneğin belirlenmesine dayanmaktadır. Gerçek hayatta en iyi alternatifi belirleme sürecinde tek bir kriterlere göre değil çoğu kez birbiriyle çelişen birçok kriterlere göre değerlendirme yaparız. Örneğin; bir araba satın almayı düşünüyoruz. Araba alırken sadece fiyat, hız gibi tek bir kriterlere göre değil bunların yanında renk, kapasite, motor gücü vb. birçok kriterlere göre değerlendirme yapar ve bu değerlendirme sonucunda en iyi arabaya (alternatif) karar veririz.

ÇKKV problemlerinde ilk adım, problemde kaç alternatif ya da kaç kriter olacağını ve problemin yapısını belirlemektir. Yani; ilk adım problemi tanımlamaktır. Sonra, karar vericinin düşündüğü ve tercihlerini yansıtan probleme ilişkin uygun veri ve bilgilerin toplanması gereklidir. Daha sonra hedefe ulaşabilmek için mümkün olan alternatif ve stratejiler oluşturulur. En son adımda ise, alternatifleri

değerlendirmek ve sıralamak için uygun bir metot seçilmeli ve en iyi alternatif belirlenmelidir (Tzeng ve Huang, 2011: 1).

ÇKKV modelleri, problemin yapısına bağlı olarak çeşitli unsurlardan meydana gelir. Daha sonraki konuların anlaşılmasına yardımcı olması bakımından bazı temel unsurlar aşağıda açıklanmaktadır.

- **Alternatifler:** Alternatifler (seçenekler), karar verme sürecinde karar vericinin seçebileceği birbirinden farklı mevcut hareket tarzlarını ifade etmektedir (Hansson, 1994: 2-3). Alternatifler karar problemine ve karar vericinin tercihlerine göre farklı sayılarda olabilmektedir. Alternatifler, ÇKKV problemlerinde analiz edilen, değerlendirilen ve son aşamada ise tercih değerlerine göre sıralanan temel elemanlardır.

- **Nitelikler:** Nitelikler, özellik, kalite, faktör, performans göstergeleri vb. ölçütlerdir. Bunlar alternatif seçeneklerin ölçülebilir yönleri ve karar hedeflerini değerlendirme araçlarıdır. Nitelikler açıkça ve net bir şekilde tanımlanmalı ve karar sorunu ile ilgilenen tüm kişiler tarafından anlaşılır olmalıdır (Bernroider ve Mitlöhner, 2005: 52). Karar problemindeki her alternatif bir ya da birden fazla nitelik ile karakterize edilir. Araba alım örneğini ele alırsak, nitelikler, motor gücü, kapasite, fiyat ve kalite gibi unsurlardır.

- **Amaçlar:** Amaç, karar vericinin karar sürecinde gerçekleştirmesini ve elde etmesini istediği ölçütlerdir. Karar problemini çözüm aşamasında, karar vericinin amacı tercihleri doğrultusunda ulaşmak istediği değerleri maksimum ya da minimum yapmaktır. Örneğin; portföy büyüklüğünü maksimize etmek ya da portföy kaybını minimize etmek. Gerçek hayatta, tek amaçlı karar problemleri ile nadiren karşılaşmaktadır. Genellikle, karar problemlerinde birden fazla amaç bulunmaktadır. İki veya daha fazla amaç olduğunda, çoğu kez bu amaçlar birbirleriyle çatışma durumundadırlar. Bir amaca göre herhangi bir seçenek optimal iken, diğer bir amaca göre diğer bir seçenek optimal olabilmektedir (Covaliu, 2001: 6). Örneğin; maliyet ile kar birbiriyle çatışabilmektedir.

- **Kriter:** Kriter, herhangi bir alternatfin performans ölçütü olarak düşünülebilir. Kriterler, karar verici tarafından problemin yapısına göre belirlenir (Li, 2007: 38). Problemin durumuna göre kriterler somut ya da soyut olabilirler. Yani; her zaman sayı ile ifade edilemeyebilirler. Örneğin; renk, koku, tat vb. gibi kriterler

düşünülebilir. Bu gibi kriterlerde sayılar vasıtasıyla ölçeklendirilerek ifade edilebilmektedir. Aslında problemin ele alınışına bağlı olarak kriterler, “nitelik” veya “amaç” şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Örneğin; cep telefonu seçiminde, ekran büyüklüğü, internet hızı, ağırlığı gibi kriterler nitelik halini alırken, bir işletmenin maksimum kar elde etmesi, stok maliyetlerini minimize etmesi gibi kriterler de problemde amaç halini almaktadır.

- **Kriter Ağırlıkları:** Kriterlerin önem derecesi olarak ifade edilebilir. ÇKKV problemlerini çözebilmek için problemde yer alan kriterlere önem ağırlıklarının atanması gereklidir (Triantaphyllou vd., 1998: 176). Çünkü karar verici, alternatifleri değerlendirirken tüm kriterler eşit ağırlıkta olmayabilir. Örneğin; bir ev alımı problemini ele alırsak karar verici açısından evin fiyatı, evin büyüklüğünden daha önemli, evin bulunduğu çevreden daha az önemli olabilir. Bu nedenle, karar verici tarafından her bir kriter için ağırlık belirlenmelidir.

- **Karar Verici:** Karar verme sürecinde, hedefine ulaşabilmek için önceden belirlediği kriterler çerçevesinde tüm alternatifleri değerlendiren ve en iyi performans gösteren alternatifi seçen kişidir.

- **Sonuç ve Doğa Durumları:** Bir kararın etkisi, alternatifler arasından seçiminizin ya da bunu nasıl uyguladığınızın yanında, dış faktörlere de bağlıdır. Bu dışsal faktörlerin bazıları karar verici tarafından kontrol edilebilen ve bilinen faktörlerdir. Bazıları ise kontrol edilemez ve bilinemez niteliktedir. Bunlar, diğer insanların ne yapacağına ve doğa olaylarının özelliklerine bağlıdır. Örneğin; konsere gidip gitmeyeceğimiz kararını düşünelim. Burada sonuç, yani bizim konserden memnun olup olmayacağımız, hem doğal faktörlere (hava durumu vb.) hem de insani davranışlarımıza bağlıdır (Şarkının nasıl söyleneceği gibi). Karar teorisinde, genellikle çeşitli bilinmeyen dışsal faktörler doğa olayı olarak adlandırılır. Örneğin; dışarı çıkarken şemsiye alıp almama kararını ele alalım. Kararın etkisi yağmur yağıp yağmamasına bağlıdır. Kararın muhtemel sonucu, seçilmiş alternatif ile ortaya çıkan doğa olayının bütünleşik etkileşimidir. Bundan dolayı, eğer şemsiye almazsak ve yağmur yağarsa, o zaman sonuç, çantamız hafif olur ve ıslanırız. Eğer şemsiye alırsak ve yağmur yağarsa, o zaman çantamız ağır olur ve ıslanmayız (Hansson; 1994: 24-25).

• **Karar Matrisi:** ÇKKV problemlerinde, problem tanımlandıktan ve belirlendikten sonra probleme ilişkin alternatif, kriter, kriter ağırlıkları gibi temel unsurlar bir matris yapısı şeklinde gösterilmelidir. Matris yapısı şeklindeki gösterim karmaşık ÇKKV problemlerinin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. ÇKKV problemlerinde özellikle çok nitelikli karar verme problemlerinde matris yapısı problemin çözümünü kolaylaştırmaktadır. Matrise ait tüm bilgiler elde edildikten sonra problemin yapısına göre seçilecek bir yöntem sayesinde ÇKKV problemleri hızlı bir şekilde çözülebilmektedir. Alternatifler, matrisinin satırlarında, alternatiflere ait özellikler/kriterler ise matrisin sütunlarında gösterilir. Böylece karar verici tarafından probleme etki eden tüm unsurların bir arada görülmesi ve değerlendirilmesi sağlanır. Tablo 1’de örnek bir karar matrisi gösterilmektedir.

	C_1	C_2	C_3	.	.	.	C_m
A_1	x_{11}	x_{12}	x_{13}				x_{1m}
A_2	x_{21}	x_{22}	x_{23}				
A_3	x_{31}	x_{32}	x_{33}				
.							
.							
.							
A_n	x_{n1}						x_{nm}
	W_1	W_2	W_3				W_m

A_j = Karar probleminde değerlendirilecek alternatifleri ($j = 1, \dots, n$)

C_k = Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılacak kriterleri ($k = 1, \dots, m$)

x_{ab} = Her kriter açısından alternatiflerin performans değerlerini ($a=1, \dots, n$; $b= 1, \dots, m$)

W_c = Kriterlerin ağırlıkları/önem derecelerini ($c = 1, \dots, m$) ifade etmektedir.

ÇKKV ve temel kavramlardan bahsedildikten sonra, ÇKKV’nin tarihsel süreçteki gelişimi incelenecektir.

1.3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERMENİN TARİHSEL GELİŞİMİ

ÇKKV’nin tarihsel kökenleri Nicolas Bernoulli (1687-1759) ve Pierre Remond de Montmort (1678-1719) arasında yaşanan St.Petersburg paradoksuna dayanmaktadır. St. Petersburg oyununu şu şekilde özetleyebiliriz:

“Oyun bir yazı-tur atma oyunudur ve ilk yazı gelişinde oyun biter. Yazı ilk atışta gelirse oyuncu 2 \$, ikinci atışta gelirse 4 \$, üçüncü atışta gelirse 8 \$ kazanır ve bu şekilde oyun yazı gelinceye kadar devam eder. Burada, oyuncuların bu oyun için ne kadar para ödemeye razı olacakları sorusu ön plana çıkmaktadır.”

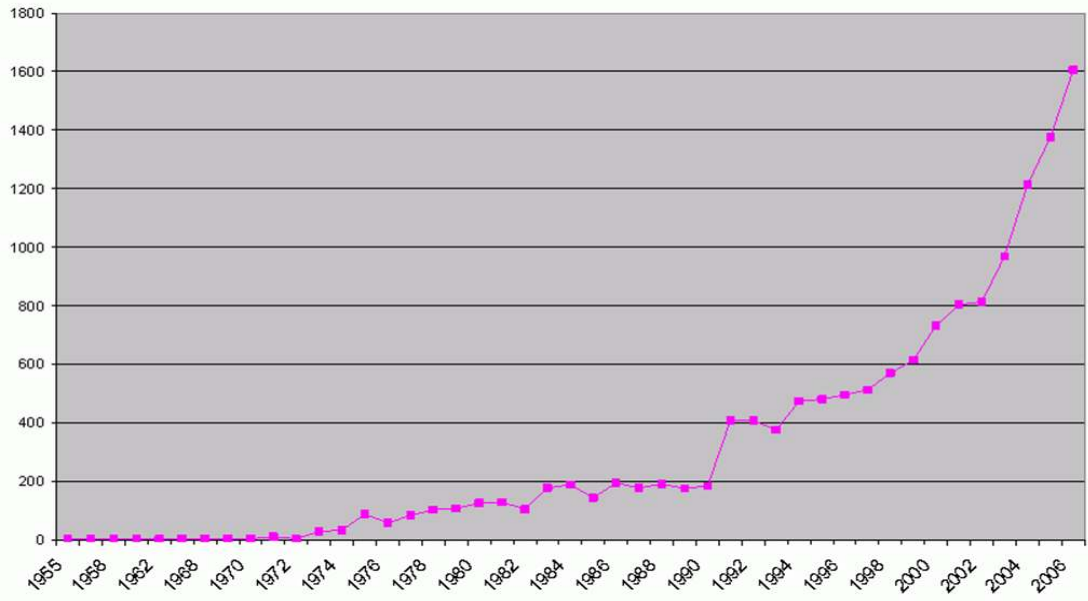
Beklenen değer teorisini göre, $\sum_{n=1}^{\infty} (1/2)^n x 2^n$ formülü ile hesaplanabilir ve bu problemde beklenen değer sonsuza kadar gidecektir. Ancak, hiç kimse bu oyuna çok fazla para ödemek istemeyeceğinden bu sonuç insan davranışlarına ters düşer. Bu paradoksa, Daniel Bernoulli’nin 1738’deki fayda teorisi ile ilgili araştırmasına kadar bir cevap bulunamamıştır. İnsanlar risk alma tavrı içinde olmadıklarından bu oyunu oynamamayı seçerler. İnsanlar beklenen değere dayalı olarak değil de fayda değerine dayalı karar vermeye odaklanırlar. Yani, insanlar ÇKKV problemleri ile karşılaştığından en yüksek fayda değerine sahip alternatifi seçerler. 1947 yılında ise, VonNeumann ve Morgenstern ünlü kitapları “Theory of Games and Economic Behaviour” adında bir kitap yayınlamışlardır. Çalışmalarında oyun teorisine dayalı ekonomik ve sosyal organizasyon ile ilgili ayrıntılı bir matematiksel teori geliştirmişlerdir. Şüphesiz ki, onların bu muhteşem çalışmaları ÇKKV ile ilgili çalışmaların başlamasına büyük bir katkı sağlamıştır (Tzeng ve Huang, 2011: 2).

Kuhn ve Tucker, 1951 yılında doğrusal olmayan programlama için optimal şartları belirleyip formüle etmişlerdir. Çok amaçlı problemler üzerinde birçok çalışma yapmışlardır. 1955’de Charnes, Cooper ve Ferguson hedef programlamanın özünü içeren bir makale yayınlamışlardır. Ancak, hedef programlama ismi ilk kez Charnes ve Cooper’ın 1961’de yayınladıkları kitapta kullanılmıştır. 1968 yılında Bruno Contini ve Stan Zionts (ikisi de Cooper ile birlikte çalışmışlardır) çok kriterli uzlaşma modelini ortaya atmışlardır. 1973’de Zionts ve Jyrki Wallenius çok amaçlı doğrusal programlama modellerini çözen Zionts-Wallenius metodunu geliştirmişlerdir. 1970’lerin sonlarına doğru Zionts, Wallenius ve Korhonen etkileşimli matematiksel programlama problemlerini çözen karar destek sistemi üzerinde çalışmışlardır. James Ignizio, Sang Moon Lee ve Carlos Romero hedef programlama konusunda ünlü isimler olarak ön plana çıkmışlardır. 1976 yılında, Ralph Keeney ve Howard Raffa çok nitelikli fayda teorisi (ÇNFT) ile ilgili bir çalışma yayınlamışlardır. Birçok ÇKKV ve karar analizi konularında bu çalışma

öncü bir kaynak olmuştur. 1960’larda Avrupa’da Bernard Roy ve arkadaşları ELECTRE metodunu geliştirmişlerdir. Thomas L.Saaty 1970’lerde AHP’yi ve daha sonra ise ANP’yi ortaya koymuştur. Saaty, en başarılı bilim adamları arasında sayılmaktadır (Ruiz, 2012).

Bragge, Korhonen, Wallenius ve Wallenius ÇKKV ve ÇNFT ile ilgili ISI Web of Science veri tabanını kullanarak ayrıntılı bir bibliyometrik analiz yapmışlardır. Çalışma 2008 yılının Haziran ayında Auckland’de yapılan Uluslararası ÇKKV Konferansı’nda yayınlanmıştır. 20 dergi baz alınarak yapılan çalışmaya göre, ÇKKV ile ilgili yapılan çalışmalar her yıl hızlı bir şekilde artış göstermektedir. 2006 yılına kadar yapılan çalışma sonuçları Şekil 1’de gösterilmektedir (Ruiz, 2012).

Şekil 1: Yıllara Göre ÇKKV Alanında Yapılan Çalışma Sayıları



Kaynak: Ruiz, 2012

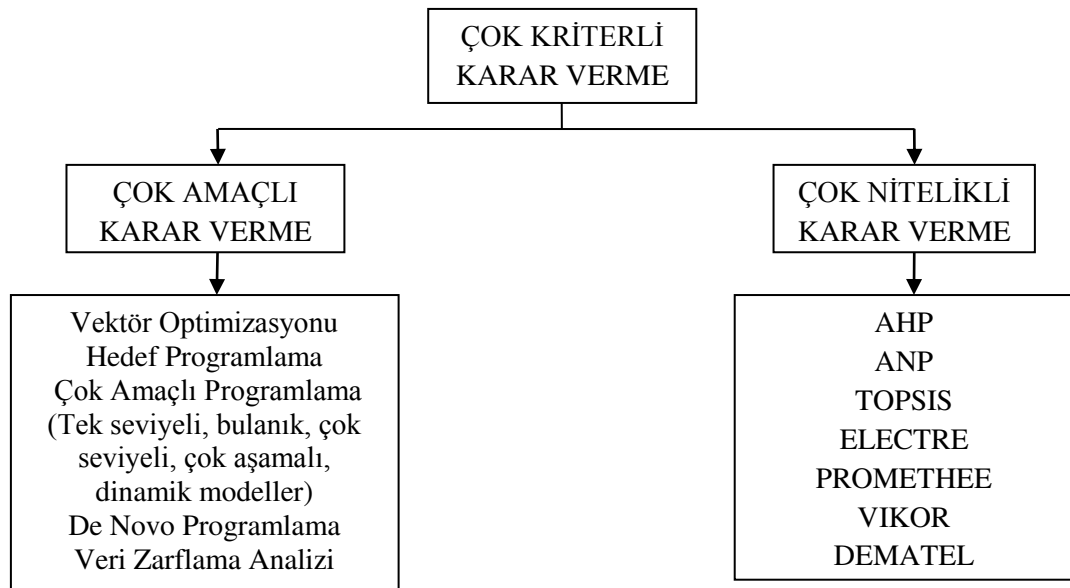
ÇKKV alanında her zaman çalışma yapılmasına karşın, bu alandaki gelişme özellikle son 20 yılda daha hızlı gerçekleşmiştir. ÇKKV disiplinin gelişimi, bilgisayar teknolojisinin gelişimi ile yakından ilişkilidir. Bir yandan, son yıllardaki bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler, kompleks ÇKKV problemlerinin sistematik analiz yapılmasını mümkün hale getirmiştir. Diğer yandan, bilgisayar ve bilgi teknolojilerinin yaygın kullanımı, ÇKKV’de giderek önemi artan ve işletmelerin karar vermelerine yardımcı olan çok büyük bilgi birikimleri meydana

getirmiştir (Xu ve Yang, 2001: 3). Önümüzdeki yıllarda bilgisayar ve bilgi teknolojilerinin hızlı gelişiminin, ÇKKV alanında yapılan çalışmaları daha da arttıracığını, kolaylaştıracağını, karmaşık karar problemlerine hızlı bir şekilde çözüm getireceğini söylemek mümkündür.

1.4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ

ÇKKV, problemin yapısına göre nitelik ya da amaç halini alan çoğu kez birbiriyle çatışan kriterler setini dikkate alarak sınırlı ya da sınırsız sayıdaki alternatifler kümesini değerlendirme sürecidir. Birbiriyle çatışan kriterler, sınırlı ya da sınırsız sayıdaki alternatif seti, kriter ağırlıkları gibi birçok unsurun bulunduğu bir sistemde ÇKKV problemlerinin çözümü de zorlaşmaktadır. Bu problemleri çözebilmek için çeşitli araştırmacılar tarafından birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler, karar probleminde yer alan alternatifleri değerlendirmeye, sıralamaya ve en iyi alternatifi belirlemeye yardımcı olmaktadır. Her bir yöntemin kendine özgü karakteristik özelliği, çözüm şekli, üstün ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Problem tanımlandıktan sonra, problemin yapısı ve ulaşılmak istenen amaç dikkate alınarak en iyi yöntem belirlenmelidir.

Şekil 2: ÇKKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması



Kaynak: Tzeng ve Huang, 2011: 3

ÇKKV teknikleri birçok açıdan sınıflandırılmaktadır. Basit ve temel bir sınıflandırma Hwang ve Yoon (1981) tarafından yapılmıştır. Çok kriterli karar verme alanlarında yapılan sistematik araştırmaların kolaylaştırılması için, Hwang ve Yoon (1981) çok kriterli karar verme problemlerini, birbirlerinden farklı amaç ve farklı veri çeşidine dayanan çok amaçlı karar verme (ÇAKV) ve çok nitelikli karar verme (ÇNKV) yöntemleri olmak üzere iki ana sınıfa ayırmışlardır (Tzeng ve Huang, 2011: 1). ÇKKV yöntemlerinin sınıflandırılması yukarıda yer alan Şekil 2’de gösterilmektedir.

İki grup arasındaki en önemli fark, değerlendirilen alternatif sayısıdır. ÇAKV, sınırsız sayıdaki sürekli alternatifler ile ilgilenirken, ÇNKV sınırlı sayıdaki kesikli alternatifler ile ilgilenmektedir. Malczewski (1999), Hwang ve Yoon (1981) ve Zeleny (1982) çalışmalarını temel alarak bu farklılıkları daha ayrıntılı olarak ele almıştır. Aşağıdaki tabloda ÇNKV ile ÇAKV arasındaki temel farklar gösterilmektedir (Mendoza ve Martins, 2006: 2).

Tablo 1: ÇNKV ile ÇAKV Metotlarının Karşılaştırılması

Ölçütler	ÇAKV	ÇNKV
Kriterler	Amaçlar	Nitelikler
Amaçların Tanımı	Açık	Kapalı
Niteliklerin Tanımı	Kapalı	Açık
Kısıtların Tanımı	Açık	Kapalı
Alternatiflerin Tanımı	Kapalı	Açık
Alternatiflerin Sayısı	Sonsuz	Sonlu
Karar Vericinin Kontrolü	Önemli	Sınırlı
Karar Modeli Paradigması	Süreç Odaklı	Sonuç Odaklı
İlgilendiği Alan	Tasarım/Araştırma	Değerlendirme/Seçme

Kaynak: Mendoza ve Martins, 2006: 2

ÇKKV tekniklerinden temel olarak bahsedildikten sonra, ÇAKV ve kullanılan yöntemler genel olarak ele alınacaktır.

1.4.1. Çok Amaçlı Karar Verme ve Kullanılan Yöntemler

Çoğu kez gerçek hayatta karşılaşılan problemlerde tek bir amaç yerine birçok amaç yer almaktadır. Bu anlamda, birçok farklı amaca sahip birimlerden oluşan işletmeler de tüm faaliyetlerinde doğru kararlar verebilmek için birçok amacı dikkate

almalıdır. İşletmelerde kar maksimizasyonu, pazar payının artırılması, stok maliyetlerinin azaltılması vb. birçok amaç bulunmaktadır. Bu amaçlar bazen birbirlerini destekler konumda iken, genellikle bu amaçlar birbirleriyle çatışma halindedirler. Her iki koşulda da, bu amaçların belirli kısıtlar altında eşanlı olarak optimize edilmesi gerekmektedir. Ancak her zaman tüm amaçların optimum olmasını sağlayan bir çözüm bulmak mümkün olmamaktadır.

ÇAKV, yönetim bilimi ve yöneylem araştırmasının en hızlı gelişen alanlarından birisidir. Bu gelişimin ana nedeni, birçok karar probleminin ÇAKV yöntemleri kullanılarak formüle edilebilmesidir. ÇAKV problemlerinin amacı, önceden belirlenmiş kısıtlar seti altında farklı amaç fonksiyonlarını optimize etmektir. ÇAKV problemlerinin matematiksel formülasyonu, 1951 yılında Kuhn ve Tucker tarafından geliştirilen vektör maksimizasyonu ya da minimizasyonu problemleri olarak da bilinir (Sadjadi vd, 2008: 1596).

ÇAKV, problemdeki unsurların birbirleri ile etkileşimi ve kısıtları dikkate alarak, optimal ya da istenilen hedefe ulaşmayı amaçlayan tasarım/planlama problemleri için uygundur (Tzeng ve Huang, 2011: 2). Karar alanı sürekli olan karar problemlerinde kullanılmaktadır. Matematiksel kısıtlar yardımı ile tanımlanan sınırsız sayıdaki alternatifleri içeren amaç problemlerinin çözümünde ÇAKV metotlarından faydalanılmaktadır. ÇAKV metotlarının ortak özelliği, amaçların ölçülebilmesi ve iyi tanımlanmış kısıtların olması, en göze çarpan özelliği ise bir amaca ait hedefin bütünü ile başarılabilmesi için bir veya birden fazla amacın hedeflerinin başarısını göz ardı edebilme yeteneğidir. ÇAKV problemleri matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir :

$$\text{Amaç : max ya da min } [f_1(x), f_2(x), f_3(x), \dots, f_m(x)] \quad (1.1)$$

$$\text{Kısıtlar : } x \in X = x : (\leq, =, \geq) \quad (1.2)$$

Genellikle ÇAKV problemleri 4 farklı grupta incelenebilmektedir (Sadjadi vd., 2008: 1596):

- İlk gruptaki problemler, karar verme sürecinde karar vericiden herhangi bir bilgiye ihtiyaç duymamaktadır. Bu tip algoritmalar, sadece karar vericinin tercihleri ile ilgili ön varsayımlarına dayanır. Çok kriterli ölçüm (L_p metrik) metotları bu

gruptaki en çok bilinen algoritmalarıdır. Bu yöntemler, ütopya olarak adlandırılabilen ideal çözümlerden amaç fonksiyonlarının sapmalarını minimize etmeye çalışır.

- İkinci grup, problem çözüm aşamasından önce kardinal ya da ordinal tercih bilgilerine gereksinim duymaktadır. Bu grupta yer alan “Fayda Fonksiyonu” ve “Sınırlanmış Amaçlar” gibi yöntemlerde sadece kardinal tercih bilgilerine gerek vardır. En bilinen fayda fonksiyonu metodunda, karar vericinin faydası amaç fonksiyonlarının fonksiyonu olarak belirlenir ve sonra belirlenmiş kısıtlar altında genel fonksiyon maksimize edilmeye çalışılır. Bu gruptaki “Hedef Programlama (HP)” ve “Hedef Erişim Tekniği” gibi diğer metotlar, hem ordinal hem de kardinal bilgilere gerek duymaktadır. Birçok araştırmacı tarafından sıklıkla kullanılan HP metodunda, karar verici maksimum ya da minimum fonksiyonlarının en kabul edilebilir seviyelerini belirler. Bu değerlere ulaşmak mümkün olmayan bir duruma yol açacağından kısıtları aşmaya izin verilir. Bu ağırlıklı sapmalarda minimize edilmeye çalışılmaktadır.

- Üçüncü gruptaki problemler, etkili bir çözüm kümesi sağlar. Karar verici, bu kümenin içerisinde tercihlerine göre seçim fırsatına sahiptir. Bu gruptaki yöntemler arasında “Çok Amaçlı Doğrusal Programlama” ve “Çok Kriterli Simpleks” yöntemleri bulunmaktadır.

- Sonuncu grup ise, karar verici ile sürekli etkileşime dayanan çözümler sağlar ve algoritma sonucunda tercih edilen çözüme ulaşmaya çalışılır. Bu fikre dayalı olarak birçok yöntem geliştirilmiştir. “Basitleştirilmiş Etkileşimli Çok Amaçlı Doğrusal Programlama”, “STEM”, “Yedek Değer İkame Yöntemi”, “Ardışık Çok Amaçlı Problem Çözme”, “Tatmin Edici Hedef” ve “Oyun Teorisi Tekniği” gibi yöntemler bu grupta yer almaktadır.

ÇAKV yöntemleri, lojistik planlama, ekonomi, kalkınma planları, finansal planlama, işletme yönetimi, yatırım portföyü seçimi, arazi kullanım planı, kaynak yönetimi, kamu politikaları ve çevre gibi birçok konuda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Tzeng, 2003: 65).

ÇAKV ve kullanılan yöntemlere değinildikten sonra, ÇKKV’nin diğer sınıfını oluşturan ÇNKV kavramı ve yararlanılan teknikler açıklanacaktır.

1.4.2. Çok Nitelikli Karar Verme ve Kullanılan Yöntemler

Günlük hayatımızda çoğu kez birbiriyle çatışan çoklu kriterlere sahip problemler ile karşı karşıya kalmaktayız. Bu problemler, araba satın alımı gibi hane halkını ilgilendiren küçük problemler olabildiği gibi, ulusal güvenliğin korunması, ülke parasının doğru kullanımı gibi tüm ülkeyi etkileyen büyük problemler de olabilmektedir. Örneğin; araba seçim kararında kriterler, fiyat, konfor, yakıt tasarrufu, güvenlik, bakım maliyeti vb. olarak düşünülebilir. Bir iş seçimi için ise, kriterler prestij, yer, maaş, kariyer olanakları, çalışma koşulları olabilir (Hwang ve Yoon, 1995: 1). ÇNKV problemlerinde kriter kavramı nitelik haline dönüşmektedir. Kriterler, alternatiflerin özelliklerini tanımlamaya ve karar verme sürecinde alternatiflerin birbirlerine karşı üstün ve zayıf yönlerini anlamaya yardımcı olmaktadır.

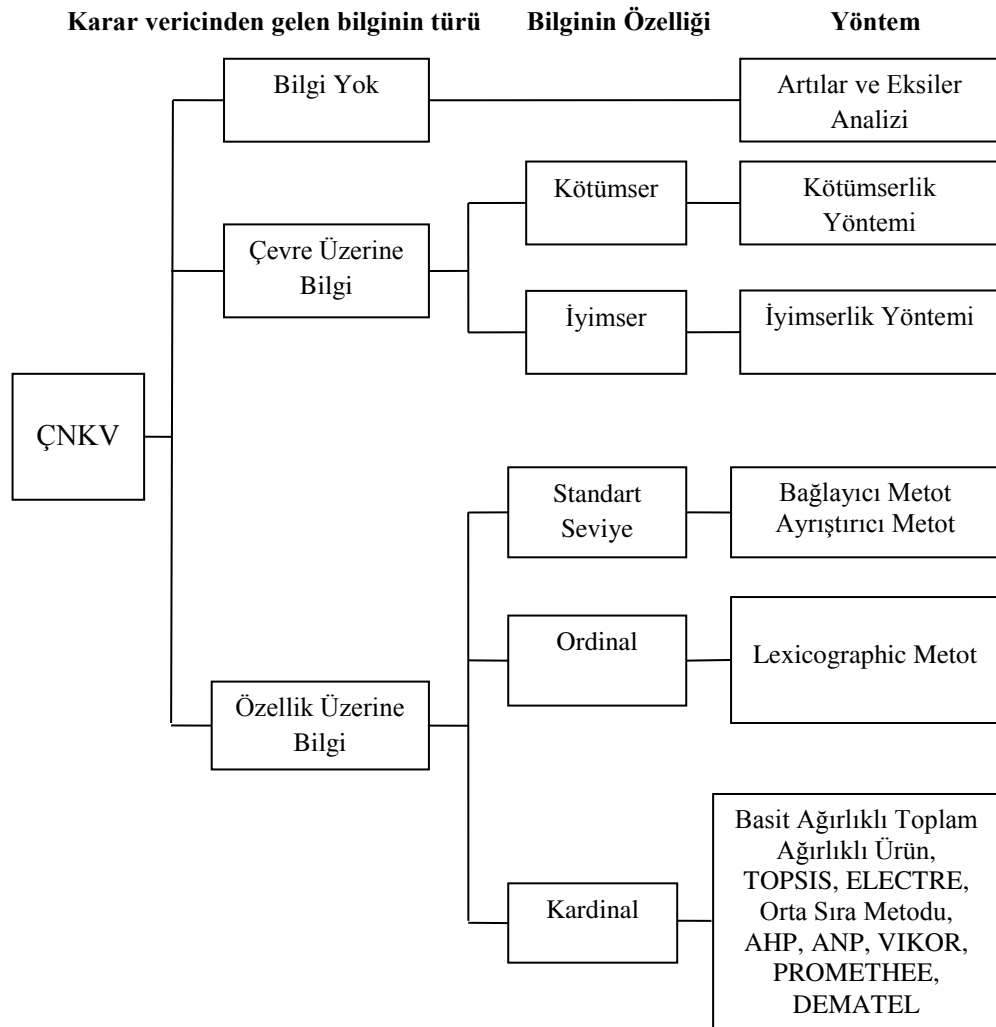
ÇNKV, karar vermenin en yaygın dalını oluşturmaktadır. Bu dal genel Yöneylem Araştırması sınıfına aittir. Çok nitelikli karar verme, ayırık karar alanı ile ilgili problemler üzerine yoğunlaşır. Bu problemlerde ortaya konulan karar alternatifleri önceden belirlenmiştir (Triantaphyllou vd., 1998: 175). Karar verme sürecinde, karar vericiye eldeki sınırlı sayıdaki alternatif veya potansiyel olarak birden fazla çatışan nitelikteki eylemler üzerinde tercih yapmasına yardım eden bir yaklaşımdır. Nitelikler, özellik, kalite, faktör, performans göstergeleri vb.dir. Bunlar alternatif seçeneklerin ölçülebilir yönleri ve karar hedeflerini değerlendirme araçlarıdır. Nitelikler açıkça ve net bir şekilde tanımlanmalı ve karar sorunu ile ilgilenen tüm kişiler tarafından anlaşılır olmalıdır. Karar sorununda tanımlanan nitelikler açısından alternatifler ise, karar sorunundaki büyüklükleri açısından yararlarını yansıtacak şekilde sayısal veri olmalıdırlar. Böylelikle karar sorunu matris ile ifade edilebilmektedir. Matristeki sütunlar nitelikleri, satırlar rakip alternatifleri, kesişimleri ise her bir nitelik/alternatif sayısal değerini göstermektedir (Bernroder ve Mitlöhner, 2005: 52).

ÇNKV metotları, seçim problemlerini çözmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu sınıftaki problemlerde en iyi çözüm, sınırlı ve genellikle küçük alternatif kümesinden belirlenir. Seçim işlemi, niteliklerin ve tercih bilgilerinin değerlendirilmesine dayalı olarak gerçekleştirilir. Karar verme sürecinde birçok ÇNKV yöntemi karar

matrislerini kullanarak sonuca ulaşırlar (Li, 2007: 44). Bu yöntemler, önceden kesin olarak belirlenmiş alternatifler arasından değerlendirme, sıralama ve seçim yapma için kullanılmaktadır. Öncelikle problemdeki temel unsurlar (alternatif, kriter vb..) belirlenmekte sonrasında da bunlara ilişkin bilgiler toplanıp karar matrisi oluşturulmaktadır. Daha sonra ise probleme bağlı olarak seçilmiş bir yöntem ile en iyi alternatif belirlenmeye çalışılmaktadır.

ÇNKV yöntemleri ile ilgili öncü çalışmalar MacCrimmon (1968, 1973) tarafından yapılmıştır. O zamandan sonra, yönetim bilimi, ekonomi, psikometri, pazarlama araştırmaları, uygulamalı istatistik ve karar teorisi gibi çeşitli disiplinlerdeki araştırmacılar tarafından birçok yöntem geliştirilmiştir (Hwang ve Yoon, 1995: 5).

Şekil 3: ÇNKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması



Kaynak : Hwang ve Yoon, 1995: 6

Literatürde birçok ÇNKV yöntemi mevcuttur. Her yöntemin kendine has özellikleri vardır. ÇNKV yöntemleri birçok şekilde sınıflandırılabilir. Verinin tipine göre yapılan sınıflandırmada, ÇNKV yöntemleri deterministik, stokastik ve bulanık modeller olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak veri çeşitlerinin kombinasyonu olabilen (örneğin; stokastik ve bulanık veriler gibi) karar problemleri ile de karşılaşılabilir. Karar verici sayısına göre yapılan sınıflandırmada ise, tekli karar verme ve grup karar verme şeklinde iki ayrı sınıflandırma yapılabilir (Triantaphyllou vd., 1998: 177). Hwan ve Yoon (1981) ise ÇNKV metotlarını karar vericiden gelen bilgi ve bilginin özelliklerine göre sınıflandırarak ÇNKV yöntemlerini ilk önce 17 gruba ayırmış ve daha sonra 13 olarak güncellemişlerdir. ÇNKV yöntemlerinin sınıflandırılması Şekil 3’de gösterilmektedir.

ÇNKV yöntemleri, toplum, ekonomi, yönetim, askeri ilişkiler, mühendislik teknolojisi gibi alanlarda yatırım kararları, alternatifleri değerlendirme, ekonomik fayda değerlendirme ve personel değerlendirme gibi konularda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Liu, 2011: 340).

Özet olarak, çok nitelikli karar verme, birbiriyle çatışan çoklu kriterleri, nitelikleri göz önünde bulundurarak önceden belirlenmiş mevcut ve sınırlı sayıdaki alternatifler, hareket tarzları ya da ve seçenekler arasından belirlenmiş niteliklere göre en iyi performans göstereni bulmayı amaçlamaktadır. Bu kadar fazla değişkenin yer aldığı ve bu değişkenlerin de birbiriyle olumlu ya da olumsuz etkileşimleri olduğu bir yapıda zor ve karmaşık bir karar problemi ile karşı karşıya kalınabilmektedir. Çok değişkenli bu zor problemleri çözen birçok yöntem ortaya konmuştur. Bu temel yöntemler aşağıda anlatılmaya çalışılacaktır.

1.4.2.1. Basit Yöntemler

Basit yöntemlerde, nitelikler arasında herhangi bir dengeleme yapılamaz. Bir nitelikteki olumsuz bir değer, diğer nitelikteki olumlu bir değer ile dengelenemez. Her niteliğin değeri kendine aittir. Bundan dolayı, karşılaştırmalar nitelik-nitelik temelinde yapılır (Xu ve Yang, 2001: 6). Kriterlerin sayısal olarak ifade edilemediği, seçenekler arasında sayısal hesaplamaların yapılamadığı durumlarda kullanılmaktadır. Bu yöntemler, basit ve uygulanması kolay yöntemlerdir. Sistemati-

bir analiz süreci yoktur ve problem çözüm sürecinde herhangi bir bilgisayar desteğine ihtiyaç duyulmaz. Basit yöntemler arasında, “Artılar ve Eksiler Analizi”, “İyimserlik ve Kötümserlik Yöntemleri”, “Bağlayıcı ve Ayırıcı Yöntemler” ve “Leksikografik Yöntem” sayılabilir.

- **Artılar ve Eksiler Analizi:** Dominant metot olarak da bilinir. Karar problemindeki diğer alternatiflere göre baskın olan alternatifi seçmeye dayanan bir yöntemdir. Alternatif ve kriter sayısının az (1-5 gibi) olduğu durumlarda rahatlıkla kullanılabilir. Karar verici öncelikle her bir alternatifin belirlenmiş kriterlere göre iyi ve kötü, olumlu ve olumsuz yanlarını değerlendirir. Daha sonra olumlu yanı en fazla, olumsuz yanı en düşük alternatif seçilir.

- **Kötümserlik ve İyimserlik Yöntemleri:** Maksimin ya da maksimaks olarak da adlandırılmaktadır. Kötümserlik yönteminde, her alternatifin en düşük nitelik değeri bulunur ve daha sonra bu en düşük değerler arasından en yüksek değere sahip olan seçilir. Buradaki temel mantık, en kötü performans sergileyen alternatifi seçmekten kaçınmaktır. Bu metot, ya aynı birim ile ölçülebilen ya da ortak bir ölçü birimine dönüştürülebilen nitelik değerlerinin birbirleriyle karşılaştırılabildiği durumlarda uygulanabilir (Xu ve Yang, 2001: 6). İyimserlik yönteminde ise, kötümserlik yönteminin tersine en iyi performans gösteren değerler belirlenir ve bunlar arasından da yine en iyi değere sahip alternatif seçilir. Bu yöntemde de niteliklerin birbirleriyle karşılaştırılabilir özellikte olması gerekir. Her iki yöntemin de dezavantajı, iyi ve kötü değerleri baz alıp ara değerleri ihmal etmesidir.

- **Bağlayıcı ve Ayırıcı Yöntemler:** Bağlayıcı yöntemde, her bir niteliğin standart minimum kabul edilebilir bir düzeyi belirlenerek, her bir alternatif her bir niteliğin kabul edilebilir seviyesine göre karşılaştırılır. Tüm niteliklerdeki standart kabul edilebilir seviyeleri karşılayan alternatif seçilerek en iyi alternatif bulunur. Ayırıcı yöntemde ise, alternatifler diğer tüm nitelikleri önemsenmeden sadece en iyi niteliğine göre değerlendirilir. Alternatif seçim ve değerlendirme süreci basittir. Bu yöntemlerin mantıklı uygulanabilir olduğu alanlar vardır, ancak genel karar verme problemleri için çok faydalı olmadıkları söylenebilir (Xu ve Yang, 2001: 6).

- **Leksikografik Yöntem:** Leksikografik analiz, ya tek bir çözüm bulunana kadar ya da tüm problem çözülene kadar devam eden sıralı bir eleme süreci gerektirir. Bu metotta, öncelikle nitelikler önem derecelerine göre sıralanır. Daha

sonra alternatifler en yüksek önem derecesine sahip niteliğe göre değerlendirilir ve en iyi performans gösteren alternatif seçilir. Eğer birden fazla alternatif aynı değerde ise, bu defa ikinci öneme sahip niteliğe göre alternatifler değerlendirilir ve sadece bir alternatif kalana kadar işleme devam edilir (Linkov vd., 2004: 19).

1.4.2.2. Basit Toplamsal Ağırlıklandırma Yöntemi (SAW)

Basit Toplamsal Ağırlıklandırma Yöntemi (Simple Additive Weighting), ilk kez 1954 yılında Churchman ve Ackoff tarafından portföy seçimlerine yönelik olarak kullanılmıştır. Çok nitelikli karar verme yöntemleri arasında en çok bilinen ve yaygın olarak kullanılan bir metottur (Tzeng ve Huang, 2011: 55). Yöntem, toplam fayda varsayımına dayanmaktadır. Yöntemin doğru bir şekilde uygulanabilmesi için bütün kriterler maliyet ya da fayda şeklinde olmalıdır. Bu nedenle farklı tipteki kriter ve değişkene sahip problemlerde uygulanması zordur (Caterino vd., 2009: 4). Ağırlıklandırılmış doğrusal kombinasyon veya puanlama metodu olarak da isimlendirilmektedir. Yöntemin uygulanması basittir. Bu sebeple birçok ÇNKV problemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Öncelikle karar problemine ilişkin tüm bilgiler toplanarak ve problemdeki tüm değişkenler belirlenerek karar matrisi oluşturulmaktadır. Karar matrisi oluşturulduktan sonra ise matristeki tüm değerlerin standartlaştırılması için matris normalize edilmektedir. Normalize değerler aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır :

$$\begin{array}{c}
 A_1 \\
 A_2 \\
 A_3 \\
 \vdots \\
 \vdots \\
 \vdots \\
 A_n
 \end{array}
 \begin{bmatrix}
 C_1 & C_2 & C_3 & \cdot & \cdot & \cdot & C_m \\
 d_{11} & d_{12} & d_{13} & & & & d_{1m} \\
 d_{21} & d_{22} & d_{23} & & & & \\
 d_{31} & d_{32} & d_{33} & & & & \\
 \vdots & \vdots & \vdots & & & & \\
 \vdots & \vdots & \vdots & & & & \\
 d_{n1} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & d_{nm}
 \end{bmatrix}
 \begin{array}{c}
 W_1 \\
 W_2 \\
 W_3 \\
 \\
 \\
 W_m
 \end{array}$$

$$\text{Fayda kriteri için;} \quad r_{ij} = \frac{d_{ij}}{d_j^{\max}}; d_j^{\max} = \text{Max} d_{ij}; j = 1, 2, \dots, m \quad (1.3)$$

$$\text{Maliyet kriteri için; } r_{ij} = \frac{d_j^{\min}}{d_{ij}}; d_j^{\min} = \min d_{ij}; j = 1, 2, \dots, m \quad (1.4)$$

Herhangi bir kriter niteliksel değer aldığı anda, bu niteliksel değerler bazı yöntemlerle niceliksel değerlere dönüştürülmelidir. Daha sonra herhangi bir alternatifin değerini bulmak için, normalize edilen değerler ile nitelik ağırlıkları çarpılarak toplanır. Bunun için aşağıdaki formül uygulanmaktadır (Memariani vd., 2009: 14):

$$P_i = \sum_{j=1}^m w_j r_{ij} \quad ; \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1.5)$$

Tüm alternatif değerleri bulunduktan sonra, alternatiflerin değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak en yüksek değere sahip alternatif seçilir. Yöntemin uygulanması basit olmasına karşın, en büyük dezavantajı kriterler arasındaki ilişkileri ve bağımlılıkları dikkate almamasıdır. Tek boyutlu, tüm birimlerin aynı olduğu problemlerde uygulanması daha kolaydır. Çok boyutlu problemlerde metodun uygulanması zordur. Genellikle az sayıda kriter ve alternatifin yer aldığı karar problemlerine hızlı bir şekilde uygulanabilmektedir.

1.4.2.3. Ağırlıklı Ürün/Çarpım Modeli (WPM)

Ağırlıklı ürün/çarpım modeli (Weighted Product Model), Bridgman (1922) ve Miller ve Starr (1969) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda ortaya atılmıştır. Ağırlıklı ürün modeli, basit toplamsal ağırlıklandırma yöntemine (SAW) çok benzemektedir. En önemli farkı, modelde toplama yerine çarpma vardır. Her bir alternatif ilgili kriterlere göre birbirleriyle oranlanır. Daha sonra her oranın, ilgili kriterin ağırlığı oranında üssü alınarak bulunan değerler birbirleriyle çarpılır. Genel olarak, A_K ve A_L gibi iki alternatifi karşılaştırmak için aşağıdaki formül uygulanmaktadır (Triantaphyllou ve Mann, 1989: 304):

$$R(A_K / A_L) = \prod_{j=1}^N (a_{Kj} / a_{Lj})^{w_j} \quad (1.6)$$

N = Karar kriterlerinin sayısı

a_{ij} = j . kriter açısından i . alternatifin gerçek değeri

w_j = j . kriterin ağırlığı

Eğer $R(A_K/A_L)$, 1'e eşit ya da daha büyükse, o zaman bu A_K alternatifinin, A_L alternatifine göre daha iyi performans gösterdiği, daha çok tercih edilebileceği anlamına gelmektedir. En iyi alternatif, diğer bütün alternatiflerden daha iyi olan ya da en azından eşit olan alternatiftir (Triantaphyllou vd., 1998: 5).

Ağırlıklı ürün modeli, ölçü birimlerinden ziyade oranları dikkate aldığından dolayı tek boyutlu problemlerin yanı sıra çok boyutlu problemlere de rahatlıkla uygulanabilmektedir. Bundan dolayı, bu metod boyutsuz analiz olarak da adlandırılabilir. Ancak bazı durumlarda alternatifler birbirlerine göre çok yüksek ya da çok düşük değerler aldığına, alternatiflerin birbirlerine göre oranları da çok yüksek ya da çok düşük olabilmektedir. Bu nedenle sonucun tutarlılığından neredeyse bağımsız bir şekilde yapılmaktadır. Eğer karar matrisinde herhangi bir alternatifin değeri "0" ise, yöntemin zorluğu ortaya çıkmakta, bu da yöntemin dezavantajını oluşturmaktadır.

1.4.2.4. Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci (AHP ve ANP)

Herhangi bir konu (nesne, his, düşünce, fikir vb..) hakkında bilgi sahibi olabilmek için mümkün olan iki yol vardır: Birincisi, bilgi sahibi olmak istediğimiz konuyu çeşitli özellikler bakımından araştırmak, bulguları sentezlemek ve çeşitli gözlemler ile sonuçları elde etmektir. İkincisi ise, bilgi sahibi olmak istediğimiz konuyu benzer diğer konular ile göreceli olarak incelemek ve karşılaştırmalar yaparak birbirleriyle ilişkilendirmektir (Saaty, 2008a: 84).

Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi, 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen ve ikili karşılaştırmalara dayanan ÇKKV yaklaşımlarından birisidir. AHP'de, karar probleminin modellenmesi ve çözümü için gerekli verilerin kolaylıkla elde edilmesi ve yöntemin kolay bir şekilde kullanılmasından dolayı birçok araştırmacının ilgisini çeken bir yöntemdir. AHP, kompleks çok kriterli karar

problemlerinin çözümünde kullanılabilen bir karar destek aracıdır. Uzmanların yargılarına dayanan, somut ve nicel kriterlerin yanında soyut ve nitel kriterleri de probleme dahil edebilen bir yaklaşımdır. Bu metot en iyi alternatifin seçilmesinde hem objektif hem de subjektif faktörlerin dikkate alınmasına imkan verir.

Öncelikle AHP yönteminde, problemin daha iyi analiz edilebilmesi ve bağımsız bir şekilde karşılaştırma yapılabilmesi için problem hiyerarşik yapıda gösterilmektedir. Hiyerarşinin en üstünde hedef, ikinci seviyede kriterler, daha alt seviyede alt kriterler ve en alt seviyede ise alternatifler bulunmaktadır. Bu mantıksal hiyerarşi oluşturulduktan sonra ikili karşılaştırmalar yapılmaktadır. AHP'nin en önemli avantajı, oran ölçüm skalalarını elde etmek için ikili karşılaştırmaların kullanımıdır. Oran ölçekleri, alternatifleri karşılaştıran ve hem somut hem de soyut faktörleri ölçmeye yardımcı olan bir araçtır. AHP, hiyerarşinin bir seviyesindeki öğenin daha üst seviyedeki öğeler üzerindeki etkisini ölçmek için ikili karşılaştırmaları kullanır. Kriterler, hedefe ulaşma yeteneği bakımından ikili olarak karşılaştırılır. Alternatifler de her bir kriter açısından ikili olarak karşılaştırılır. Bu karşılaştırmalar kişisel yargılara göre ve matrisler yardımıyla yapılmaktadır. İkili karşılaştırmalar sonucunda her bir alternatifin ve her bir kriterin öncelik değerleri bulunur. Daha sonra her matrisin tutarlık derecelerinin hesaplanması gereklidir ve bu değerlerin belirli bir oranının üzerinde olması halinde matris yapıları tekrar gözden geçirilmelidir. İkili karşılaştırma matrislerinden elde edilen öncelikler birleştirilerek hiyerarşinin en alt seviyesinde bulunan alternatifler için nihai ağırlıklar elde edilir. Karar verici elde edilen sonuçlar ile alternatifleri sıralayıp en iyi alternatifi belirler. AHP'deki matematiksel hesaplamalar ilk başta basit gibi görünse de karmaşık problemlerde analiz ve hesaplamalar zor olabilmektedir (Liberatore ve Nydic, 2008: 195; Vargas, 2010: 5-6).

Analitik Ağ Süreci de, Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen AHP'nin genelleştirilmiş hali olarak düşünülebilir. AHP, çok kriterli karar verme problemlerini hiyerarşik bir yapıda ve tek yönlü olarak modellemektedir. Hiyerarşik yapı içerisinde aynı seviyedeki kriterler birbirinden bağımsızdır ve aralarında hiçbir ilişki yoktur. Ancak, gerçek hayattaki çoğu problemde, problemi oluşturan unsurlar birbirleriyle ilişki içindedirler. ANP, AHP'nin aksine kriterler arasındaki ilişkileri ve geri bildirimleri göz önüne alan bir yaklaşımdır. Bu nedenle gerçek hayattaki

problemlere AHP'den daha iyi çözüm getirebilmektedir. ANP, hiyerarşik olarak modellenemeyen karar problemlerini modellemeye ve çözmeye yardımcı olan bir yöntemdir.

ANP yönteminde öncelikle probleme ilişkin bir ağ yapısının oluşturulması gerekmektedir. Ağ yapısını oluştururken problemde yer alan kriterler arasındaki içsel ve dışsal bağımlılıklar doğru bir şekilde belirlenmelidir. Daha sonra AHP yönteminde olduğu gibi ikili karşılaştırmalar ve sonrasında tutarlılık analizleri yapılmaktadır. İkili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen lokal öncelikler bir süpermatris yapısı içerisinde birleştirilerek global öncelikler elde edilmeye çalışılmaktadır. Süpermatrisin çok sayıda üssü alınarak limit süpermatris elde edilmekte ve en yüksek önem ağırlığına sahip alternatif seçilerek AHP'den daha etkili bir karar verilmiş olmaktadır.

AHP ve ANP, işletme yönetimi, üretim, finans, muhasebe, lojistik, tedarik zinciri yönetimi kararlarında, sosyal ve toplumsal konularda, sağlık ve bakım, atık yönetimi, çevre yönetimi, kamu yönetimi, pazarlama, proje yönetimi, tarımsal uygulamalar, insan kaynakları yönetimi, kentsel dönüşüm, enerji yönetimi, eğitim, donanım ve yazılım seçimi gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır (Singh vd., 2012: 1-14; Tütek vd, 2012: 337-338).

ANP yöntemi çalışmanın ana konusunu oluşturduğundan 2. Bölüm'de daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

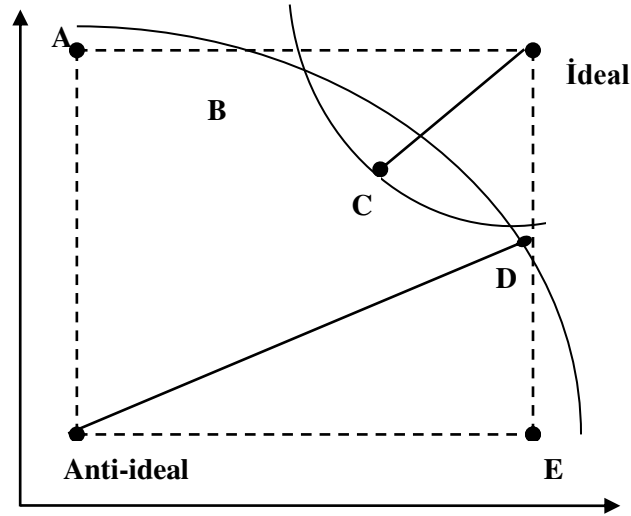
1.4.2.5. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından uzlaşmalı çözüm anlayışına dayalı en iyi alternatifi belirlemek için önerilmiştir. Uzlaşmalı çözüm, pozitif ideal çözüme en yakın (optimum çözüm) ve negatif ideal çözüme en uzak çözümü seçme olarak ifade edilebilir (Tzeng ve Huang, 2011: 69). İdeal çözüme en yakın olan alternatifi bulmaya çalışan, hedef tabanlı bir yaklaşımdır. Bu metotta seçenekler ideal çözüm benzerliklerine göre derecelendirilmektedir. Eğer herhangi bir seçenek pozitif çözüme daha benzerse daha yüksek puana sahiptir. İdeal çözüm, ulaşmaya çalıştığımız pratikte var olmayan en iyi noktadır. Temel olarak, alternatiflerin ideal

ve ideal olmayan benzerliklerini ölçmek için bu noktalara olan uzaklıklardan faydalanılmaktadır (Bhutia ve Phipon, 2012: 44).

TOPSIS yönteminde karar matrisi oluşturulduktan sonra öncelikle matris normalize edilir. Daha sonra kriterler ağırlıklandırılarak ağırlıklı normalizasyon oranları bulunur. Matris ağırlıklandırıldıktan sonra da pozitif ideal ve negatif ideal noktalara olan uzaklıklar hesaplanır. Son olarak ise pozitif ideal noktaya en yakın, negatif ideal noktaya da en uzak olan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenmektedir. Pozitif ideal ve negatif ideal noktalara olan uzaklıklar Şekil 4’de gösterilmektedir. Buna göre pozitif ideale en yakın nokta C, negatif ideale en uzak nokta ise D noktasıdır. TOPSIS yönteminin en önemli amacı, pozitif ideale en yakın noktayı, negatif ideale (anti-ideal) en uzak noktayı bulmaktır. Diğer bir deyişle, bu nokta karar sorununa, olumlu etkisi en fazla ve olumsuz etkisi de en az olan noktadır. Zaten karar vericinin amacı da bir karar verirken alternatifler içinden en çok fayda ve en az zarar sağlayanı seçmektir.

Şekil 4: Pozitif ve Negatif İdeal Noktalara Olan Uzaklıkların Gösterimi



Kaynak: Pomerol ve Romero, 2000: 215

TOPSIS yöntemi, tedarik zinciri yönetimi, lojistik, tasarım, mühendislik, üretim, işletme ve pazarlama yönetimi, sağlık, güvenlik, çevre yönetimi, insan kaynakları yönetimi, enerji yönetimi, kimya mühendisliği ve kaynak yönetimi gibi birçok alandaki ÇKKV problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır (Behzadian,

2012: 1-19). Bu yöntem, birçok karar problemine etkin çözümler getirebilmekte ve en iyi alternatifi seçilmesini sağlamaktadır.

1.4.2.6. VIKOR Yöntemi

VIKOR (Vlse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemi, Serafim Opricovic tarafından ilk kez tanıtılmış olup, 2004 yılında Opricovic ve Tzeng tarafından yapılan çalışma ile birlikte ÇKKV problemlerinde uygulanmaya başlanmıştır. VIKOR, çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm anlamına gelmektedir. Diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinde olduğu gibi, VIKOR yöntemi de belirlenmiş kriterler altında en iyi alternatifi seçmeye odaklanır. Yöntemin amacı, sıralamada ve seçimde uzlaştırıcı çözümü bulabilmektir. Uzlaştırıcı çözüm, ideal çözüme yakınlık derecesinin ölçümüdür. VIKOR yöntemi de, benzer prensibe dayanan çok kriterli bir sıralama indeksi kullanmaktadır.

VIKOR yöntemi, kompleks sistemlerin çok kriterli optimizasyonu için kullanılan etkili bir yöntemdir. Yöntem, uzlaşmacı bir sıralama ve uzlaşmacı bir çözüm bulmamızı sağlar. Bu yöntem, ideal çözüme yakınlık ölçütünü, F^* , dikkate alarak çok kriterli sıralama indeksini ele almaktadır. Uzlaşmacı çözüm F^c ideal çözüme en yakın olan mümkün bir çözümdür ve uzlaşma karşılıklı tavizler yoluyla oluşturulan bir anlaşma anlamına gelmektedir (Cristobal vd., 2009: 3; Khezrian vd., 2011: 1182-1183).

VIKOR yöntemi, kaynak planlaması, baraj seçimi, performans değerlendirme, tedarik zinciri yönetimi, sürdürülebilir çevre yönetimi, alternatif enerji kaynaklarını değerlendirme, yazılım seçimi, makine seçimi gibi çok farklı uygulama alanlarında kullanılmaktadır.

1.4.2.7. ELECTRE Yöntemi

ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité) metodu ilk olarak 1966'da Benayoun ve arkadaşları tarafından ortaya konmuştur. ELECTRE metodunun temel prensibi, her kritere göre ayrı ayrı alternatiflerin ikili karşılaştırılmasını kullanarak, “öncelik ilişkileri” ile ilgilenmektir. A_i ve A_j

alternatiflerinin öncelik ilişkisi, sayısal olarak i . alternatif j . alternatifine baskın değilse $A_i \rightarrow A_j$ şeklinde gösterilir ve sonra karar verici hala A_j alternatifinden daha iyi olan A_i alternatifinin riskini üstlenebilir (Pomerol ve Romero, 2000: 184-185). Bir alternatif bir ya da daha fazla kritere göre değerlendirildiğinde diğerlerinden daha iyiye ve kalan kriterlere göre de hesaplandığında diğerlerine eşitse, diğer alternatiflere baskındır (Triantaphyllou vd., 1998: 184).

Sıralama metotları üzerine başlangıç ve alt konular geliştiren Roy, tüm seçeneklerin karşılaştırılması için gerekli olan değer fonksiyonu metotları ve kullanım fonksiyonları üzerinde kritik bir rol oynamıştır. Roy, ELECTRE metodunu zayıf, içeriksiz modelleri bir değer fonksiyonundan sağlamanın, daha az efor sarfederek bir sonuca ulaşılmasını ortadan kaldırma amacıyla geliştirmiştir. Brans ve Vincke de sıralama metotları ile ilgili yarar fonksiyonu kadar aşırı olmayan ancak gerçekçi olan baskınlık ilişkisinin zenginleştirilmesini sağlamaya yönelik çalışmalar yapmıştır (Pomerol ve Romero, 2000: 184-185). ELECTRE yönteminin esası, alternatifler arasında baskınlık ilişkisi kurulmasına dayanır. Yöntemin temelini üstünlük ilişkisi ve kernel (çekirdek) oluşturur. ELECTRE yönteminde alternatifler arasındaki baskınlığı ölçebilmek için uyum ve uyumsuzluk indekslerinden faydalanılır. Bu indeksler, hangi alternatifin daha baskın olduğunu gösteren sayısal değerlerdir.

ELECTRE metodu 1966 yılında Benayoun ve arkadaşları tarafından tanıtıldıktan sonra, çok kriterli karar problemin yapısı, dikkate alınan kriterlerin anlamlılık derecesine ve tercih bilgilerine göre çeşitli ELECTRE metotları geliştirilmiştir. ELECTRE Tekniği adı altında literatürde ELECTRE I, II, III ve IV teknikleri yer almaktadır.

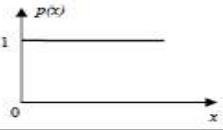
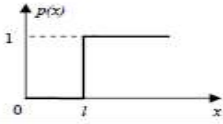
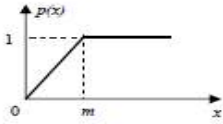
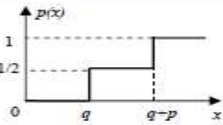
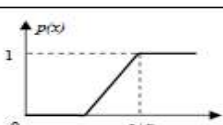
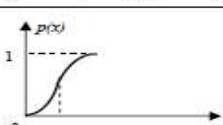
Sonuç olarak, ELECTRE metodu alternatifler arasında ikili öncelik sıralama ilişkilerinin bir sistemini getirmektedir. Bu sistem, muhakkak tam değildir. ELECTRE metodu bazen en iyi alternatifi belirlemekte yetersiz kalabilmektedir. Sadece önde gelen alternatiflerin özünü vermektedir. Bu metot, az tercih edilecekleri eleterek karar vericiye alternatifleri incelerken daha açık bir görüş kazandırmaktadır. Ayrıca bu metot, çok sayıda alternatifin ve az sayıda kriterin bulunduğu karar problemlerini çözmek için güvenlidir (Triantaphyllou vd, 1998: 184).

ELECTRE yöntemi çalışmanın ana konusunu oluşturduğundan 3. Bölüm’de daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

1.4.2.8. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) 1982 yılında Jean-Pierre Brans tarafından geliştirilmiş bir çoklu karar verme yöntemidir. Diğer çoklu karar verme yöntemlerinden temel farkı, değerlendirme faktörlerinin birbirleri arasında ilişki düzeyini gösteren önem ağırlıklarının yanı sıra, her bir değerlendirme faktörünün kendi iç ilişkisini de dikkate almasıdır. Değerlendirme faktörlerinin iç ilişkisi, veri kümesinin dağılımıyla ortaya konur ve yöntemde bu amaçla 6 farklı dağılım öngörülmüştür. Şekil 5’de tercih fonksiyonları gösterilmektedir.

Şekil 5: Tercih Fonksiyonları

Tip	Parametreler	Fonksiyon	Grafik, $p(x)$
Birinci Tip (olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	
İkinci Tip (U-tipi)	l	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$	
Üçüncü Tip (V-tipi)	m	$p(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x \geq m \end{cases}$	
Dördüncü Tip (Seviyeli)	q, p	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q+p \\ 1, & x > q+p \end{cases}$	
Beşinci Tip (Lineer)	s, r	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x-s)/r, & s < x < s+r \\ 1, & x \geq s+r \end{cases}$	
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x \geq 0 \end{cases}$	

Kaynak: Brans, 2004: 170

Yöntem karar noktalarının sırasını, PROMETHEE 1 (kısmi sıralama) ve PROMETHEE 2 (tam sıralama) ana aşamalarıyla belirler. PROMETHEE yöntemi karar noktalarının değerlendirme faktörlerine göre ikili kıyaslamalarına dayanır. Ortak tercih fonksiyonlarından hareketle her alternatif çifti için pozitif ve negatif tercih indeksleri belirlenir. Daha sonra ise pozitif tercih indeksi büyük, negatif tercih indeksi küçük olan en iyi alternatif belirlenmiş olur. PROMETHEE yöntemi de, diğer karar verme tekniklerinde olduğu gibi seçim ve değerlendirme gerektiren tüm karar problemlerinde kullanılabilir.

1982 yılında Brans tarafından PROMETHEE I ve PROMETHEE II yöntemleri tanıtıldıktan sonra çeşitli PROMETHEE yöntemleri de ortaya atılmıştır. Birkaç yıl sonra Brans ve Mareschal tarafından PROMETHEE III ve PROMETHEE IV yöntemleri geliştirilmiştir. 1988 yılında PROMETHEE yöntemini muhteşem grafik sunularıyla destekleyen GAIA uçağı adı verilen metot ortaya atılmıştır. 1992 ve 1994 yıllarında ise PROMETHEE V ve PROMETHEE VI metotları geliştirilmiştir (Brans, 2004: 164).

1.4.2.9. DEMATEL Yöntemi

DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Method) yöntemi, 1972-1976 yılları arasında İsviçre’de Battelle Memorial Enstitüsü tarafından karmaşık ve iç içe geçmiş problemleri incelemek ve çözmek amacıyla geliştirilmiştir. DEMATEL uzman bilgilerini kullanarak sistemin yapısını oluşturmaktadır. Bazı araştırmacılara göre, DEMATEL yöntemini kullanmanın bazı nedenleri vardır. Bu nedenler aşağıda sıralanmaktadır (Herat vd., 2012: 630):

- Bu metot, her ilişkiye bir sayı vererek puanlayan graf teorisini kullanarak öğeler arasındaki karşılıklı duyarlı ve etkili ilişkileri ortaya çıkarır.
- Bu yöntem, ilişkilerin geri beslemesini kullanır. Yani, her öge aynı, üst veya daha alt seviyedeki diğer öğeleri etkileyebilir ya da onlardan etkilenebilir.
- Bu modelde, her ögenin önem ve ağırlığı, sadece alt ve üst faktörlere göre değil, tüm mevcut faktörlere ya da toplam modele göre de belirlenir.

Yöntem, problemdeki faktörleri sebep grubu ve sonuç grubu olmak üzere ikiye ayırır. Bu iki grup faktör sayesinde, DEMATEL, faktörler arasındaki

bağımlılıkları tanımlar. Graflar kullanarak sebep-sonuç faktörleri arasındaki ilişkiyi, anlaşılabilir sebep-sonuç yapısal modeline çevirir (Tan Kheng vd., 2012: 119).

Bu yöntem, strateji geliştirme, yönetim sistemleri, e-öğrenme, bilgi yönetimi, hizmet kalitesi değerlendirme, kalite yönetim sistemleri ve yönetim stratejisi belirleme gibi birçok alanda başarıyla uygulanmıştır (Herat vd., 2012: 630; Seresht vd., 2012: 11213).

Bu bölümde karar verme, ÇKKV ve kullanılan teknikler ele alınmış olup, bir sonraki bölümde çalışmanın uygulama bölümünde kullanılacak yöntemlerden biri olan ANP hakkında ayrıntılı bilgi verilecektir.

İKİNCİ BÖLÜM

ANALİTİK AĞ SÜRECİ

2.1. ANALİTİK AĞ SÜRECİ TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

Gerçek hayattaki birçok karar verme problemi, birden fazla kriteri içermektedir. Karar verici ve araştırmacılar bu tarz problemlerin üstesinden gelebilmek için çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bunların arasında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen Analitik Ağ Süreci (ANP) yöntemi en yaygın kullanılan yöntemlerden birisidir. ANP, her alanda uygulanabilir ve kolay kullanıma sahip ÇKKV yöntemleri arasında yer almaktadır (Singh vd., 2012: 1).

ANP, karar problemindeki faktörlerin birbiri ile bağımlılıklarını dikkate alan bir yaklaşımdır. Etki, bağımlılık ve geribildirim ANP'nin odak noktasıdır. ANP, ÇKKV disiplini içinde yeni ve önemli bir yöntemdir. Diğer klasik yaklaşımlardaki doğrusal yapılardan ziyade, faktörler arasındaki bağımlılık ve geribildirimleri dikkate almaktadır. Alternatifleri seçerken sadece alternatif ve kriterleri değil, aynı zamanda bunların etkileşimlerinin pozitif ve negatif sonuçlarını da göz önüne almaktadır. ANP, iki bölümden oluşmaktadır. Birincisi, kontrol hiyerarşisi veya kriter veya alt kriterlerin etkileşimlerini içeren ağ yapısını içermektedir. İkincisi ise, kümeler ve faktörler arasındaki etki ağını içermektedir (Saaty, 1999a: 1).

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yönteminin daha ileri seviyesi olarak düşünülebilen ANP yöntemi, kompleks çok kriterli karar problemlerine daha etkili ve daha gerçekçi çözümler sunmaktadır.

ANP yönteminin temel özelliklerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Saaty, 1999a: 2) :

- ANP, AHP'nin üzerine kurulmuştur.
- ANP, faktörler arasındaki bağımlılıkları dikkate almayan AHP yönteminin ötesinde, faktörler arasındaki bağımlılıkları dikkate alır. Bundan dolayı AHP'nin özel bir durumudur.
- ANP, faktörler kümesi içindeki bağımlılık (iç bağımlılık) ya da farklı faktörler kümesi arasındaki bağımlılıklar (dış bağımlılık) ile ilgilenir.

- ANP'nin esnek ağ yapısı, hiyerarşide olduğu gibi hangi faktörün ilk hangi faktörün sonra geleceğini düşünmeksizin herhangi bir karar problemini modellemeyi mümkün kılar.

- ANP, kaynak, döngü ve hedeflerden oluşan doğrusal olmayan bir yapıya sahiptir.

- ANP, sadece faktörleri değil, gerçek hayatta olduğu gibi faktörlerin küme veya gruplarının da önceliklendirmesini sağlar.

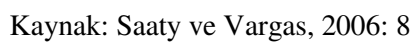
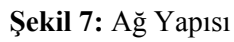
- ANP, farklı kriterleri değerlendirmek için kontrol ağı veya kontrol hiyerarşisini kullanır. Böylece, fayda, fırsat, maliyet ve risk analiz edilebilir. Kontrol faktörlerine bağlı olarak, ANP, insan beyninin farklı hislerden gelen verileri bütünleştirme işlemine paraleldir.

ANP yönteminin temelinde AHP olduğundan bu iki yöntemin karşılaştırılarak ortak noktalarından ve aralarındaki temel farklardan bahsetmek yararlı olacaktır.

2.2. ANALİTİK AĞ SÜRECİ İLE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Hiyerarşideki faktörler arasındaki bağımlılıklar göz önüne alındığında ANP, AHP'nin genel bir durumudur. Temel yapı, kümeler ve kümeler içindeki faktörler arasındaki etkileşimdir. Bu, ANP'yi AHP'ye göre daha gerçekçi yapmaktadır. Gerçek hayattaki çoğu problem hiyerarşik yapıda modellenemez. Çünkü hiyerarşideki üst düzey faktörler ile alt düzey faktörler arasında etkileşim ve bağımlılık mevcuttur. Bu nedenle ANP hiyerarşiden ziyade ağ yapısı ile gösterilir. AHP ve ANP, her iki yöntem de, ortak bir özellik açısından bir faktörün diğer faktör üzerindeki baskınlığını simgeleyen yargıları kullanarak soyut ve somut faktörler için ikili karşılaştırmalar yapar. AHP, hiyerarşi yapısını oluşturarak karar problemini ayrıştırır. ANP ise AHP yönteminin aksine problemi ağ biçiminde modeller. AHP, tek yönlü bir hiyerarşik ilişkiye odaklanır. ANP ise, karar seviyeleri ve nitelikleri arasındaki karmaşık ilişkiler ile ilgilenir. ANP'de, hiyerarşide olduğu gibi sadece kriterlerin önem ağırlıkları alternatiflerin önem derecelerini belirlemez. Aynı zamanda alternatiflerin kendilerinin önem derecesi, kriterlerin önem derecelerini belirler. Bundan dolayı, bir sistemdeki faktörler arasındaki etkileşimler, ANP ile

Şekil 6: Hiyerarşi Yapısı



Hiyerarşi, amaç, faktör seviyeleri ve faktörler arasındaki ilişkileri içermektedir. Ancak bu ilişkiler sadece daha alt seviyedeki faktörlere odaklanır. Yani, sadece tek yönlüdür, aynı seviyedeki faktörler arasındaki ilişkileri dikkate almaz. Ağ yapısı ise, faktörler kümesinden oluşmakta, kümeler ve faktörler arası ilişkileri de ele almaktadır.

Ağ yapısında içsel ve dışsal bağımlılık olmak üzere iki çeşit bağımlılık vardır. Dışsal bağımlılık, kontrol kriterine göre bir kümedeki faktörlerin diğer kümedeki faktörler ile ilişkili olmasıdır. İçsel bağımlılık ise, bir kümedeki faktörlerin birbirleriyle olan ilişkisidir. Örneğin; baba, anne ve çocuktan oluşan bir aile ele alalım. Çocuğun yetişmesinde ve büyümesinde kim daha etkilidir? Anne mi yoksa baba mı? Çocuğun kendisi mi ya da baba mı? Çocuğun kendisi mi ya da annesi mi? Bu durumda düşünecek olursak, çocuk yetişmesinde anne ve babası kadar etkili değildir. Anneyi ele alırsak ve aynı soruyu düşünürsek, yetişmesinde kendisi mi ya da eşi mi? Kendisi mi ya da çocuğu mu daha etkilidir? Her iki sorunun cevabı da kendisidir. İç bağımlılığa örnek ise, elektrik üretimidir. Elektrik üretimi için türbin yapmada kullanılan çeliklere ihtiyacımız vardır. Ayrıca yakıtlara ihtiyacımız vardır. Elektrik endüstrisi, çelik sanayi ve yakıt sektörünü birarada düşünürsek, elektrik üretimi için elektrik endüstrisi en fazla neye bağlıdır? Kendisine mi çelik endüstrisine mi? Kendisine mi ya da yakıt sektörüne mi? Bu sorulara verilecek cevap çelik ve yakıttır. Çünkü, çelik ve yakıt kendisinden çok daha önemlidir. Çelik ve yakıtı düşündüğümüzde ise yakıt, çelikten daha önemlidir. Elektrik endüstrisi, elektrik üretmek için kendi elektriğine ihtiyaç duymaz, yakıta ihtiyaç duyar (Saaty, 2008c: 150-151).

ANP yöntemi, AHP temel alınarak geliştirildiğinden öncelikle AHP ve uygulama adımları ele alınacaktır.

2.3. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ

Karar vermenin temel problemi, birbirleriyle çelişen kriterlere göre değerlendirilen alternatifler kümesinden en iyi alternatifi seçmektir. AHP, bu tarz problemlerin çözümünde kapsamlı bir çerçeve sağlamaktadır. AHP, 1970'li yıllarda Thomas L.Saaty tarafından geliştirilmiş çok kriterli karar verme yöntemidir. AHP,

ikili karşılaştırmalar ve puanlamalardan ölçek değerleri elde eden, nitel ve nicel kriterleri birlikte kullanmaya imkan veren çok kriterli bir ölçüm teorisidir. AHP, sezgisel, rasyonel ve irrasyonel faktörlerin aynı anda değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. AHP, algıların ve amaçların genel bir sentez içinde bütünleştirilmesine yardımcı olmaktadır (Saaty, 1990: 10; Saaty, 1986: 841).

AHP, hiyerarşi oluşturma, ölçme ve sentezleme metodolojisidir. AHP'nin en önemli kullanımı, çok kriterli bir çevrede seçim problemlerinin çözümüdür. Bu metodoloji, doğal bir biçimde amaç ve alternatiflerin ikili karşılaştırılmalarına dayanmaktadır. AHP, kişisel tercihleri, oran ölçekli ağırlıklara dönüştürmektedir. Bu ağırlıklar daha sonra alternatifleri sıralamak için kullanılmakta ve yöntem, karar vericiye seçim ve tahmin gibi ÇKKV problemlerinde destek sağlamaktadır. (Forman ve Gass, 2001: 469)

AHP, kullanım kolaylığı ve ÇKKV problemlerine hızlı bir şekilde çözüm bulması gibi birçok avantajından dolayı karar verici ve araştırmacılar tarafından birçok farklı alanda uygulanmaktadır. Yöntemin avantajlarını şöyle sıralayabiliriz (Saaty, 1994: 32-33) :

- İnsanlar bu yöntemi doğal ve ilgi çekici bulmaktadır.
- Yöntemi uygulamak için ileri düzeyde teknik bilgiye ihtiyaç yoktur. Neredeyse herkes bu yöntemi kullanabilmektedir. Bilgisayar programları sayesinde çok kolay ve hızlı bir biçimde problemler çözülebilmektedir.
- Düşüncelerimizin yanında his ve duygularımıza dayalı yargıları dikkate alan bir yöntemdir.
- Somut faktörlerin yanında soyut faktörleri de ele almaktadır.
- Karar problemindeki faktörlere direkt aklımızdan bir sayı atamak yerine ikili karşılaştırmalar sayesinde ölçekler elde edilmektedir.
- Karar problemini hiyerarşik bir yapıda ayrıntılı ve basit bir şekilde ayrıştırır.
- Basit ve etkili bir çözüm sunmaktadır. Hatta farklı uzmanların tercihlerini dikkate alan grup karar verme yaklaşımlarını dahi sağlamaktadır.

AHP yönteminden genel olarak bahsedildikten sonra, temel kavramları, aksiyomları ve yöntemin işleyişi ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

2.3.1. Temel İlkeler ve Aksiyomlar

AHP, karmaşık karar problemlerine etki eden tüm faktörleri hiyerarşi yapı biçiminde modelleyen ve ikili karşılaştırmalar sayesinde bu faktörlerin önceliklendirilmesini sağlayan sistematik bir yaklaşım olarak düşünülebilir. AHP, karar problemini en küçük bileşenine kadar ayırır, bu bileşenleri hiyerarşik bir yapıda düzenler, bütün bileşenleri ikili olarak karşılaştırarak lokal önceliklerin ve daha sonra bu lokal öncelikleri sentezleyerek global önceliklerin elde edilmesini sağlar.

AHP bunları yaparken üç temel ilkeye dayanmaktadır. Bunlar ayrıştırma, karşılaştırmalı yargılar ve elde edilen önceliklerin sentezidir. Bu ilkeler aşağıda açıklanacaktır (Saaty, 1991: 1; Saaty, 1986: 841-842):

Ayrıştırma ilkesi, karar probleminin temel faktörlerini hiyerarşik biçimde yapılandırılmasını ifade etmektedir. Hiyerarşi oluşturmak için öncelikle en üst düzeyde hedef veya amaç, ikinci seviyede kriterler, üçüncü seviyede alt kriterler, bir alt seviyede alt kriterlerin alt kriterleri şeklinde devam etmekte, en alt seviyede ise alternatifler belirlenmelidir. Bu şekilde en üst seviyedeki hiyerarşinin hedefi ile en alt seviyedeki alternatifler doğrusal bir şekilde birbirine bağlanır.

Karşılaştırmalı yargılar ilkesi, bir seviyedeki faktörlerin bir üst düzeydeki faktörlere göre ikili olarak karşılaştırılabilmesi için bir matris yapısı kurulması anlamına gelmektedir. İkili karşılaştırmalar bir faktörün bir üst seviyedeki faktör açısından lokal önceliklerini elde etmek için kullanılır.

Önceliklerin sentezi ilkesi, ikili karşılaştırmalar yoluyla elde edilen herhangi bir seviyedeki faktörlerin önceliklerinin bir üst seviyedeki faktörlerin öncelikleri ile çarpılmasını ifade etmektedir. Bu işlem hiyerarşi boyunca en üst seviyedeki hedefe kadar devam etmektedir. Bu işlem, global ya da birleşik önceliklerin belirlenmesini sağlar.

Temel ilkelerin yanısıra AHP yönteminin temelinde oldukça basit 3 aksiyom bulunmaktadır. Bunlar, karşılıklılık, homojenlik ve bağımsız olma aksiyomudur. Bu aksiyomlar aşağıda ele alınacaktır (Forman ve Gass, 2001: 471-472; Saaty, 1986: 844-846)

- **Karşılıklılık aksiyomu:** Bu aksiyom terslik aksiyomu olarak da ifade edilebilmektedir. Bir hiyerarşideki A ve B faktörleri C faktörü açısından

karşılaştırıldığında, A 'nın B 'ye tercih edilme derecesi $P_c(A,B)$ ve B 'nin A 'ya tercih edilme derecesi $P_c(B,A)$ ile gösterilsin. Bu durumda $P_c(B,A) = 1 / P_c(A,B)$ eşitliği sağlanmalıdır. Örneğin; A , B 'den 5 kat daha büyükse, B de A 'nın $1/5$ 'i kadardır. Bu aksiyom, ikili karşılaştırmalar yoluyla karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında kullanılır. Bu özellik, AHP'nin temelidir ve çok kriterli problemlerin çözümünde kullanılan basit ve güçlü bir araçtır.

- **Homojenlik Aksiyomu:** Birbirleriyle karşılaştırılan faktörler karşılaştırılan özellik açısından birbirlerinden çok farklı olmamalıdır. Eğer böyle bir şart sağlanmazsa, değerlendirmelerde büyük hatalar ortaya çıkabilir. Hiyerarşi oluşturulurken aynı seviyedeki faktörlerin birbirlerinden çok farklı olmamasına özen gösterilmelidir. Örneğin; kum tanesi ile bir portakal büyüklüklerine göre karşılaştırılmaz. Bu aksiyom iyi bilinen Arşimed özelliği ile de yakın ilişkilidir.

- **Bağımsız Olma Aksiyomu:** Sentez aksiyomu olarak da ifade edilmektedir. Hiyerarşinin bir seviyesindeki faktörlerin önceliklerinin veya yargılarının kendisinden daha düşük seviyelerdeki faktörlerden bağımsız olduğu anlamına gelmektedir. Bu aksiyom hiyerarşik birleştirme ilkesi için geçerlidir. Ancak hiyerarşi yapısı gerektirmeyen kümeler ve faktörler arasında içsel ve dışsal bağımlılıkların olduğu problemlerde uygulanmaz. Bu durumda öncelikler süpermatris yaklaşımı ile elde edilir ve bu hiyerarşik birleştirme ilkesinin özel bir durumudur.

Saaty tarafından daha sonra tanıtılan 4. aksiyom ise beklentiler aksiyomudur. Bu aksiyoma göre, insanlar beklentilerini karşılayabilmek için düşüncelerini ve fikirlerini tam olarak sonuca yansıttıklarından emin olmak isterler. Bu aksiyom biraz belirsiz gibi görünse de, AHP'nin genel niteliği birçok değişik şekilde uygulamayı mümkün kılar ve bu aksiyoma bağlılık, AHP'nin uygun olmayan şekillerde kullanımını engellemektedir (Forman ve Gass, 2001: 472).

Aksiyomlardan ilk ikisi değerlendirmelerin ikili karşılaştırmalar biçiminde ortaya konması, üçüncü ve dördüncü aksiyomlar da problemin hiyerarşik biçimde formüle edilmesi ve çözülmesi işlemlerini tanımlar (Tütek vd., 2012: 337).

AHP ile uğraşan birçok araştırmacıya göre, AHP'nin aksiyomları diğer karar teorilerindekilere göre daha basit ve daha gerçekçidir. AHP tarafından kullanılan oran ölçek öncelikleri, ordinal ve aralık ölçeklerine nazaran daha güçlüdür (Forman ve Gass, 2001: 472).

AHP'nin temel ilke ve aksiyomları açıklandıktan sonra yöntemin uygulama adımları ele alınacaktır.

2.3.2. Analitik Hiyerarşi Süreci Uygulama Adımları

Saaty (1994), AHP'yi aşağıdaki adımları içeren bir süreç olarak görmektedir:

- 1- Problemi hiyerarşik olarak ya da bağımlılık döngüsü olan bir sistem olarak yapılandırmak
- 2- Fikirleri, duyguları ve hisleri yansıtan yargıların açığa çıkarılması
- 3- Bu yargıların anlamlı sayılar ile gösterilmesi
- 4- Bu sayıları hiyerarşideki faktörlerin önceliklerini hesaplamak için kullanmak
- 5- Genel sonuçları belirlemek için bu öncelik sonuçlarını sentezlemek
- 6- Yargılardaki değişimlerin duyarlılığını analiz etmek

Benzer şekilde Tzeng ve Huang (2011) da AHP'nin uygulama adımlarını aşağıdaki şekilde özetlemiştir:

- 1- Problemin ayrıştırılarak birbirleriyle ilişkili faktörler hiyerarşisi şeklinde bir hiyerarşik sistem kurmak
- 2- İkili karşılaştırma matrisleri oluşturmak için faktörleri ikili olarak karşılaştırmak
- 3- Kişisel öznel yargıları sentezlemek ve göreceli ağırlıkları tahminlemek
- 4- En iyi alternatifi/stratejiyi belirlemek için faktörlerin göreceli ağırlıklarını toplamak

Yukarıda yer alan uygulama adımları dikkate alınarak, AHP yöntemi uygulama aşamaları aşağıda ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır.

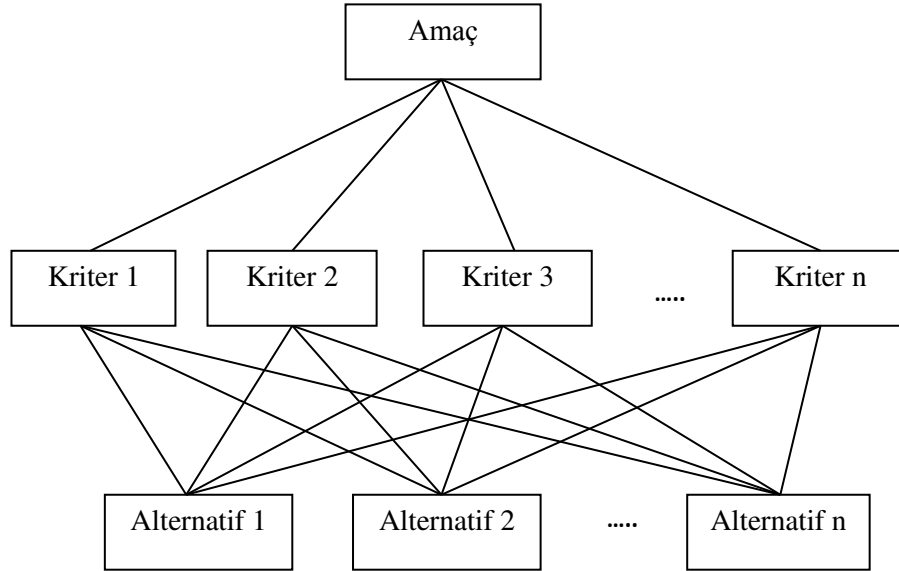
Adım 1 - Hiyerarşik yapının oluşturulması :

Hiyerarşiler, insan aklının önemli bir aracıdır. Hiyerarşi, bir problemdeki faktörleri tanımlamayı, faktörleri homojen olarak gruplandırmayı ve bu grupları farklı seviyelerde düzenlemeyi gerektirir. En basit hiyerarşi, doğrusal, bir seviyeden diğer bir seviyeye yükselen ya da alçalan bir hiyerarşidir. Örneğin; fizikteki hiyerarşi gibi atomlardan moleküle doğru doğrusal artan bir ilişki vardır. En karışık hiyerarşi

birbirleriyle etkileşimli faktörlerden oluşan ağ yapısıdır. Örneğin; bir çocuğun öğrenme sürecini gösteren sistem bir ağ yapısıdır (Saaty, 1999b: 30).

Hiyerarşi, karmaşık bir problemi çok düzeyli bir yapıda göstermektedir. Hiyerarşinin en üst düzeyinde hedef, onun altında sırasıyla kriterler ve alt kriterler, en alt seviyede ise alternatifler yer almaktadır. Hiyerarşi, doğrusal bir formda neden-sonuç ilişkilerini açıklamak için karmaşık problemleri ayrıştırmaya yardımcı olan uygun bir yoldur. Hiyerarşinin amacı, üst düzeydeki bir faktörün alt düzeydeki bir faktör üzerindeki etkisini değerlendirmektir (Saaty, 1994: 94). Aşağıda basit bir hiyerarşi şekli mevcuttur.

Şekil 8: AHP Hiyerarşik Yapısı



Yukarıdaki şekil hiyerarşinin en basit halidir. Bu hiyerarşi standart bir model değildir. Problemin yapısına bağlı olarak hiyerarşideki seviye sayıları değişebilmektedir. Kriter sayıları, her bir kriterin alt kriter sayısı, alt kriterlerin de alt kriter sayıları ve alternatif sayıları problemden probleme farklılık göstermektedir.

Ayrıntılı bir hiyerarşi tasarımı için aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir (Saaty, 2008c: 135):

- Genel amacın belirlenmesi, (Örneğin; neyi başarmaya çalışıyoruz? temel sorumuz nedir? sorularına cevap bulmak)

- Genel amacın alt amaçlarını tanımlamak. Eğer kararı etkileyecek ise zamanı belirlemek,
- Genel amacın alt amaçlarına ulaşabilmek için problemdeki kriterlerin belirlenmesi,
- Herbir kriterin alt kriterlerinin tanımlanması,
- Problem ile ilgili kişilerin belirlenmesi,
- Bu kişilerin amaçlarının belirlenmesi,
- Bu kişilerin politikalarının belirlenmesi,
- Kişilerin amaçlarını en iyi karşılayan alternatif veya sonuçların belirlenmesi,
- En iyi alternatif veya sonucun tercih edilip edilmemesinin fayda ve maliyet açısından karşılaştırılması,
- Marjinal ve toplam öncelik değerlerini kullanarak fayda/maliyet analizinin yapılması,
- Yargılardaki değişimlere kararlılık derecesinin belirlenmesi amacıyla sonuçlar üzerinde duyarlılık analizi uygulanması gerekmektedir.

Adım 2 - İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması :

Problem tanımlanıp probleme ilişkin hiyerarşi oluşturulduktan sonra hiyerarşide bulunan elemanların önceliklendirilmesi ve ikili olarak karşılaştırılması gerekmektedir. Hiyerarşinin bir seviyesindeki elemanlar bir üst seviyedeki elemanlara göre karşılaştırılarak en alt seviyedeki en iyi alternatif belirlenmeye çalışılır. Alternatifler bir üst seviyedeki kriterlere göre, kriterler de bir üst seviyedeki hedefe göre karşılaştırılır. Bu ikili karşılaştırmalar yapılırken konu ile ilgili uzman kişilerin ya da karar vericilerin bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Hiyerarşideki birçok eleman arasında ikili karşılaştırmalar yapabilmek için nitel olarak ifade edilen yargılar kullanılır. Yargılama, bir fikrin açıklanmasıdır. Karşılaştırma ise, bir şeyin diğer bir şey üzerindeki önemini, tercihini, baskınlığını açıklamaktır. Baskınlık ise gücün yoğunluğunu simgeler. Yargılamalar, ikili karşılaştırma şeklinde yapılır. İlk adımda problemi hiyerarşik bir yapıda simgelemek bize hangi faktörlerin hangi faktörler ya da kriterlere göre karşılaştırılacağını göstermesi bakımından önemli bir araçtır. Yargılara odaklanmanın en etkili yolu,

ikili karşılaştırmaları ele almak ve onları diğer özellikleri ve faktörleri dikkate almadan belirli bir özelliğe göre karşılaştırmaktır. Bu ikili karşılaştırmaların kombinasyonu öncelik değerlerin elde edilmesine yardımcı olmaktadır. İkili karşılaştırmalarda yargılar sayısal olarak ifade edilebilen değerlere dönüştürülmektedir. Bunun için insan zihninin mantıklı sayılar ataması yerine, ikili karşılaştırmalar bilimsel yöntemler izlenerek yapılmalıdır. Bu anlamda, yargılarla ölçme keyfi olarak sayı atamaktan ziyade daha bilimsel bir yoldur (Saaty, 2008c: 124-139; Saaty, 1990: 12). Yargıların sayısal değerlere dönüştürülebilmesi için sayısal bir ölçeğe ihtiyaç vardır. İkili karşılaştırmalarda hangi elemanın hangi elemana göre ne kadar tercih edilebilir, ne kadar önem derecesine sahip olduğunu belirleyebilmemiz için Saaty (1990) tarafından önerilen temel ölçek kullanılmaktadır. Aşağıdaki tabloda temel ölçek görülmektedir.

Tablo 2: AHP Sürecinde Kullanılan Temel Ölçekler

Önem derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur.
3	Birinin diğerine göre orta derecede daha önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine orta derecede tercih ettirir.
5	Kuvvetli düzeyde önemli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettirir.
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
9	Kesin önemli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ortalama ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler

Kaynak: Saaty, 1990: 15

Verilen ölçeğe göre yapılan karşılaştırmalar ikili karşılaştırmalar matrislerine yerleştirilir. Bu matris köşegen elemanları 1 ve ters değerli olma aksiyomu doğrultusunda $a_{ji} = 1 / a_{ij}$ olan bir kare matristir. a_{ij} , i kriterinin ya da alternatifinin j kriteri ya da alternatififiyle karşılaştırılması ile Saaty tarafından ortaya konan ölçeğe göre belirlenen yargı değeridir. i kriterinin ya da alternatifinin j kriteri ya da alternatifinden ne kadar önemli olduğunu gösteren sayısal değerdir. Matrisin i . satırındaki bir kriter ya da alternatif, ancak a_{ij} değeri 1'den büyükse, matrisin j . sütunundaki kriter ya da alternatiften daha önemlidir. Aksi durumda j . sütundaki kriter ya da alternatif, i . satırdaki kriter ya da alternatiften daha önemli olarak değerlendirilir. İkili karşılaştırma matrisi aşağıdaki biçimde gösterilebilir (Tütek vd., 2012: 343).

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Matrisin köşegenindeki sayılar 1 ve diğer karşılaştırmalar birbirlerinin tersi olduğundan dolayı n elemanlı bir matriste $n(n-1)/2$ tane karşılaştırma yapmaya gerek vardır.

Saaty, karşılaştırılan faktör sayısını 7 ± 2 olarak önermektedir. Bu bir gereklilik değildir ancak tutarsızlık oranını azaltmak için uygun bir yoldur. Saaty, Miller'i refere ederek insanın bilişsel yetenekleri bakımından en fazla 7 faktörü karşılaştırabileceğini, bunun bazı kişilerde 5, bazı kişilerde de 9 olabileceğini ileri sürmektedir (Saaty ve Özdemir, 2003: 233).

İkili karşılaştırmalar bireysel olarak yapılabildiği gibi grup olarak birden fazla kişi tarafından da yapılabilmektedir. AHP, grup kararlarında kullanıldığında iki temel soru ortaya çıkar. Birincisi, her bir kişisel yargının nasıl bütünleştirileceği, ikincisi ise kişisel tercihlerden grup tercihlerinin nasıl oluşturulacağıdır. Gerçekte grup kararları uzlaşma yolu ile verilememektedir. Çünkü aynı konu ile ilgili olarak herkes aynı düşüncelere sahip olmayabilir. Grup yargısını oluşturmada terslik aksiyomu

önemli bir rol oynamaktadır. Sentezlenmiş yargıların tersi, bu yargıların tersinin sentezlenmiş haline eşit olacak şekilde yargılar bütünleştirilmelidir. Saaty (2008), bunu yapabilmenin tek yolunun geometrik ortalama hesaplamaktan geçtiğini öne sürmektedir (Saaty, 2008c: 192-193).

İkili karşılaştırma matrisleri elde edildikten sonra bu matrislerin öncelik vektörlerinin bulunması ve tutarlılıklarının test edilmesi gerekmektedir.

Adım 3- İkili Karşılaştırma Matrislerinin Öncelik Değerlerinin ve Tutarlılık Derecelerinin Hesaplanması :

Bu aşama sentezleme aşaması olarak da adlandırılmaktadır. İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra bu matrislerin sentezlenerek lokal önceliklerin bulunması ve matrislerin tutarlılıklarının tespit edilmesi gerekmektedir. Verilecek kararın doğruluğu açısından önemli bir konu olan tutarlılık, ikili karşılaştırmalar sonucu oluşan değerlerin yani önceliklerin birbirleriyle mantıksal ve/veya matematiksel ilişkisidir. İkili karşılaştırma matrisleri kişisel ya da grup yargılarından elde edildiğinden subjektif bir nitelik göstermektedir. Bu nedenle uygulamada tam anlamıyla tutarlı olmak neredeyse imkansızdır ve belirli bir oranda tutarsızlık mutlaka olacaktır. Tutarsızlık derecesi, belirli düzeylerin altında olması halinde kabul edilirken, bu seviyenin üstünde olması halinde ikili karşılaştırma matrisleri tekrar ele alınmalıdır.

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Daha önce gösterilen A matrisini yukarıdaki şekilde tekrar ele aldığımızda bu matrisin bazı özelliklere sahip olduğunu söyleyebiliriz :

- a_{ij} ve $a_{ji} > 0$

- $a_{ij} = 1 / a_{ji}$
- $a_{ij} = 1$ ($i = j$ olduğu durumlarda)

Eğer karar verici/lerin değerlendirmeleri tamamıyla hatasız yapılmış ise tüm i, j ve k değerleri için $a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk}$ olmalıdır ve bu durumda ikili karşılaştırma matrisi tutarlıdır. İkili karşılaştırmalar kesin ölçümlere dayanarak yapılırsa, $w_1, \dots, w_n$ yani öncelik değerleri zaten biliniyorsa, bu durumda $i, j = 1, \dots, n$ için $a_{ij} = w_i / w_j$ olmalıdır. Buradan hareketle,

$$a_{ij} \cdot a_{jk} = \frac{w_i}{w_j} \cdot \frac{w_j}{w_k} = \frac{w_i}{w_k} \quad \text{ve de} \quad a_{ji} = \frac{w_j}{w_i} = \frac{1}{w_i / w_j} = \frac{1}{a_{ij}} \quad \text{olur.} \quad (2.1)$$

Bir A matrisi ile x sütun vektörü çarpımıyla y sütun vektörü elde edilmesi matris biçiminde $A \cdot x = y$ olarak gösterilir. Burada $x = (x_1, \dots, x_n)$, $y = (y_1, \dots, y_n)$ ve bu matris gösterimi aşağıdaki denklemler setinin matris sembolleriyle ifade edilmesidir.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = y_i \quad (i = 1, \dots, n). \quad (2.2)$$

$a_{ij} = w_i / w_j$ olduğundan,

$$a_{ij} \cdot \frac{w_j}{w_i} = 1 \quad \text{ve bunun sonucu olarak da}$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \frac{1}{w_i} = n \quad \text{ya da} \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j = n w_i \quad \text{olur.} \quad (2.3)$$

Bu da matris biçiminde gösterilirse aşağıdaki gibi yazılır:

$$Aw = nw \quad (2.4)$$

Matris teorisine göre bu eşitlik, w 'nin A matrisinin bir özdeğer vektörü (özdeğeri n olan) olduğunu ifade eder. Eşitlik, matrislerin bütünüyle yazılması

sonucunda aşağıdaki biçimde gösterilecektir (Saaty, 1988'den aktaran Tütek vd., 2012: 347-348).

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdot & \cdot & \cdot & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdot & \cdot & \cdot & w_2/w_n \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdot & \cdot & \cdot & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \cdot \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ \cdot \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

$A.w = n.w$ eşitliğinde eğer matris % 100 tutarlı ise n , A 'nın en büyük özdeğeridir ve $n = \lambda_{max}$ olarak yazılabilmektedir.

Buna göre $A.w = \lambda_{max} \cdot w$ eşitliği yazılır. Bu eşitlikten yola çıkarak;

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \quad (2.6)$$

olarak bulunur.

A matrisinin tutarlı olabilmesi için A 'nın en büyük özdeğerinin n 'e eşit olmasıdır. A 'nın yapısındaki tutarsızlık ne kadar fazla olursa λ_{max} , n 'den o kadar uzaklaşır fakat her zaman $\lambda_{max} \geq n$ 'dir. $(\lambda_{max}-n)$ yargılardaki sapmanın bir ölçütüdür. Kişisel yargılardaki tutarsızlığı ve öncelik değerlerinin doğruluğunu ölçmek için tutarlılık indeksi (CI) ve tutarlılık oranı (CR) olmak üzere iki gösterge önerilmiştir (Saaty, 1990: 13; Tzeng ve Huang, 2011: 18).

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.7)$$

Diğer yandan, tutarlılık oranını (CR) hesaplayabilmek için Tablo 3'de gösterildiği gibi Saaty tarafından her matris büyüklüğü için oluşturulmuş rastgele indeks (RI) değerlerine ihtiyaç vardır. Bu değerler kullanılarak tutarlılık oranı $CR = CI / RI$ formülü ile hesaplanır.

Tablo 3: Rassal İndeks Sayıları

n	RI	n	RI	n	RI
1	0	6	1,25	11	1,51
2	0	7	1,35	12	1,54
3	0,52	8	1,40	13	1,56
4	0,89	9	1,45	14	1,57
5	1,11	10	1,49	15	1,58

Kaynak : Saaty, 1994: 84

Tutarlılık oranının (CR), 0,10'dan küçük olması matrisin yani karar vericinin yargılarının tutarlı olduğunu gösterir. Tutarlılık oranı, nihai karar için önemli bir kavramdır. Tutarlılık oranı, dikkatsizce yapılan hataların azalmasını sağladığı gibi karar vericilerin bir ya da daha fazla sayıdaki karşılaştırmasında olabilecek hataları ya da yaptığı abartılı değerlendirmeleri de ortaya çıkarır.

İkili karşılaştırma matrislerinden önceliklerin elde edilmesinde birçok yöntem kullanılabilir. Bunların arasında, öz vektör çözümü, satır toplamalarının ortalaması, normalleştirilmiş kolon ortalaması, yargılar ve elde edilen değerler arasındaki farklılık hatalarının toplamı, en küçük kareler metodu ve logaritmik en küçük kareler metodu yer almaktadır. Eğer matris tutarlıysa, bütün yöntemler aynı sonucu verecektir (Saaty, 1990: 19). Ancak bu çalışma kapsamında uygulamada en çok kullanılan iki yöntem ele alınacaktır.

Birinci yöntemde, ikili karşılaştırma matrisinin her bir sütundaki elemanı o sütunun toplamına bölünerek normalize edilmekte ve daha sonra normalize edilmiş matrisin her bir satırın ortalaması alınarak öncelik değerleri bulunmaktadır. Aşağıda basit bir matris yardımıyla yöntem açıklanacaktır.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \text{ matrisini ele alacak olursak;}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 10/17 & 6/10 & 5/9 \\ 5/17 & 3/10 & 3/9 \\ 2/17 & 1/10 & 1/9 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 0,588 & 0,600 & 0,555 \\ 0,294 & 0,300 & 0,333 \\ 0,117 & 0,100 & 0,111 \end{bmatrix} \\
\text{Sütun} \quad \hline
\text{Toplamı} \quad 17/10 \quad 10/3 \quad 9
\end{array}$$

$$\begin{bmatrix} 0,588 + 0,600 + 0,555 = 1,743/3 \\ 0,294 + 0,300 + 0,333 = 0,927/3 \\ 0,117 + 0,100 + 0,111 = 0,328/3 \end{bmatrix} \Rightarrow w = \begin{bmatrix} 0,581 \\ 0,309 \\ 0,109 \end{bmatrix}$$

Tutarlılık oranının hesaplanabilmesi için aşağıdaki yol izlenir:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,581 \\ 0,309 \\ 0,109 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,744 \\ 0,926 \\ 0,328 \end{bmatrix} \quad \lambda_{max} = \frac{\frac{1,744}{0,581} + \frac{0,926}{0,309} + \frac{0,328}{0,109}}{3} = 3,002$$

$$CI = \frac{3,002 - 3}{2} = 0,001 \quad CR = \frac{0,001}{0,52} = 0,0019 < 0,10 \text{ olduğundan matris tutarlıdır.}$$

İkinci yöntem ise özdeğer vektör yöntemidir. AHP problemlerinin çözümünde kullanılan bilgisayar programlarının temelinde de bu yöntem yatmaktadır. w öncelik değerleri vektörünün bulunması, $A.w = \lambda_{max} w$ eşitliğini sağlayan özdeğer vektörünün (özvektör) bulunması problemidir. Matris teorisinden faydalanılması ve özvektör bulma probleminin çözümü doğrultusunda bu vektör, ikili karşılaştırma matrisi A 'nın kuvvetleri (k) alınarak ve sonuç normalize edilerek aşağıdaki biçimde bulunur. Aşağıdaki eşitlikte $e^T = (1, 1, \dots, 1)$ 'i ifade etmektedir (Harker, 1989'dan aktaran Tütek vd., 2012: 34). Öncelik değerleri vektörünü (w) bulmak için gerçekleştirilen bu işlemle A^k matrisinin önce satırlarının toplamı alınmakta, ardından da bu satır toplamları toplanarak her bir satır toplamı tek tek bu son toplam değerine bölünmektedir.

$$w = \lim_{k \rightarrow \infty} A^k e / e^T A^k e \quad (2.8)$$

Matrisin kuvvetleri alınarak hesaplanan öncelik değerleri dengeye geldiğinde, yani değişmemeye başladığında, w elde edilmiş olacaktır. Elde edilen vektörden λ_{max} ise aşağıdaki şekilde bulunur (Tütek vd., 2012: 350).

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \quad (2.9)$$

Yukarıda ilk yöntemde ele alınan matrisin aşağıda özdeğer vektör yöntemi ile öncelik değerleri ve tutarlılık oranı bulunacaktır.

$$k = 1 \text{ için } A^1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \quad w^1 = A^1 e / e^T A^1 e \text{ eşitliği (2.10) kullanılır.}$$

$$A^1 e = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 \\ 4,5 \\ 1,533 \end{bmatrix}$$

$$e^T A^1 e = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 8 \\ 4,5 \\ 1,533 \end{bmatrix} = 14,033$$

$w^1 = A^1 e / e^T A^1 e$ olduğundan her bir satır toplamı son toplam değerine bölünerek aşağıdaki öncelik değerleri elde edilir.

$$8 / 14,033 = 0,570$$

$$4,5 / 14,033 = 0,320$$

$$1,533 / 14,033 = 0,109$$

$$w^1 = [0,570 \quad 0,320 \quad 0,109] \text{ elde edilir.}$$

$$k = 2 \text{ için } A^2 = \begin{bmatrix} 3 & 5,665 & 16 \\ 1,6 & 2,999 & 8,5 \\ 0,566 & 1,066 & 2,999 \end{bmatrix} \quad w^2 = A^2 e / e^T A^2 e$$

$$A^2 e = \begin{bmatrix} 3 & 5,665 & 16 \\ 1,6 & 2,999 & 8,5 \\ 0,566 & 1,066 & 2,999 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 24,665 \\ 13,099 \\ 4,631 \end{bmatrix}$$

$$e^T A^2 e = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 24,665 \\ 13,099 \\ 4,631 \end{bmatrix} = 42,395$$

$$\left. \begin{array}{l} 24,665 / 42,395 = 0,581 \\ 13,099 / 42,395 = 0,308 \\ 4,631 / 42,395 = 0,109 \end{array} \right\} \Rightarrow w^2 = [0,581 \quad 0,308 \quad 0,109]$$

$$w^3 = A^3 e / e^T A^3 e = [0,581 \quad 0,308 \quad 0,109]$$

$$w^4 = A^4 e / e^T A^4 e = [0,581 \quad 0,309 \quad 0,109]$$

$$w^5 = A^5 e / e^T A^5 e = [0,581 \quad 0,309 \quad 0,109]$$

$$w^6 = A^6 e / e^T A^6 e = [0,581 \quad 0,309 \quad 0,109]$$

Öncelik değerleri dengeye ulaşana kadar işlemlere devam edilir. Dengeye ulaşıldığında yani artık değerler değişmemeye başladığında öncelik değerleri elde edilmiş olur.

Öncelik değerleri elde edildikten sonra tutarlık oranının bulunması için öncelikle λ_{max} değerinin bulunması gerekmektedir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,581 \\ 0,309 \\ 0,109 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,744 \\ 0,926 \\ 0,328 \end{bmatrix} \quad \lambda_{max} = \frac{\frac{1,744}{0,581} + \frac{0,926}{0,309} + \frac{0,328}{0,109}}{3} = 3,002$$

$$CI = \frac{3,002 - 3}{2} = 0,001 \quad CR = \frac{0,001}{0,52} = 0,0019 < 0,10 \text{ olduğundan matris tutarlıdır.}$$

İki yöntemden de görüldüğü üzere matris tutarlı olduğunda iki yöntemin elde ettiği sonuçlar arasında hiçbir fark yoktur.

Adım 4 – Global Önceliklerin ve Alternatif Puanlarının Belirlenmesi

Genel amaca göre alternatiflerle ilgili sıralamanın belirlendiği bu aşamada, ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen lokal öncelikler birleştirilerek hiyerarşinin en alt seviyesinde bulunan alternatifler için sonuç ağırlıkları elde edilir. En alt seviyedeki alternatiflerden başlayarak en üstteki hedefe doğru bütün kriterlerin ağırlıkları birbirleri ile çarpılarak ağırlıklandırma yapılır. Daha sonra her alternatif için yapılan bu ağırlıklandırma (çarpım) işleminin sonuçları toplanarak alternatiflerin puanları elde edilir. Karar verici elde edilen sonuçlar ile alternatifleri sıralayıp en yüksek puana sahip olan alternatifi belirleyebilmektedir.

Adım 5 - Duyarlılık Analizi Yapılması

Alternatiflerin sıralamaları oluşturulduktan sonra kurulan modelin sonuçlarını gözden geçirmek gerekmektedir. Bu amaçla AHP'nin bu aşamasında alternatiflerin sıralamasının ve nihai kararın yargılardaki değişikliklere karşı ne kadar duyarlı olduğu değerlendirilir. İkili karşılaştırmaların oluşmasında yargıların kişiden kişiye göre değişebileceği veya daha önce belirli bir yargıda bulunan kişinin zamanla düşüncelerinin değişebileceği göz önüne alınmaktadır.

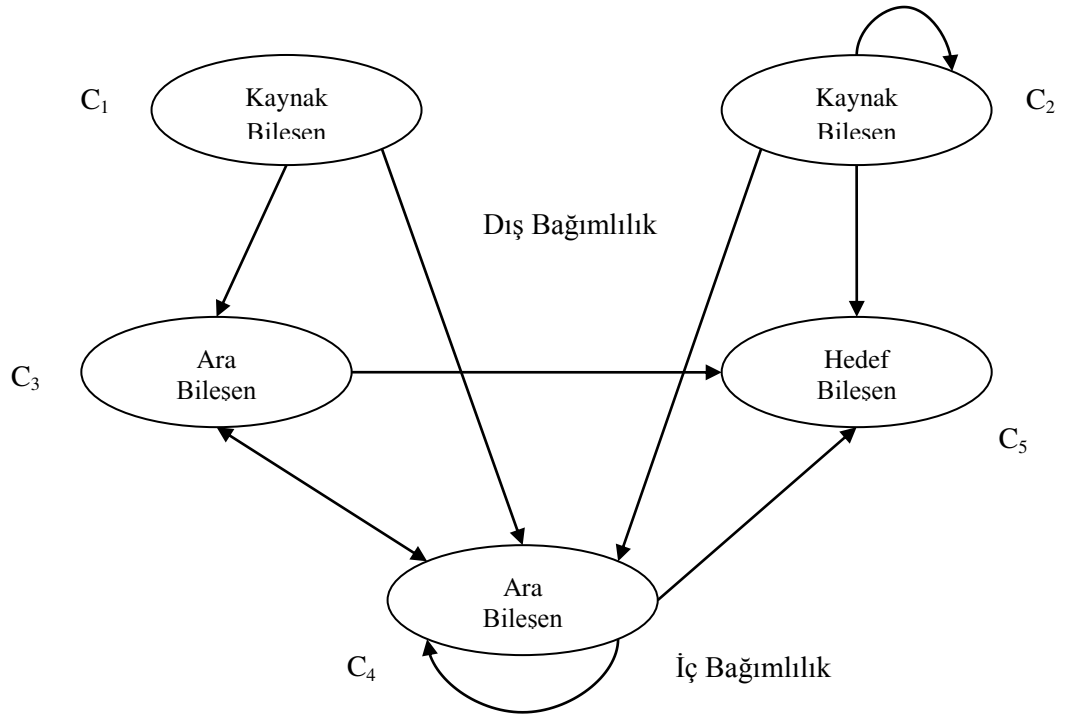
2.4. ANALİTİK AĞ SÜRECİ YÖNTEMİNDE AĞ YAPISI, BAĞIMLILIK VE GERİ BİLDİRİM

Daha öncede belirtildiği gibi gerçek hayattaki birçok problem AHP'de olduğu gibi hiyerarşik şekilde modellenemez. Çünkü probleme etki eden tüm faktörler birbirleri ile ilişki içinde olabilmektedir. Bu yüzden hiyerarşi yerine ağ yapısı kullanmak problemi daha gerçekçi modellemeye yardımcı olmaktadır.

Bileşenlerdeki (kümeler) faktörlerin (element, öge) veya herhangi bir bileşendeki faktörlerin birbirleriyle etkileşimli olduğu bir sistem ağ yapısı olarak

nitelendirilebilir. Genellikle, bir ağ yapısı bileşenler ve bu bileşenlerin içindeki elemanlardan oluşmaktadır. Ancak problemin yapısına göre bileşenden daha büyük unsurlar ağda yer alabilir. Problemin büyüklüğüne göre bir sistem alt sistemlerden, alt sistemler bileşenlerden, bileşenler ise faktörlerden oluşmaktadır. Bütün bu unsurların toplamı sistemin toplamını vermeyebilir. Bileşenler ve faktörler arasındaki sinerjiden dolayı hedefe ulaşmaya yaptığı katkı açısından sistemin toplamından fazla ya da az olabilir. Bir ağ yapısında karar problemlerinin bileşenleri birbirleriyle ilişki içinde olmalıdırlar. Ağ yapısı iki veya daha fazla sayıda birbirinden bağımsız parçalara bölünemezler. Aksi takdirde bileşenler arasında da bağımlı bir yapı kurmak anlamsız olur (Saaty ve Vargas, 2006: 9). Aşağıdaki şekilde bileşenleri, bağımlılıkları ve geri bildirimi olan bir ağ yapısı görülmektedir.

Şekil 9: Örnek Bir Ağ Yapısı



Kaynak: Saaty, 1999a: 3

Bir ağ yapısında üç farklı bileşen bulunmaktadır. Bu bileşenler C_1 ve C_2 gibi kaynak bileşen, C_5 gibi hedef bileşen ve C_3 ve C_4 gibi ara (geçici) bileşenlerdir. Kaynak bileşen, ağdaki hiçbir başka faktörden etkilenmemektedir. Bu yüzden bu

bileşene doğru yönelmiş bir ok yoktur. Ara bileşenler, hem başka bir bileşeni etkileyen hem de başka bir bileşenden etkilenen bileşendir. Ara bileşenler, bağımlılık ve geri bildirim içerdiğinden ok çift yönlüdür. Hedef bileşen ise, ağdaki diğer bileşenlerden etkilenen bileşendir. Ayrıca C_3 ve C_4 arasında karşılıklı bağımlılık ve geri bildirim olduğundan bu bileşenler birbirlerini etkilemektedir. C_2 ve C_4 bileşenleri de birbirleriyle ilişkili elemanlara, düğümlere sahiptir. C_2 ve C_4 bileşenlerindeki gibi kendi faktörleri arasındaki bağımlılıklara içsel bağımlılık, diğer kümeler arasındaki bağımlılıklara dışsal bağımlılık denir (Saaty, 1999a: 3; Saaty ve Vargas, 2006: 9).

ANP ile ilgili temel kavramlar yukarıda açıklandıktan sonra ANP uygulama adımları aşağıda ayrıntılı bir şekilde ele alınacak, AHP yöntemi uygulama adımları ile benzer yönleri ve farklılıkları açıklanacaktır.

2.5. ANALİTİK AĞ SÜRECİ UYGULAMA ADIMLARI

ANP yöntemi karmaşık karar problemlerine etkili çözüm sunan bir yöntemdir. Bu yöntem doğru ve etkin bir kararın belirlenebilmesi için bir süreç gerektirdiğinden çeşitli adımlardan oluşmaktadır. Bu adımları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Dağdeviren vd., 2006: 249; Lombardi vd., 2007: 4-5; Jharkharia ve Shankar, 2007: 281-283):

- 1- Problemin tanımlanması ve karar modelinin oluşturulması
- 2- İkili karşılaştırmaların yapılması ve göreceli öncelik değerlerinin hesaplanması
- 3- Süpermatrisin oluşturulması
- 4- Global öncelik değerlerinin elde edilmesi

Yukarıda yer alan uygulama adımları dikkate alınarak ANP yönteminin aşamaları aşağıda ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır.

2.5.1. Problemin Tanımlanması ve Karar Modelinin Oluşturulması

Bu aşamada karar verme problemi açık bir şekilde tanımlanmalı ve ağ şeklinde rasyonel bir biçimde ayrıştırılmalıdır. Öncelikle karar sürecinin amacı veya

hedefi belirlenmelidir. Bu hedef veya amaç küme, faktör, kriter ve alternatif olarak ayrıştırılmalıdır. Daha sonra, bağımlılık ve geri bildirimler dikkate alınarak ağdaki farklı parçalar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi gerekmektedir (Dağdeviren vd., 2006: 249; Lombardi vd., 2007: 4).

ANP’de bir karar verme probleminin modellenmesinde problemi ifade edebilecek seviyede ayrıntılı yapıların kullanılması önemlidir. Verilen kararın geçerliliği, kullanılan çözüm yöntemine bağlı olduğu kadar oluşturulan yapının ve yapıdaki ilişkilerin zenginliğine ve doğruluğuna da bağlıdır. ANP’de sorunlar ağ biçiminde yapılandırılırlar. Genel olarak, bir ağ, belirli bir varlığa göre elemanların başka elemanlar üzerindeki etkilerinin dağılımıyla ilgilidir. ANP’de karar bileşenlerini (components, clusters, kümeler), elemanları (elements, nodes, düğümler) ve aralarındaki etkileşimleri göstermek üzere bağlantıların belirlenmesi ve bir diyagram ile gösterilmesi gereklidir (Saaty, 1994 ve 2001’ den aktaran Göze, 2008: 65).

Ağ yapısı, kümeler ve kümelerin içinde yer alan faktörlerden meydana gelir. Ayrıca problemdeki tüm değişkenler, kriterler, alt kriterler, alternatifler belirlenmelidir. Ağ yapısının temel elemanları belirlendikten sonra, kümeler ve faktörler arasındaki ilişkiler, geri bildirimler ve bağımlılıklar analiz edilmelidir. Ağ yapısında herhangi bir kümedeki bir faktör diğer bir kümedeki faktörler ile ya da herhangi bir kümedeki faktörler birbirleriyle ilişki içinde olabilmektedir. Bu ilişkiyi belirleyebilmek için ağ yapısındaki tüm unsurların birbirlerini etkilemeleri ya da birbirlerinden etkilenmeleri göz önüne alınmalıdır.

ANP yönteminde problemlerin ağ yapısı şeklinde modellenebilmesi için iki yaklaşım benimsenmiştir. Birincisi, Saaty tarafından önerilen maliyet ve fayda şeklinde çeşitli kategoride olayları sınıflandırarak problemi modellemeyi kolaylaştıran BOCR (Benefits, Opportunities, Costs, Risks) yaklaşımıdır. Fayda, maliyet, fırsat ve risk kontrol hiyerarşisinin üst seviyesini oluşturan dört kriterdir. Bu dört kriterin her birinin altında ise ayrı bir ağ yapısı bulunmaktadır. İkincisi ise, önceden belirlenmiş herhangi bir standart yapısı olmayan serbest modelleme yaklaşımıdır. İlk yaklaşım indirgemeciliği temel aldığından yetersiz kalmaktadır. İkinci yaklaşımın ise karmaşık karar verme problemlerinde uygulanması genellikle zordur (Lombardi vd., 2007: 3).

2.5.2. İkili Karşılaştırmaların Yapılması ve Göreceli Öncelik Değerlerinin Hesaplanması

İlk aşamada probleme etki eden tüm unsurlar bir ağ yapısı şeklinde modellendikten sonra ikili karşılaştırmalar yapılmalıdır. İkili karşılaştırmalar, karar vericinin iki elemanı karşılaştırarak elemanlar için oluşturduğu tercihlerini yansıtmaktadır. İkili karşılaştırma yapabilmek için AHP’de olduğu gibi Saaty tarafından önerilen ve Tablo 2’de gösterilen 1-9 ölçeği kullanılmaktadır. ANP’deki ikili karşılaştırmalar AHP’de olduğu gibi hiyerarşik düzeyden ziyade ağ yapısı dikkate alınarak birbirleriyle ilişkili kümeler ve faktörler arasında yapılmaktadır. ANP’nin temeli ağdaki temel unsurların birbirleri üzerindeki etkileridir.

Bir ağ yapısında a ve b olarak iki bileşen düşünelim. Örneğin; bir a bileşenindeki x faktörü, b bileşenindeki y , z ve t faktörlerinden etkilenmektedir. Buna göre x faktörüne göre y , z ve t faktörleri karşılaştırıldığında “ y , z ve t faktörlerinden hangisi hangi oranda x faktörünü daha fazla etkilemektedir?” sorusu sorularak ikili karşılaştırmalar yapılmaktadır.

İkili karşılaştırma matrislerinde, karar vericinin önyargısından kaçınmak amacıyla grup kararı da kullanılabilir. Dyer ve Forman (1992), grup yargılarını ve görüşlerini ikili karşılaştırma matrislerinde bütünleştirmek için birkaç yol önermiştir. Bunlar, fikir birliği, oylama veya uzlaşma ve de kişisel yargıların geometrik ortalamasıdır (Jharkharia ve Shankar, 2007: 282).

İkili karşılaştırma matrisleri elde edildikten sonra daha önce belirtilen sentezleme metotlarından biri kullanılarak öncelik değerleri elde edilmelidir. Ancak uygulamada en çok tercih edilen $A.w = \lambda_{max} .w$ denkleminin çözülmesi ile elde edilen özvektör ile belirlenmesidir. Tabii öncelik değerlerinin elde edilmesinden sonra AHP’de olduğu gibi matrislerin tutarlık dereceleri belirlenmeli ve tutarsızlık gösteren matris yapıları tekrar gözden geçirilmelidir.

2.5.3. Süpermatrisin Oluşturulması

Süpermatris, ağdaki faktörler arasındaki tüm etkileşimlerin gösterildiği bir matris yapısıdır (Bottero vd., 2007: 8). İkili karşılaştırmalardan elde edilen lokal

öncelik vektörleri süpermatrisin sütunlarına yazılır. Bir süpermatris gerçekte parçalı bir matristir ve buradaki her bir matris bölümü bir sistem içindeki iki faktör arasındaki ilişkiyi gösterir (Dağdeviren vd., 2006: 249). Bir bileşendeki faktörlerin hiçbirisi başka bir bileşendeki faktörleri etkilemiyorsa bu durumda süpermatrisin ilgili bölümlerine sıfır yazılır.

Bir ağdaki bileşenler C_h ($h = 1, \dots, n$) ile gösterilsin. Bu bileşenin n_h tane faktöre sahip olduğunu düşünerek bunları da $e_{h1}, e_{h2}, \dots, e_{h n_h}$ şeklinde gösterelim. Bu durumda bir bileşendeki faktörlerin sistemdeki diğer faktörlerin üzerindeki etkisi ikili karşılaştırmalardan elde edilen öncelik vektörlerinin süpermatris yapısına yerleştirilmesi ile ifade edilebilir. Aşağıdaki şekilde genel bir süpermatris yapısı gösterilmektedir (Saaty, 1999a: 3):

Şekil 10: Basit Bir Süpermatris Yapısı

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{matrix} e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1n_1} \\ e_{21} & e_{22} & \dots & e_{2n_2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_{N1} & e_{N2} & \dots & e_{Nn_n} \end{matrix} \end{matrix} \left[\begin{array}{cccc} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1N} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{N1} & W_{N2} & \dots & W_{NN} \end{array} \right]$$

Kaynak: Saaty, 1999: 3

ANP’de üç çeşit süpermatris yapısından söz edilmektedir. Bunlar ağırlıklandırılmamış ya da başlangıç süpermatris, ağırlıklandırılmış süpermatris ve limit süpermatristir.

Ağırlıklandırılmamış ya da başlangıç süpermatris farklı ikili karşılaştırmalardan elde edilen öncelik değerlerinin süpermatrise yerleştirilmesi ile elde edilmektedir. Faktörlerin ikili karşılaştırmaları yapıldıktan sonra ağ yapısındaki ilişkili kümelerin de birbirleriyle karşılaştırılarak göreceli öncelik değerleri bulunmaktadır (Saaty, 2008c: 158). Kümelerin öncelik değerleri ile başlangıç süpermatristeki ilgili kısımların, yani süpermatristeki bütün elemanların ilgili olduğu bileşenlerin özvektör değeri ile çarpılması sonucunda ağırlıklandırılmış süpermatris yapısı oluşturulur. Çarpım sonucunda ağırlıklandırılmış süpermatrisin sütun toplamaları doğal olarak 1'e eşit olmuş olur ve stokastik bir matris halini alır (Saaty, 1999a: 3). Stokastik matrislerin yakınsama özelliği vardır. Yani stokastik matrislerin kuvvetleri alındıkça aynı satırı oluşturan değerler birbirlerine yaklaşmakta ve limit bir değerde birleşmektedirler (Göze, 2008: 75). Son olarak ise, aşağıdaki eşitlikte gösterildiği gibi, faktörlerin birbirleri üzerindeki uzun dönemli etkilerini elde etmek amacıyla ağırlıklandırılmış süpermatrisin $(2k+1)$ sayıda üssü alınır. Burada k rastgele seçilmiş büyük bir sayıdır (Bottero vd., 2007: 9).

$$\lim_{k \rightarrow \infty} W^k \quad (2.11)$$

Ağırlıklandırılmış süpermatrisin çok sayıda üssünün alınması ile elde edilen matris limit süpermatris olarak adlandırılmaktadır.

2.5.4. Global Öncelik Değerlerinin Elde Edilmesi

Limit süpermatris ile alternatiflere veya karşılaştırılan faktörlere ilişkin ağırlıklar belirlenmiş olur. Limit süpermatrisin belli bir satırındaki değerler o satırdaki faktörün global öncelik değerini vermektedir. Seçim probleminde en yüksek ağırlığa sahip olan alternatif en iyi alternatif, ağırlıklandırma probleminde ise en yüksek ağırlığa sahip olan faktör karar sürecini etkileyen en önemli faktördür (Dağdeviren vd., 2006: 249).

2.6. ANALİTİK AĞ SÜRECİ YÖNTEMİNİN İŞLETMECİLİK ALANINDAKİ UYGULAMALARINA İLİŞKİN LİTERATÜR TARAMASI

ANP yöntemi her alanda uygulanabilir özellikte olması ve uygulama kolaylığından dolayı birçok alanda yaygın kullanıma sahiptir. ANP, işletme yönetiminden eğitime, sağlık ve tıp alanından çevre yönetimine, kamu yönetiminden sosyal konulara kadar değerlendirme, seçim, tahmin ve sıralama problemlerinde sıkça kullanılan bir yöntemdir (Singh vd., 2012: 1).

Ancak çalışmanın bu bölümünde sadece işletme sorunlarının çözümüne yönelik olarak gerçekleştirilen ANP uygulamalarına yer verilecektir.

- Cheng ve Li (2005: 459-466), yaptıkları çalışmada inşaat sektöründe proje seçimi için ANP yöntemini kullanmışlardır. 6 ana kriter ve 19 alt kriteri dikkate alarak 6 proje içerisinden en iyi projeyi belirlemeye çalışmışlardır.

- Liu ve Hsiao (2006: 216-225), ANP yöntemini ürün tasarımında kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmada, müşteri isteklerini ve bütçe kısıtlarını dikkate alarak hedef programlama yaklaşımı ile bütünlük bir model önermişler ve modeli kahve makinesi tasarımında uygulamışlardır.

- Cheng ve Li (2006: 827-835), yaptıkları çalışmada ANP yöntemini inşaat sektöründe iş performansını değerlendirmek için kullanmışlardır. İş performansını değerlendirmede yetenek, deneyim, etkinlik, sorumluluk, işbirliği vb. olmak üzere toplamda 16 adet kriter ele almışlardır.

- Dikmen vd. (2007: 786-792), yaptıkları çalışmada ANP yöntemini proje değerlendirme ve seçim için kullanmışlardır. Türkiye’deki 4 büyük otoyol projesini 6 tane kriter ve 20 tane alt kriter dikkate alarak değerlendirmişlerdir.

- Wei ve Chang (2008: 15-44), ANP yöntemini yeni ürün geliştirmede uygun ürün tasarımı için kullanmışlardır. ANP ile 0-1 hedef programlama yöntemlerini bütünlük bir şekilde optimal ürün tasarımını belirlemişlerdir. ANP ile ürün tasarımı alternatiflerini ağırlıklandırmışlar daha sonra 0-1 hedef programlama yardımıyla MP3 tasarımı için optimal çözüme ulaşmak üzere birden fazla amacı ele alan matematiksel bir model geliştirmişlerdir.

- Neira vd. (2009: 1-8), ANP yöntemini pazar payı tahmininde uygulamışlardır. Yaptıkları çalışmada, Kolombiya’daki bebek bezi pazarına hakim 4 işletmeyi

değerlendirmişlerdir. 4 küme ve 17 faktöre göre işletmeleri değerlendirerek pazar paylarını tahmin etmeye çalışmışlardır.

- Kim vd. (2009: 411-416), ANP yöntemini yönetim bilgi sistemi seçiminde uygulamışlardır. Bulanık mantık ve 0-1 hedef programlama ile ANP yöntemini birarada kullanarak, 5 adet küme ve 18 adet faktörü dikkate almış ve 6 tane yönetim bilgi sistemi içerisinde en iyisini belirlemeye çalışmışlardır.

- Kasirian ve Yusuff (2009: 76-84), ANP yöntemini tedarikçi seçiminde dikkate alınması gereken en önemli kriterleri belirlemek için kullanmışlardır. Malezya’da üç otomobil üreticisi şirketten 16 tane karar vericinin katıldığı çalışmada, tedarikçi seçimi için en önemli 6 ana kriter ve 22 alt kriter önerilmiştir.

- Moeinzadeh ve Hajfathaliha (2009: 519-535), yaptıkları çalışmada tedarik zinciri risk değerlendirmesinde ANP yöntemini kullanmışlardır. Bulanık mantık ve bulanık VIKOR yöntemlerini bütünsel bir şekilde uygulayarak tedarik zinciri risklerini değerlendirmeye yönelik bir model ortaya koymuşlardır.

- Hemmati ve Rabbani (2010: 801-813), bir üretim sisteminde farklı ürünler için uygun bir ürün dağıtım stratejisi belirlemek için ANP yöntemini kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmada, “stoğa üret”, “siparişe göre üret” ve “her ikisini de uygula” olmak üzere üç stratejiyi değerlendirmişlerdir. Bu stratejileri değerlendirirken, pazar, ürün, süreç ve tedarikçi ile ilgili olmak üzere 4 bileşen ve 12 adet faktör belirlemişlerdir.

- Razmi ve Rafiei (2010: 1195-1208), yaptıkları çalışmada tedarikçi seçimine yönelik olarak ANP ve karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama yöntemlerini entegre bir şekilde uygulamışlardır.

- Valmohammadi (2010: 5205-5213), ANP yöntemini işletme stratejisi seçiminde kullanmıştır. Bir süt üretim firmasında, delphi metodunu da kullanarak ve dağıtım kanalı, marka sadakati, yetenekli insan kaynakları, müşteri ilişkileri vb. gibi faktörleri dikkate alarak sürdürülebilir rekabet avantajı kazanmada en uygun stratejiyi seçmişlerdir.

- Aksakal ve Dağdeviren (2010: 905-913), yaptıkları çalışmada ANP yöntemini personel seçiminde uygulamışlardır. DEMATEL yöntemi ile entegre bir model geliştirerek modeli bir fabrika için endüstri mühendisi alım kararında uygulamış ve 4 aday içerisinde en iyi adayı belirlemeye çalışmışlardır.

- Yazgan (2011: 651-667), yaptığı çalışmada esnek üretim sistemlerinin verimliliğini etkileyen sevkiyat kurallarına bağlı çizelgeleme politikasına yönelik olarak ANP yaklaşımını kullanmıştır. En iyi sevkiyat kuralı seçimi için BOCR metodu ile entegre bir şekilde 3 ana kriter ve toplam 46 tane alt kriter belirlemiştir. Fayda, fırsat, maliyet ve riske göre ağ yapılarını oluşturarak toplam 10 adet alternatifi değerlendirmiştir.

- Tajadod vd. (2011: 179-183), yaptıkları çalışmada bir imalat işletmesinde bakım stratejisi seçiminde ANP yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada bulanık mantık ve veri zarflama analizi ile entegre bir model önerilmiştir. Bulanık ANP ile kriter ve alt kriterler ağırlıklandırılmış, bulanık veri zarflama analizi ile de stratejiler sıralanmıştır.

- Monavvarian vd. (2011: 538-546), bilgi yönetimi stratejisi seçiminde ANP yöntemini kullanmıştır. TOPSIS yöntemi ile entegre bir şekilde lastik üreten bir işletme için en iyi bilgi yönetimi stratejisini belirlemeye yönelik bir model ortaya koymuşlardır.

- Görener (2011: 97-110), ANP yöntemini VIKOR yöntemi ile entegre bir şekilde ERP yazılım seçim probleminde uygulamıştır. 5 ana kriter ve 26 alt kriter belirleyerek ANP ile kriterleri ağırlıklandırmış ve daha sonra belirlediği 4 tane yazılımı VIKOR yöntemi ile değerlendirmiştir.

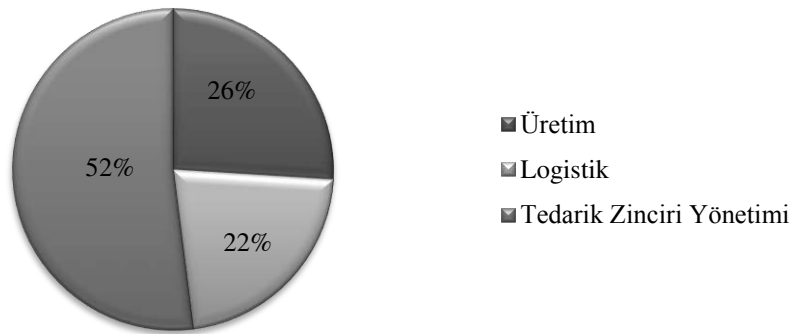
- Thangamani (2012: 560-565), ANP yöntemini teknoloji seçiminde kullanmıştır. Yaptığı çalışmada, bir tekstil işletmesinde giysi kurutma için en iyi teknoloji seçimine yönelik olarak bir model geliştirmiştir.

Bu çalışmalara ek olarak Saaty (1999a: 1-14, 2008c: 122-196) pazar payı tahmininde, Michnik (2008: 139-150) ve Kang vd. (2012: 1-17) yeni ürün hattı geliştirmede teknoloji değerlendirme sürecinde, Meade ve Presley (2002: 59-66) Ar-Ge projelerinin seçiminde, Mohaghar vd. (2012: 66-75), Ar-Ge projelerinin seçiminde bulanık mantık ve TOPSIS yöntemleri ile birlikte, Jajimoggala vd. (2011: 543-551) bulanık mantık ve TOPSIS yöntemleri ile birlikte tedarikçi değerlendirmede, Wieszata vd. (2011: 261-286) ERP yazılım seçiminde, Nakagawa ve Sekitani (2004: 783-800), Pramod ve Banwet (2010: 281-293), Palanisamy vd. (2011: 808-814) ve Sadeghi vd. (2012: 621-643) tedarikçi seçiminde, Jharkharia ve Shankar (2007: 274-289) ve Chen ve Wu (2011: 24-36) lojistik servis sağlayıcısı

seçiminde, Dağdeviren vd. (2005: 517-525) alışanların toplam iş yükü seviyelerinin belirlenmesinde, Dağdeviren ve Yüksel (2007: 99-118) personel seçiminde, Milani vd. (2013: 622-632) malzeme seçiminde, nt vd. (2008: 367-379) yer seçiminde ve zdağoğlu (2008: 421-437) bulanık mantık ile işletme için yer seçiminde ANP yöntemini uygulamışlardır.

Singh vd. (2012: 1-14), ANP uygulama alanlarına ilişkin olarak 1996-2012 dönemini kapsayan 255 çalışmayı inceleyerek ayrıntılı bir çalışma yapmışlar ve bu çalışmayı 2012 yılında Fransa’da yapılan Uluslararası Lojistik İşlemler Yönetimi Konferansı’nda sunmuşlardır. Bu alışmada ANP yönteminin yapılan çalışmaların %42’sini oluşturduğu İşlemler Yönetimi alanında en fazla uygulanan yöntem olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca şekil 11’de de grldğu gibi İşlemler Yönetimi alanında en fazla Tedarik Zinciri Yönetimi konularında uygulamaların olduğunu belirtmişlerdir.

şekil 11: ANP ile İşlemler Yönetimi Alanında Yapılan alışmaların Dağılımı



Kaynak: Singh vd., 2012: 9

Singh vd. (2012: 1-14), aynı çalışmada ANP ile entegre bir şekilde uygulanan metotları incelemişler ve ANP’nin, %27 oranında, en fazla bulanık mantık ile birlikte uygulandığını ortaya koymuşlardır.

Bu bölümde AHP ve ANP ile ilgili temel kavramlara ve uygulama adımlarına ayrıntılı bir şekilde değinilmiş olup, bir sonraki bölümde ELECTRE yöntemi ele alınacaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ELECTRE YÖNTEMİ

3.1. ELECTRE TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité) yöntemi ilk kez 1966 yılında Benayoun tarafından ortaya atılmış bir çok kriterli karar verme yöntemidir. Daha sonra Roy (1971), Nijkamp ve Van Delft (1977) ve Voogd (1983) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem, alternatiflerin tercih sıralamasına göre birbirleriyle kıyaslanarak seçim yapılması temeline oturtulmuştur (Kuru, 2011: 39). Somut farklı karar problemleri ile karşılaşıldığında “üst-derecelendirme ilişkisi” kavramı ortaya çıkmış ve bu kavram ortaya atıldıktan sonra bununla ilgili sayısız uygulama geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin en önemlilerinden biri de ELECTRE yöntemidir (Roy, 1991: 49).

ELECTRE metodu, birçok alanda karar vericilerin tercihlerini yansıtan en çok kullanılan üst derecelendirme yöntemlerinden birisidir. ELECTRE yönteminde, alternatiflerin üst derecelendirme ilişkisine göre karşılaştırılmaları mümkündür ve bu üst derecelendirme ilişkileri alternatifler arasındaki baskınlığı simgelemektedir (Pang vd., 2011: 895). Üst derecelendirme ilişkisi şu şekilde tanımlanabilir: Her hangi iki çok nitelikli alternatif $x, y \in X$ için, tüm niteliklerde karar vericinin tercih yapısına göre, “ x ’in en azından y kadar tercih edilir” olduğunu destekleyecek yeterli derecede güçlü göstergelerin/argümanların varlığı ve bu iddiayı çürütecek akla uygun bir nedenin yokluğu durumunda, “ x, y ’nin üst-derecesidir” denilir ve bu ifade $x S y$ olarak gösterilir (Roy, 1990’dan aktaran Çınar, 2004: 125).

ELECTRE metodunun temeli; her bir kriter için ayrı ayrı olmak üzere alternatiflerin aralarındaki ikili karşılaştırmaları kullanmaktır. İki alternatifin (A_i ve A_j) tercih edilebilirliğinin üstünlük ilişkisi $A_i \longrightarrow A_j$ şeklinde gösterilir ve eğer i . alternatif j . alternatife niceliksel baskınlık kuramazsa karar verici, A_i ’nin A_j ’ye göre daha iyi olduğu riskini almalıdır. Bir alternatif bir ya da daha fazla kritere göre değerlendirildiğinde diğerlerinden daha iyiye ve kalan kriterlere göre de hesaplandığında diğerlerine eşitse, diğer alternatiflere baskındır. ELECTRE metodu her bir kriter için alternatiflerin ikili karşılaştırmaları ile başlamaktadır. Fiziksel veya

parasal değerlerin kullanılması A_i alternatifi için $g_i(A_i)$, A_k alternatifi için $g_i(A_k)$ şeklinde gösterilir ve $g_i(A_i) - g_i(A_k)$ farkı için eşik değerlerinin ortaya çıkarılması ile karar verici alternatifler arasında düşündüğünde kayıtsız kaldığını ya da birinin diğeri için zayıf veya tam bir tercihe sahip olduğunu ya da bu tercih ilişkilerinden hiçbirine sahip olmadığını açıklamaktadır (Triantaphyllou, 2000: 13).

ELECTRE yöntemlerinin temelinde, seçeneklerin birbirleri ile karşılaştırılması ve üstün olan seçeneğin tercih edilmesi vardır. Yani seçenekler birbirleri ile kıyaslanarak üstün olan seçenek belirlenmektedir. Yapılan bu kıyaslama işlemine sıralama denir. Sıralama işlemi “S” ile sembolize edilir ve grafik gösterimi de $\longrightarrow$ ile yapılır. Sıralaması yapılan iki seçeneğin yani bir ikilinin $(a_i S a_k)$ veya $(a_i \longrightarrow a_k)$ şeklinde gösterilmesi; a_i seçeneğinin a_k seçeneğine tercih edildiği anlamına gelmektedir. Seçeneklerin tamamı birbirleri ile karşılaştırılmalıdır. Çünkü bu yöntemde $(a_i \longrightarrow a_k)$ ve $(a_k \longrightarrow a_j)$ ise $(a_i \longrightarrow a_j)$ olacak şeklinde bir genelleme yapılamaz. Yapılan karşılaştırma sonucunda $(a_j \longrightarrow a_i)$ sıralaması da oluşabilir (Yürekli, 2008: 41).

ELECTRE yönteminin esası, alternatifler arasında baskınlık ilişkisi kurulmasına dayanır. Yöntemin temelini üstünlük ilişkisi ve kernel (çekirdek) oluşturur. ELECTRE yönteminde alternatifler arasındaki baskınlığı ölçebilmek için uyum ve uyumsuzluk indekslerinden faydalanılmaktadır. Bu indeksler, hangi alternatifi daha baskın olduğunu gösteren sayısal değerlerdir. Uyum ve uyumsuzluk indeksleri sayesinde bir alternatifi diğeri ne derecede tercih edilebileceği anlaşılmaktadır.

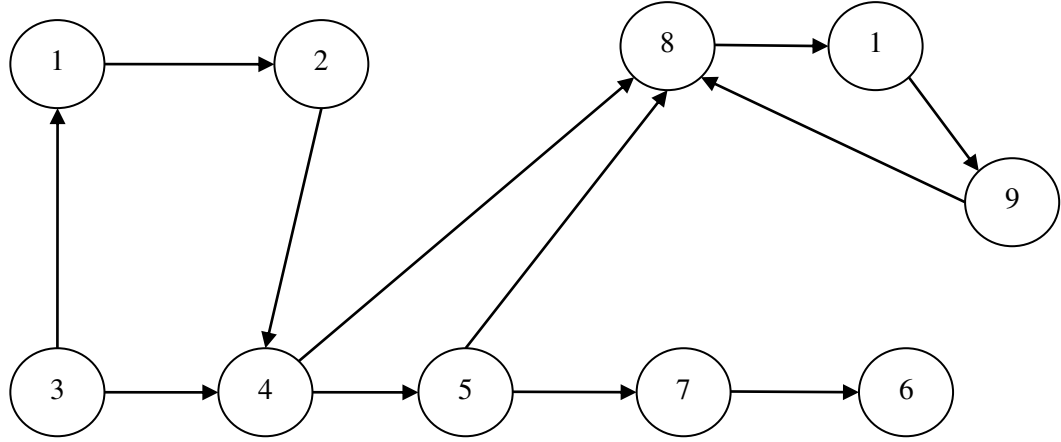
Aşağıda yedi tane alternatifi karşılaştırıldığı bir örnek verilmiştir. Karşılaştırmalar aşağıdaki gibidir:

$$(a_1 \longrightarrow a_2) \quad , \quad (a_2 \longrightarrow a_4) \quad , \quad (a_3 \longrightarrow a_1) \quad , \quad (a_5 \longrightarrow a_7)$$

$$(a_4 \longrightarrow a_5) \quad , \quad (a_4 \longrightarrow a_8) \quad , \quad (a_8 \longrightarrow a_{10}) \quad , \quad (a_{10} \longrightarrow a_9)$$

$$(a_9 \longrightarrow a_8) \quad , \quad (a_3 \longrightarrow a_4) \quad , \quad (a_5 \longrightarrow a_8) \quad , \quad (a_7 \longrightarrow a_6)$$

Şekil 12: Alternatiflerin Karşılaştırmalarının Grafik Gösterimi



Yukarıda yer alan şekildeki her düğüm bir alternatifi, kullanılan oklar ise alternatiflerin birbirlerine göre baskınlıklarını gösterir. Okun başlangıcı olan alternatif, okun işaret ettiği alternatife baskın veya ona tercih edilmiş anlamına gelmektedir. Alternatiflerin ikili karşılaştırmaları neticesinde, karşılaştırıldıkları tüm alternatiflere üstün olan alternatiflerin oluşturduğu kümeye çekirdek küme adı verilmektedir.

3.2. ELECTRE YÖNTEMİNİN ÇEŞİTLERİ

ELECTRE yönteminin kökeni, 1965 yılında şu an hala faaliyette olan Avrupa danışmanlık firması SEMA'daki mühendislerin firmanın yeni faaliyetlerinin gelişimi ile ilgili çalışmalarına dayanmaktadır. Bu çalışmaların neticesinde MARSAN (Methode d'Analyse, de Recherche, et de Selection d'Activites Nouvelles) adı verilen çok kriterli karar verme metodu ortaya atılmıştır. Analistler, yeni faaliyetleri belirlemede, toplam ağırlık prensibine dayanan MARSAN metodunu kullanmışlardır. SEMA'daki mühendisler bu metodu uygularken bazı ciddi eksiklikleri farketmişlerdir. Bu eksikliklerin üstesinden gelebilmek için Bernard Roy tarafından ELECTRE yöntemi geliştirilmiştir. Herhangi bir alternatif kümesinden en iyi alternatifi belirlemek için kullanılan ELECTRE metodu 1965 yılında ortaya atılmış ve ELECTRE I adını almıştır. Ayrıca aynı yıl yeni bir çok kriterli karar verme metodu olarak ilk kez bir konferansta sunulmuştur (Figueira vd., 2004: 134).

Daha sonra karar probleminin yapısına, dikkate alınan kriterlerin anlamlılık derecesine ve tercih bilgilerine göre çeşitli ELECTRE metotları geliştirilmiştir (Tzeng ve Huang, 2011: 81). Yapılan çalışmalar sonucunda ELECTRE I, II, III, IV, IS, TRI olmak üzere 6 çeşit ELECTRE yöntemi geliştirilmiştir. Geliştirilen ELECTRE yöntemleri ile ilgili genel bilgiler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 4: ELECTRE Yöntemleri

	ELECTRE Yöntemi	Yöntemi Geliştirenler	Tarih
1	ELECTRE I	Bernard Roy	1968
2	ELECTRE II	Bernard Roy, P. Bertier	1971
3	ELECTRE III	Bernard Roy	1978
4	ELECTRE IV	B. Roy, J.C. Hugonnard	1982
5	ELECTRE IS	B. Roy, J.M. Skalka	1985
6	ELECTRE TRI	B. Roy, D. Bouyssou, W. Yu	1991-1992

Kaynak: Yürekli, 2008: 40

ELECTRE yöntemlerinin temel özellikleri aşağıda ele alınacaktır (Figueira vd., 2004: 134-137; Kuru, 2011: 39-49; Tzeng ve Huang, 2011: 81-93; Yürekli, 2008: 44-70) :

ELECTRE I modeli ilk olarak 1968 yılında Roy tarafından gerçek kriterlerin ve kısıtlanmış sıralama ilişkileri verilen durumların çekirdek (kernel) çözümünü bulmak için geliştirilmiştir. Yöntemin temelini, modeli oluşturan seçenekler arasında ikili karşılaştırmalar yaparak en iyi seçeneği belirlemek oluşturmaktadır. Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu seçeneklerin oluşturduğu A kümesinden bir N alt kümesi elde edilir. N kümesi elemanı olan seçenekler net olarak çözümü vermese de, bu kümeye giremeyen diğer seçeneklere üstünlük sağlamış olurlar. Yani, ELECTRE I metodu çekirdek grubu ortaya çıkarır.

ELECTRE I'den sonra ELECTRE II geliştirilmiştir. Altmışlı yılların sonlarına doğru medya planlamada yayınların sıralanması için en iyi ve en kötü sıralama eylemleri sorununa bir çözüm olarak ELECTRE II ortaya atılmıştır. Yöntem ve işleyiş olarak ELECTRE I'e benzemekte, çözüm sürecinde benzer hesaplamalar yapılmaktadır. ELECTRE II'nin farkı ise modelde en iyi seçeneği veya seçenekler

kümesi N 'i bulduktan sonra çözümü bitirmemesi ve tüm seçenekleri iyiden kötüye doğru sıralamasıdır. ELECTRE II yönteminde seçenekler ikili olarak karşılaştırılarak bir seçenek diğerine göre “kuvvetli” veya “zayıf” bir şekilde tercih edilebilmektedir.

ELECTRE III yöntemi 1978 yılında Bernard Roy tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem seçenekler arasından en iyiyi seçerken diğer seçeneklerin de iyiden kötüye doğru sıralamasını yapar. ELECTRE II yöntemi de en iyi seçeneği belirlemekte ve diğer seçeneklerin sıralamasını yapmaktadır. ELECTRE II bu işlemi yaparken seçeneklerin kriter skorları arasındaki farkları kullanmaktadır. ELECTRE III yönteminde ise herhangi iki seçeneğin bir kriterdeki skorları arasındaki farkın büyük ya da küçük olması daha detaylı olarak incelenmektedir. ELECTRE III metodu, eşik fonksiyonunu belirleme, uyum ve uyumsuzluk indekslerini ortaya çıkarma, güvenilirlik derecesini doğrulama ve alternatiflerin sıralaması gibi süreçleri kapsamaktadır. ELECTRE III metodu, bulanık koşullarda ele alınan çok kriterli karar verme problemlerinde bulanık kümeler kavramını bütünleştirmesine rağmen hesaplanması çok karışıktır. Ayrıca alternatiflerin ağırlıklarının da hesaplanması gerekir. Bu eksikliklerinden dolayı kullanım alanı oldukça kısıtlıdır.

ELECTRE III'ün işlem adımlarını basitleştirmek için ELECTRE IV metodu geliştirilmiştir. ELECTRE IV yöntemi, Paris metro ağı ile ilgili gerçek bir problemin çözümünde uygulanmıştır. ELECTRE IV yönteminin önceki ELECTRE yöntemlerinden farkı ise kriter ağırlıklarını kullanmamasıdır. Yöntem, hiçbir tercih yapısının kriterlerin daha az veya daha çok önemi üzerine dayandırılmayacağını kabul ederek ağırlıkların kullanımının önüne geçmektedir. Bu nedenle hiçbir kriter karar verme işlemi üzerinde baskınlık kuramamaktadır.

ELECTRE IS tekniği 1985 yılında Roy ve Skalka tarafından geliştirilmiştir. Bu teknik ELECTRE I yöntemine benzemektedir. Çözüm sonucunda sadece en iyi seçeneklerin oluşturduğu çekirdek bulunmakta ve seçenekler arasında iyiden kötüye doğru sıralama yapmamaktadır.

ELECTRE TRI yöntemi ise, yetmişli yılların sonunda bankacılıkta, firmaların talep ettikleri kredileri değerlendirme problemi karşısında karar ağacına dayalı bir yaklaşım olarak geliştirilmiştir.

ELECTRE yöntemleri ile seçim, sıralama ve atama problemlerine çözüm bulunabilmektedir. ELECTRE I ve ELECTRE IS seçim problemlerinde, ELECTRE

II, III, IV yöntemleri sıralama problemlerinde, ELECTRE TRI ise atama problemlerinde kullanılmaktadır (Yürekli, 2008: 41).

3.3. ELECTRE’NİN DİĞER YÖNTEMLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

ELECTRE yöntemi diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında, birtakım üstün ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda AHP, TOPSIS ve ELECTRE yöntemlerinin güçlü ve zayıf yönleri gösterilmektedir.

Tablo 5: Yöntemlerin Güçlü ve Zayıf Yönleri

Yöntem	Güçlü Tarafı	Zayıf Tarafı
AHP	- Yargılar kolaylıkla ortaya çıkarılabilmekte ve problemin biçimsel yapısı net bir şekilde oluşturulmaktadır. - İkili karşılaştırmalar sayesinde çok fazla sayıda ayrıntılı girdiler kullanılmaktadır. - Birçok hakemli dergilerin özel sayıları AHP ve karar vermede ikili karşılaştırmaların kullanımına ayrılmıştır. - Ekonomi, sosyal, politika vb. gibi geniş bir alanda uygulanan ve kabul edilen bir yöntemdir. - Tutarlılık oranının kullanımı, tekrar değerlendirilmesi gereken yargıların belirlenmesini sağlamaktadır.	- Zorlu karar verme problemlerinde karar vericiden ziyade standart atamalar problemde yer alır. - Seçenekler ve nitelikler arasında net bir ayrım yapmadaki başarısızlık, algılanan problemin net bir şekilde ortaya konmasını zorlaştırır. - Önerilen seçeneğin benzerliği, analizin iyi olmayan bir seçenek içerip içermemesine bağlı olabilir. - Karar vericinin çok sayıda ikili karşılaştırma yapması gerekmektedir.
TOPSIS	- Karar verici tarafından kabul edilen referans noktası olarak pozitif ideal ve negatif ideal çözümleri seçmeyi gerektirir. - Karar vericinin amacı sadece karı mümkün olduğunca arttırmak değil, aynı zamanda riski olabildiğince azaltmaktır.	Aynı soruna farklı cevaplar verildiği durumlarda, alternatifler arasındaki uzaklığı ölçmede Öklid uzaklığı yerine farklı yöntemler kullanılmaktadır.

ELECTRE	• Birçok pratik problemde, özellikle Fransız toplumlarda geniş kullanım ve uygulama alanına sahiptir. • Karar verici memnuniyeti göz önüne alındığında, yöntem gerçekten başarılıdır. • Problem çözümüne kalitatif ve kantitatif verileri birlikte dahil edebilmektedir. • Yüksek düzeyde zaman ve insan gücü kaynağı gerektiren ayrıntılı veri gereksinimine ihtiyaç yoktur. • Alternatifleri birbirleri ile karşılaştırarak, alternatifler arasında ikili tercih edilebilirliğinin üstünlük ilişkisini incelemektedir.	• Otomatik ve interaktif bir şekilde metodun sağlamlığını ve duyarlılığını araştırmak mümkün değildir. • C ve D eşik değerlerinin nihai sonuç üzerinde anlamlı bir etkisi olmasına rağmen, operasyonel ve psikolojik anlamlardan yoksundur. • Sistem tamamlanmak zorunda olmadığından, bazen pek çok tercih edilmiş alternatifi belirlemede yetersiz kalmaktadır. • Yöntem puan veya ağırlık elde etmediğinden sayılar tartışmasız bir şekilde karışık bir algoritmaya girdi olarak kabul edilir. • Alternatiflerin performans değerlerini hesaplamaz. Alternatifleri birbirleriyle karşılaştırır.
----------------	--	--

Kaynak: Kabli, 2009: 183-185; Özkan, 2007: 119

Daha öncede belirtildiği gibi ELECTRE yönteminin temeli, alternatifler arasındaki baskınlık ilişkisine dayanmaktadır. Baskınlık ilişkisinin belirlenebilmesi için uyum ve uyumsuzluk göstergelerinden faydalanır. Bu anlamda diğer yöntemlerden en önemli farkı, alternatiflerin birbirlerine karşı baskınlık derecesini bulmasıdır. Diğer yöntemlerde karar problemindeki tüm alternatiflerin belirli puanları bulunarak en yüksek puana sahip alternatif seçilir. ELECTRE yönteminde ise, alternatiflerin puanları bulunmaz, alternatifler karşılaştırılarak her bir alternatife baskın olan alternatif en iyi alternatif olarak tercih edilir.

ELECTRE yönteminin temel özellikleri, çeşitleri, üstün ve zayıf yönleri ele alındıktan sonra yöntemin uygulama adımları açıklanacaktır.

3.4. ELECTRE UYGULAMA ADIMLARI

ELECTRE yönteminin uygulama adımlarını genel olarak aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Pang vd., 2011: 894-900) :

- 1- Karar matrisinin normalizasyonu ve ağırlıklı karar matrisinin oluşturulması
- 2- Uyum ve uyumsuzluk kümelerinin belirlenmesi
- 3- Uyum ve uyumsuzluk indekslerinin hesaplanması
- 4- Net uyum ve uyumsuzluk indekslerinin hesaplanması
- 5- Alternatiflerin net uyum ve uyumsuzluk indekslerine göre sıralanması

Yukarıdaki uygulama adımları dikkate alınarak aşağıda yöntemin işleyişi ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır (Çağl, 2011: 71-74; Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2010: 28-31; Rouyendegh ve Erol, 2012: 4; Tzeng ve Huang, 2011: 81) :

Adım 1 – Karar Matrisinin Oluşturulması :

Bu yöntemin ilk adımında karar matrisi oluşturulmaktadır. Karar matrisinin satırında üstünlükleri sıralanmak istenen alternatifler, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak kriterler yer alır. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir ve aşağıdaki şekilde gösterilir :

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

m = alternatif sayısını,

n = kriter sayısını,

a_{ij} = m . alternatifin n . kriter açısından değerlendirme puanını simgelemektedir.

Adım 2 – Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması :

İlk aşamada A karar matrisi oluşturulduktan sonra aşağıdaki formül yardımıyla X_{ij} normalize (standart) karar matrisi oluşturulmalıdır. Maliyet ve fayda

kriterleri için aşağıda verilen farklı normalizasyon formülleri kullanılır. Fayda kriterleri için;

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad i = 1, 2, K, \dots, m \quad , \quad j = 1, 2, K, \dots, n \quad (3.1)$$

ve maliyet kriterleri için;

$$x_{ij} = \frac{1/a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m \left(\frac{1}{a_{kj}}\right)^2}} \quad i = 1, 2, K, \dots, m \quad , \quad j = 1, 2, K, \dots, n \quad (3.2)$$

eşitlikleri kullanılarak hesaplamalar yapılır. Hesaplamalar sonucunda X_{ij} matrisi aşağıdaki gibi elde edilir :

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 3 – Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması :

Değerlendirme faktörlerinin karar verici açısından önemleri farklı olabilir. Bu önem farklılıklarını ELECTRE çözümüne yansıtabilmek için Y matrisi hesaplanır. Karar verici öncelikle değerlendirme faktörlerinin ağırlıklarını (W_i) belirlemelidir. Daha sonra normalize edilmiş X matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili W_i değeri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi Y oluşturulur. Y matrisi şu şekilde ifade edilir :

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 x_{11} & w_2 x_{12} & \dots & w_n x_{1n} \\ w_1 x_{21} & w_2 x_{22} & \dots & w_n x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ w_1 x_{m1} & w_2 x_{m2} & \dots & w_n x_{mn} \end{bmatrix} , \quad V_{ij} = W_j X_{ij} \quad , \quad \sum_{i=1}^n W_j = 1 \quad (3.3)$$

Burada, W_j, j 'inci kriterin ağırlığıdır.

Adım 4 – Uyum ve Uyumsuzluk Kümelerinin Belirlenmesi :

Uyum ve uyumsuzluk kümelerinin belirlenebilmesi için Y matrisinden yararlanılır. Karar noktaları birbirleriyle değerlendirme faktörleri açısından kıyaslanır. Her ikili alternatif kıyaslaması için kriterler iki ayrı kümeye ayrılır. A_p ve A_q ($1, 2, \dots, m$ ve $p \neq q$) uyum kümesinde A_p alternatifi A_q 'ye tercih edilir.

$$C(p, q) = \{j | V_{pj} \geq V_{qj}\} \quad (3.4)$$

A_p alternatifi A_q 'dan daha kötü bir alternatif ise “uyumsuzluk kümesi” oluşturulur.

$$D(p, q) = \{j | V_{pj} \leq V_{qj}\} \quad (3.5)$$

ELECTRE yönteminde her uyum kümesine, bir uyumsuzluk kümesi karşılık gelmektedir. Diğer bir deyişle uyum kümesi sayısı kadar uyumsuzluk kümesi sayısı vardır.

Adım 5 – Uyum ve Uyumsuzluk İndekslerinin Hesaplanması :

ELECTRE yönteminde objelerin ilişkisini ölçmek için kullanılan uyum ve uyumsuzluk endeksleri olarak adlandırılan iki endeks vardır. Uyum endeksi, $C(a, b)$ a 'nın en az b kadar iyi olup olmadığını ölçmektedir. Diğer taraftan, uyumsuzluk endeksi $D(a, b)$ b 'nin kesinlikle a 'ya göre tercih derecesini belirlemektedir. Uyum matrisinin (C) oluşturulması için uyum kümelerinden yararlanılır. C matrisinin elemanları aşağıdaki formülde gösterilen ilişki yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$C_{pq} = \sum_{j^*} W_{j^*} \quad (3.6)$$

Burada C_{pq} uyum endeksi, ikili karşılaştırmanın sonucundan ne kadar emin olduğunu gösterir. j^* uyum kümesi $C(p, q)$ 'de yer alan faktörlerdir. Örneğin;

$C_{12} = \{1,4\}$ ise C matrisinin C_{12} elemanının değeri $C_{12} = W_1 + W_4$ olacaktır. C matrisi şu şekilde ifade edilir:

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1m} \\ c_{21} & - & c_{23} & \dots & c_{2m} \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & \dots & . \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \dots & - \end{bmatrix}$$

Uyumsuzluk kümesinden yararlanılarak da uyumsuzluk matrisi (D) oluşturulur. Uyumsuzluk matrisinin elemanları ise aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır:

$$D_{pq} = \frac{\left(\sum_{j=0} \left| v_{pj^0} - v_{qj^0} \right| \right)}{\left(\sum_j \left| v_{pj} - v_{qj} \right| \right)} \quad (3.7)$$

Burada j^0 , uyumsuzluk kümesi $D(p,q)$ 'de yer alan faktörlerdir. D matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & - & d_{23} & \dots & d_{2m} \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & \dots & . \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & . & - \end{bmatrix}$$

Adım 6 – Üstünlük Karşılaştırmasının Yapılması :

Uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplandıktan sonra bunların elemanları belirli bir şekilde denetlenerek uygun olmayan alternatifler elenmektedir. A_p alternatifinin A_q 'ya ne kadar baskın olduğu, uyum indeksi C_{pq} 'nin ne kadar büyük ve

uyumsuzluk indeksi D_{pq} 'nin ne kadar küçük olduğuyla belirlenmektedir. Bunun için önce C ve D değerlerinin ortalamaları ($\bar{C}$ ve $\bar{D}$) hesaplanmalıdır.

Eğer $C_{pq} \geq \bar{C}$ ve $D_{pq} \leq \bar{D}$ ise A_p alternatifi A_q alternatifine tercih edilir.

ELECTRE yöntemi ile seçilen alternatifler bir çekirdek (K) oluşturmaktadır. Çekirdek (K) aşağıda belirtilen iki duruma göre oluşturulur:

- 1- K 'nin içindeki bir karar noktası (alternatif), K 'nin içinde bulunan diğer bir karar noktasına (alternatife) göre daha baskın değildir.
- 2- K 'nin dışında bulunan bir karar noktası (alternatif), tercih sıralamasında K 'nin içindeki en az bir noktanın daha gerisindedir.

Adım 7 – Net Uyum ve Uyumsuzluk İndekslerinin Hesaplanması :

Çekirdeğin içinde birden fazla alternatif olması durumunda seçimin nasıl yapılacağı net uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplanarak belirlenmekte ve bu indeksler ile hangi alternatifin diğerine daha baskın olduğu bulunmaktadır.

Net uyum indeks değeri en büyük, net uyumsuzluk indeksi ise en küçük olan alternatif çözüm kümesini oluşturmaktadır. C_p 'ler büyükten küçüğe, D_p 'ler küçükten büyüğe doğru sıralanmakta ve net uyum ve uyumsuzluk indeksleri;

$$C_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{kp} \quad (3.8)$$

$$D_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{kp} \quad (3.9)$$

eşitlikleri ile hesaplanmaktadır. Daha sonra en büyük “ C ” ve en küçük “ D ” değeri seçilerek en son sıralama elde edilmektedir.

3.5. ELECTRE YÖNTEMİNİN İŞLETMECİLİK ALANINDAKİ UYGULAMALARINA İLİŞKİN LİTERATÜR TARAMASI

ELECTRE yöntemi, farklı çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde yardımcı olan uygun bir yöntemdir. Birçok alanda kolaylıkla kullanılabilir.

ELECTRE yöntemi de diğer ÇKKV yöntemleri gibi alternatif grubu arasından en uygun olanının seçilmesi için kullanılmaktadır. Bu nedenle ekonomi/yönetim problemleri, veritabanı seçimi, muhasebe ve finans, sermaye yatırımı, karar destek sistemi seçimi, üretim, pazarlama, planlama, risk analizi, tesis yeri seçimi, kaynak tahsisi, politika/strateji seçimi, ulaştırma, eğitim, çevre, sağlık, kamu sektörü, bilgi sistemleri seçimi gibi alanlarda uygulanabilmektedir (Özkan, 2007: 119-120).

Çalışmanın bu bölümünde ELECTRE yöntemlerinin işletme sorunlarının çözümüne yönelik uygulamalarına yer verilecektir.

- Goletsis vd. (2003: 135-157), enerji sektöründe proje seçim ve sıralama amacıyla çok kriterli karar verme yöntemlerinden ELECTRE III ve PROMETHEE yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada, 13 tane karar kriteri belirlenmiş ve 4 karar verici ile birlikte grup kararına yönelik olarak 20 adet proje değerlendirilmiştir.

- Milani vd. (2006: 1-19), ELECTRE yöntemini stratejik planlama amacıyla uygulamışlardır. ELECTRE I, III, IV ve IS yöntemlerini kullanarak bir organizasyondaki en iyi stratejiyi belirlemeye çalışmışlardır.

- Soner ve Önüt (2006: 110-120), ELECTRE yöntemini AHP ile birlikte tedarikçi seçimine yönelik olarak kullanmışlardır. AHP ile seçim kriterlerini ağırlıklandırmışlar, ELECTRE ile de en iyi tedarikçiyi belirlemeye çalışmışlardır.

- Savadogo ve Shanian (2006: 329-337), ELECTRE yöntemini malzeme seçiminde kullanmışlardır. Çalışmada, malzeme seçiminde ELECTRE yönteminin uygun ve etkili bir araç olduğu vurgulanmıştır.

- Gomes ve Santos (2008: 1-20), yaptıkları çalışmada ELECTRE TRI yöntemini insan kaynakları yönetiminde uygulamışlardır. Brezilya’ da telekomünikasyon sektöründe faaliyet gösteren bir firmada işgücü maliyetlerini

planlamışlar ve kaynak dağıtımını optimize etmede ELECTRE TRI yöntemini kullanmışlardır.

- Yücel ve Ulutaş (2009: 327-344), ELECTRE yöntemini Malatya’da bir kargo firması için yer seçiminde kullanmışlardır. Çalışmada, Malatya’da bulunan kargo firmalarına anket çalışması uygulanıp 6 adet karar kriteri belirlenmiş ve kargo firmasının yeni mağazası için en uygun yer belirlenmeye çalışılmıştır.

- Montazer vd. (2009: 10837-10847), yaptıkları çalışmada ELECTRE III yöntemini bulanık mantık ile birlikte uygulayarak tedarikçi seçimi için yeni bir uzman karar destek sistemi tasarımı yapmışlardır. Bu sistemi İran’da yağ sanayinde faaliyet gösteren en büyük firmada uygulamışlardır.

- Chen ve Hung (2009: 85-91), yaptıkları çalışmada ELECTRE yöntemini bulanık mantık ile portföy seçiminde uygulamışlardır. Çalışmada, yatırımcıların yatırım yapabilecekleri en karlı hisse senetleri belirlenmeye çalışılmıştır.

- Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2010: 23-41), yaptıkları çalışmada ELECTRE yöntemini bulanık AHP ile birlikte entegre bir şekilde bir işletme için bilgisayar seçiminde kullanmışlardır.

- Chatterjee vd. (2010: 483-489), ELECTRE yöntemini endüstride kullanılan robot seçiminde uygulamışlardır. 5 adet kriter belirleyip 7 tane robot alternatifini değerlendirmişlerdir.

- Giannoulis ve Ishizaka (2010: 488-497), yaptıkları çalışmada ELECTRE III yöntemini kullanarak İngiltere’deki üniversiteleri değerlendiren web tabanlı karar destek sistemi geliştirmişlerdir.

- Lu vd. (2010: 219-227), yaptıkları çalışmada ELECTRE TRI yöntemini yazılım seçimi ve değerlendirme amacıyla kullanmışlardır. 6 adet kriter belirleyerek alternatifleri değerlendirmişlerdir.

- Azadnia vd. (2011: 663-676), bulanık mantık ile ELECTRE yöntemini bir arada kullanarak otomotiv sektöründeki bir işletmede tedarikçi seçimine yönelik uygulama yapmışlardır.

- Bülbül ve Köse (2011: 71-97), yaptıkları çalışmada ELECTRE yöntemini gıda şirketlerinin finansal performanslarını değerlendirmek için kullanmışlardır. Çalışmada, Türk gıda sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin finansal performansları, finansal oranlardan yararlanarak değerlendirilmiştir.

- Pang vd. (2011: 894-900), ELECTRE I yöntemini CNC makinesi için güvenilir tasarım programı belirlemede kullanmışlardır. AHP ile güvenilir tasarım faktörlerini ağırlıklandırmışlar, ELECTRE I yöntemi ile de tasarım programlarını sıralamışlardır.

- Çağıl (2011: 59-86), bankacılık sektöründe bankaların finansal performanslarını ELECTRE yöntemi ile analiz etmiştir. Çalışmada 2006-2010 dönemi ele alınarak, 2008 küresel kriz sürecinde kamu, özel ve yabancı sermayeli bankaların finansal performansları değerlendirilmiştir.

- Ka (2011: 331-354), yaptığı çalışmada ELECTRE yöntemi ile birlikte bulanık AHP yöntemini kullanmış ve Çin’de liman için kuruluş yeri seçiminde uygulamıştır.

- Vinodh ve Girubha (2012: 651-656), ELECTRE II yöntemini sürdürülebilir üretimde kullanmışlardır. Malzeme, ürün ve süreç olmak üzere üç alternatifi değerlendirmişler ve sürdürülebilir üretim için en çok hangisine önem verilmesi gerektiğini belirlemeye çalışmışlardır.

- Rouyendegh ve Erol (2012: 1-12), bulanık mantık ile birlikte ELECTRE yöntemini en iyi proje seçimine yönelik olarak kullanmışlardır.

Bu bölümde ELECTRE yöntemi ayrıntılı bir şekilde ele alındıktan sonra, bir sonraki bölümde ANP-ELECTRE yöntemlerinin entegre bir şekilde tedarikçi seçimine yönelik olarak kullanıldığı uygulama bölümü yer almaktadır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

4.1. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Teknolojik gelişmelerin arttığı ve pazar yapısının sürekli değiştiği günümüzün küresel iş ortamında, işletmeler rekabetçi kalabilmek amacıyla müşteri isteklerini sürekli ve hızlı bir şekilde karşılamalıdır. Bu rekabet ortamında başarılı olmak isteyen işletmeler yeni iş modellerini uygulamak durumundadırlar. Müşteri memnuniyetini arttırmak amacıyla son yıllarda giderek artan uygulamalara sahip olan bu iş modellerinden biri de tedarik zinciri yönetimidir.

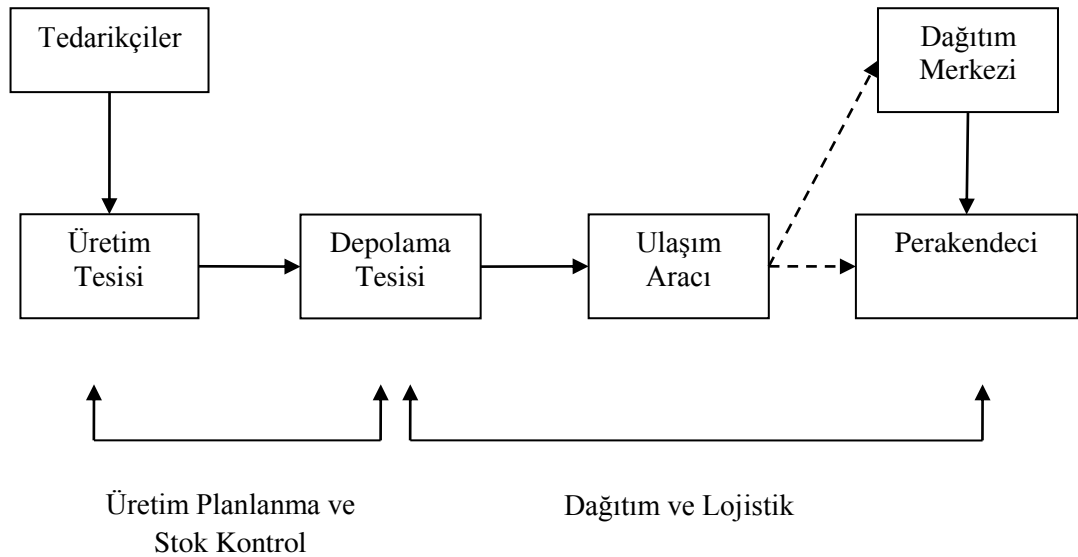
1950'lerden sonraki dönemde, çoğu üreticiler birim üretim maliyetlerini minimize etmek amacıyla, temel operasyonel strateji olarak çok az ürün ve süreç esnekliği ile, kitle üretim sistemleri üzerinde yoğunlaşmışlardı. Bu dönemde, yeni ürün geliştirme yavaş ve tamamen firma içi teknoloji ve kapasiteye bağlı idi. Darboğaz faaliyetleri, dengeli bir hat akışını devam ettirebilmek için stoklarla karşılanmakta ve bu da sonuçta yarı mamul stoklarına büyük yatırımlar yapılması sonucunu ortaya çıkarmaktaydı. Bu dönemde teknoloji ve uzmanlığın müşterilerle veya tedarikçilerle paylaşılması çok riskli ve kabul edilemez olarak görülüyordu. Aynı şekilde, işletmeler arası işbirliği ve alıcı-tedarikçi ortaklığı üzerine ilginin de çok az olduğu görülmekte idi. 1990'lardan sonra ise artık durum çok farklılaşmıştır. İşletme kararlarının tam merkezinde artık müşteri vardır ve firmalar müşterilerini tatmin edebilmek için yer aldıkları değer zinciri içindeki bütün üyelerle (tedarikçi, üretici, perakendeci vb.) işbirliği yollarını geliştirmeye çalışmaktadırlar. Bu işbirliği sürecinin adı Tedarik Zinciri Yönetimi olarak konmuştur (Özdemir, 2004: 87).

Tedarik zinciri yönetimini tanımlamadan önce tedarik zincirinin ne anlama geldiğini açıklamak gerekir. Tedarik zinciri, ürün ve hizmetleri müşterilere iletmek için tek başına ve/veya işbirliği içinde değer katan birbiriyle ilişkili bağımsız organizasyonların oluşturduğu bir gruptur. Ürün ve hizmetlere değer katan ve bunları müşterilere ileten bir organizasyonun genişletilmiş bir halidir (Lu, 2011: 8). Beamon (1998)'e göre; tedarik zinciri, birçok sayıda işletme gruplarının (tedarikçi, üretici, dağıtıcı ve perakendeci vb.) birlikte çalışarak, hammaddeyi satın almak, bu

hammaddeye değer katarak son ürünü ortaya çıkarmak için üretimi gerçekleştirmek ve bu son ürünün perakendeciye dağıtımını gerçekleştirmek için bütünleşik bir süreçtir (Beamon, 1998: 282).

Tedarik zinciri yönetimi ise, tedarik zincirinin tasarım, yönetim ve kontrolüne süreç odaklı ve bütünleştirici bir yaklaşım ile bakmaktır. Amacı, müşteri ilişkilerini iyileştirerek ve maliyetleri düşürerek müşterilere değer katmaktır (Carbonara vd, 2002: 160'dan aktaran Şen, 2009: 4). Croxton vd. (2001) ise, tedarik zinciri yönetimini, tedarik zinciri boyunca temel iş süreçlerinin entegrasyonu olarak tanımlamaktadır (Croxton vd., 2001: 13). Aşağıdaki şekilde tedarik zinciri süreci gösterilmektedir.

Şekil 13: Tedarik Zinciri Süreci



Kaynak: Beamon, 1998: 283

Tedarik Zinciri Yönetiminin işletmeler arası işbirliği sonucunda sağladığı bilgi paylaşımları yardımı ile kaynakların gereksiz kullanımı ve zaman israfından kaçınılması gibi yararları başta olmak üzere oldukça fazla yararından bahsetmek mümkündür. Bu yararlardan bazıları Tedarik Zinciri Konseyince şu şekilde ifade edilmiştir:

- Teslimat performansının iyileşmesi
- Stokların azalması

- Çevrim süresinin kısalması
- Tahmin doğruluğunun artması
- Zincir boyunca verimliliğin artması
- Zincir boyunca maliyetlerin düşmesi
- Kapasite gerçekleşme oranının artması

Bu yararlar ve daha fazlası aynı zincirde yer alan firmaların (tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci vb.) arasında iletişimin tam olarak kurulması, zincir boyunca faaliyetlerin birlikte koordinasyonu ve kontrolü sayesinde ortak amaç olarak belirlenen zincirin bütününde maliyetlerin azaltılması, verimliliğin artırılması, karlılık ve müşteri tatmini gibi amaçlara ulaşmak üzere elde edilebilir (Özdemir, 2004: 93).

Tedarik zinciri ve tedarik zinciri yönetimi hakkında kısa bir bilgi verildikten sonra tedarik zincirinin en önemli konularından birisi olan tedarikçi seçim kararı ve bu süreçte yararlanılan tekniklerden bahsedilecektir.

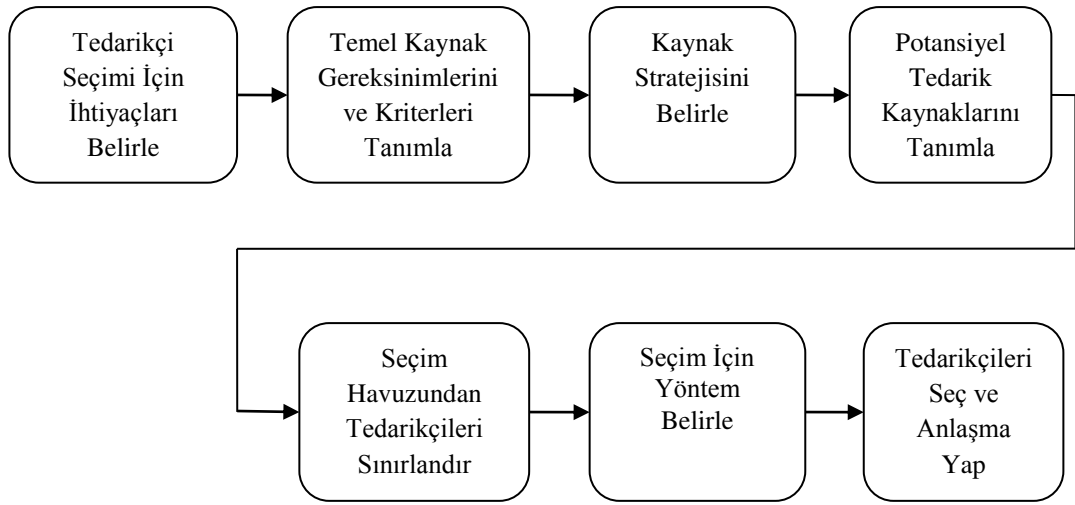
4.2. TEDARİKÇİ SEÇİM KARARI

Doğru yerde, doğru miktarda ve doğru sayıda, iyi kalitede ürün ve hizmet sağlayan doğru tedarikçi seçimi, etkili bir tedarik zinciri kurmada çok önemli bir faaliyettir. Tedarikçi kalitesi ve doğru tedarikçi seçiminin, tedarik zinciri üzerinde uzun dönemli rekabetçi etkisi olmaktadır. Tüm sektörlerde müşterilerin üretici firmalardan ana beklentisi; kalite düzeyi yüksek, uygun fiyatlı ve zamanında teslim edilen ürün elde etmektir. Üretim sürecinin malzeme/hammadde tedariki ile başlayıp, ürünün teslimi ile sona erdiği düşünülürse, sanayi kuruluşlarının yukarıda belirtilen ana müşteri beklentilerini karşılamasında başlangıç noktasını tedarikçi seçimi teşkil etmektedir. Çünkü tedarikçiden alınan malzeme/hammaddenin kalite düzeyi, tedarikçinin teslim tarihi ve malzeme/hammadde fiyatları üretilen ürünlerdeki müşteri beklentilerine etki eden ana faktörlerdendir (Lu, 2011: 88; Özcan ve Özyörük, 2008: 134-135; Şen, 2009: 5).

Doğru tedarikçi seçimi, hem müşteri memnuniyetinin artmasına hem de satın alma ve tedarik maliyetlerin düşmesine yardımcı olmaktadır. Üretimde kullanılan hammadde, yarı mamül vb. girdilerin tedarik maliyetlerinin toplam maliyetler

içindeki yüksek oranı dikkate alındığında, bir işletmenin rekabetçi kalabilmesi ve başarılı olması doğru tedarikçilerle çalışmasına bağlıdır. Bu sebeple tedarikçi seçim süreci, işletme performansı açısından ciddi bir şekilde ele alınması ve yürütülmesi gereken bir faaliyettir. Aşağıda tedarikçi seçimine yönelik olarak 7 adımdan oluşan bir süreç görülmektedir.

Şekil 14: Tedarikçi Seçim Süreci



Kaynak: Mendoza, 2007: 7

İşletmeler için hayati derecede öneme sahip olan tedarikçi seçim kararının bilimsel yöntemler kullanılarak değerlendirilmesi çok önemlidir. Tedarikçi seçiminde kullanılan birçok yöntem mevcut olup, bu yöntemler açıklanacaktır.

4.2.1. Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Yöntemler

Tedarikçi seçimi, kalite, maliyet, teslimat, güvenilirlik vb. gibi birden fazla birbiriyle çelişen faktörü değerlendirmeyi gerektirir. Ayrıca, karar vericinin seçebileceği birden fazla alternatif olduğu da göz önüne alındığında, tedarikçi seçim kararı çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınabilir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde birçok tedarikçi seçim modelinin geliştirilmiş olduğu görülmektedir. Karar verme yöntemlerinin tek ya da bir arada bütünsel olarak kullanıldığı bu yöntemler Tablo 6’da özet olarak gösterilmektedir.

Tablo 6: Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Yöntemler

Tek Yöntemli Metotlar	Matematiksel Metotlar	Analitik Hiyerarşi Süreci
		Analitik Ağ Süreci
		TOPSIS
		ELECTRE
		MAUT
		PROMETHEE
		Doğrusal Programlama
		Çok Amaçlı Programlama
		Veri Zarflama Analizi
		Hedef Programlama
		Tamsayı Programlama
		Sezgisel Yöntemler
	İstatistik Metotlar	Temel Bileşen Analizi
		Kümelenme Analizi
		Simülasyon
		Çok Değişkenli Regresyon
		Veri Madenciliği
	Yapay Zeka Bazlı Metotlar	Yapay Sinir Ağları
		Karar Ağacı
		Uzman Sistemler
		Bulanık Küme Teorisi
		Olay Tabanlı Çıkarılma
		Genetik Algoritma
		AHP-ELECTRE
Hibrit Modeller		AHP-Doğrusal Programlama
		AHP-Hedef Programlama
		AHP-Bulanık Mantık
		ANP-Hedef Programlama
		TOPSIS-Bulanık Mantık
		AHP-Veri Zarflama Analizi

Kaynak: De Boer, 2001: 75-89 ; Görener, 2009: 102; Setak vd., 2012: 55-72 ;

Setak vd. (2012: 55-72), yaptıkları çalışmada, 2000-2010 yılları arasında tedarikçi seçimi ile ilgili yapılan 170 çalışmayı incelemişlerdir. Birinci sırada 34 çalışma ile en fazla AHP'nin kullanıldığını, ikinci sırada 23 çalışma ile Veri Zarflama Analizi'nin ve üçüncü sırada ise 22 çalışma ile Çok Amaçlı Programlamanın kullanıldığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca, yapay zeka tabanlı metotlar içerisinde en fazla yapay sinir ağlarının uygulandığını ve yapılan çalışmaların % 40'ında hibrit modellerin kullanıldığını belirtmişlerdir.

Tedarikçi seçim sürecinde, kullanılan yöntem/yöntemler kadar karar probleminde yer alan kriterleri belirlemekte çok önemlidir. Problemin yapısına ve karar vericinin tercihiye göre kriterler, problemde problemde farklılık göstermektedir.

Tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemler açıklandıktan sonra tedarikçi seçiminde sıklıkla kullanılan kriterler ele alınacaktır.

4.2.2. Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Kriterler

Tedarikçi seçimi ile ilgili ilk çalışmalardan biri, 1966 yılında Dickson tarafından yapılmıştır. Dickson, Ulusal Satınalma Yöneticileri Topluluğu'ndan (National Association of Purchasing Managers) 273 satınalma sorumlusu ve müdürüyle görüşmüş ve bu çalışma neticesinde aşağıdaki tabloda yer alan 23 temel kriteri belirlemiştir (Shil, 2009: 83).

Tablo 7: Dickson'ın Tedarikçi Seçim Kriterleri

No	Kriter	Ortalama Puan	Değerlendirme
1	Kalite	3,508	Çok Önemli
2	Teslimat	3,147	
3	Geçmiş Performansı	2,998	
4	Garanti ve Şikayet Politikaları	2,849	
5	Üretim Yeteneği ve Kapasite	2,775	
6	Fiyat	2,758	Oldukça Önemli
7	Teknik Kapasite	2,545	
8	Finansal Pozisyon	2,514	
9	Prosedürlere Uyum	2,488	
10	İletişim Sistemi	2,426	
11	Ün ve Sektördeki Pozisyonu	2,412	Ortalama Önemli
12	İş Yapma İsteği	2,256	
13	Yönetim ve Organizasyon	2,216	
14	İşlemsel Kontrol	2,211	
15	Onarım Hizmeti	2,187	
16	Davranış	2,120	
17	Etki	2,054	
18	Paketleme Kabiliyeti	2,009	
19	İşçi İlişki Kayıtları	2,003	
20	Coğrafi Konum	1,872	
21	Geçmiş İş Miktarı	1,597	Düşük Önemli
22	Eğitim Yardımları	1,537	
23	Karşılıklı Düzenlemeler	0,610	

Kaynak: Benyoucef vd., 2003: 5

Yukarıdaki tablodan da görüleceği üzere, Dickson'ın yaptığı çalışmada en yüksek öneme sahip kriter “kalite” olmuştur. “Teslimat, fiyat vb.” gibi kriterler oldukça önemli olarak belirlenirken, “karşılıklı düzenlemeler” kriterinin en düşük önem düzeyine sahip olduğunu göstermiştir. Dickson'ın bu çalışması, ileriki yıllarda yapılacak çalışmalara ışık tutacak niteliktedir. Belirlenen bu kriterler birçok

çalışmada kullanılmaya devam edilmektedir. Dickson'ın kriterlerini baz alarak, 1966 yılından bugüne kadar yapılmış 74 tedarikçi seçim kriter ve yöntemi içeren geniş bir derleme çalışması Weber, Current ve Benton tarafından 1991 yılında sunulmuştur. Burada, Dickson'ın kriterlerinden, “net fiyatın”, 61 makale ile literatürde en fazla tartışılmış kriter olduğu saptanmıştır. Net fiyatı, 44 makale ile “teslimat”, 40 makale ile “kalite” kriterleri takip etmektedir (Weber vd., 1991'den aktaran Akdeniz ve Turgutlu, 2007: 3). Literatür incelendiğinde çeşitli araştırmacılar tarafından tedarikçi seçim problemlerinde birçok farklı kriterin kullanıldığı görülmüştür. Aşağıdaki tabloda çeşitli uygulamalarda kullanılan kriterler görülmektedir.

Tablo 8: Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Çeşitli Kriterler

KRİTERLER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kalite	√	√	√	√		√	√	√	√	√
Fiyat	√	√		√	√	√	√	√	√	√
Teslimat		√	√	√	√	√	√	√		
Hizmet	√		√	√						
Esneklik			√						√	√
Güvenilirlik			√							√
Coğrafi Konum			√					√		
Üretim Kapasitesi		√		√	√	√			√	√
Teknolojik Kapasite			√			√	√	√	√	
Yenilik			√	√						
Yasal Düzenlemelere Uyum	√									
Risk	√									
Yönetim ve Organizasyon			√			√		√		
Personel Yapısı				√						
Uzaklık					√					
İkili İlişkiler	√		√				√			
Finansal Yapı								√		
Garanti								√		
Paketleme Kabiliyeti								√		
Deneyim				√					√	
Hız										√
Ün									√	

Kaynak: 1- Enyinda vd. (2010), 2- Azadnia vd. (2011), 3- Shahgholian vd. (2012), 4- Benyoucef vd. (2003), 5- Aguezzoul ve Ladet (2004), 6- Petroni ve Braglia (2000), 7- Shaharaghi ve Yazdian (2009), 8- Alsuwehri (2011), 9- Tam ve Tummala (2001), 10- Teeravaraprug (2008)

Yukarıdaki tablodan da görüleceği üzere, daha sonra yapılan çalışmalarda da kalite, fiyat, teslimat gibi kriterler en fazla kullanılan kriterler arasında yer

almaktadır. Bu temel kriterlerin yanında, finansal yapı, garanti, paketleme kabiliyeti ve ün gibi yeni kriterlerin de eklendiği görülmektedir.

Thiruchelvam ve Tookey (2011), yaptıkları çalışmada Dickson'ın kriterlerini baz alarak 1966-2010 yılları arasındaki tedarikçi seçimi ile ilgili çalışmaları incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma neticesinde, 118 çalışma ile fiyat kriterinin en fazla kullanıldığını ortaya koymuşlardır. 111 kez teslimat ve 108 kez de kalite kriterlerinin kullanıldığını da belirtmişlerdir. Ayrıca Dickson'ın kriterlerine ek olarak da güvenilirlik, esneklik, coğrafi konum, teknoloji, yenilik, uzun dönemli ilişkiler, süreç iyileştirme, ürün geliştirme vb. gibi kriterlerin de kullanıldığını göstermişlerdir.

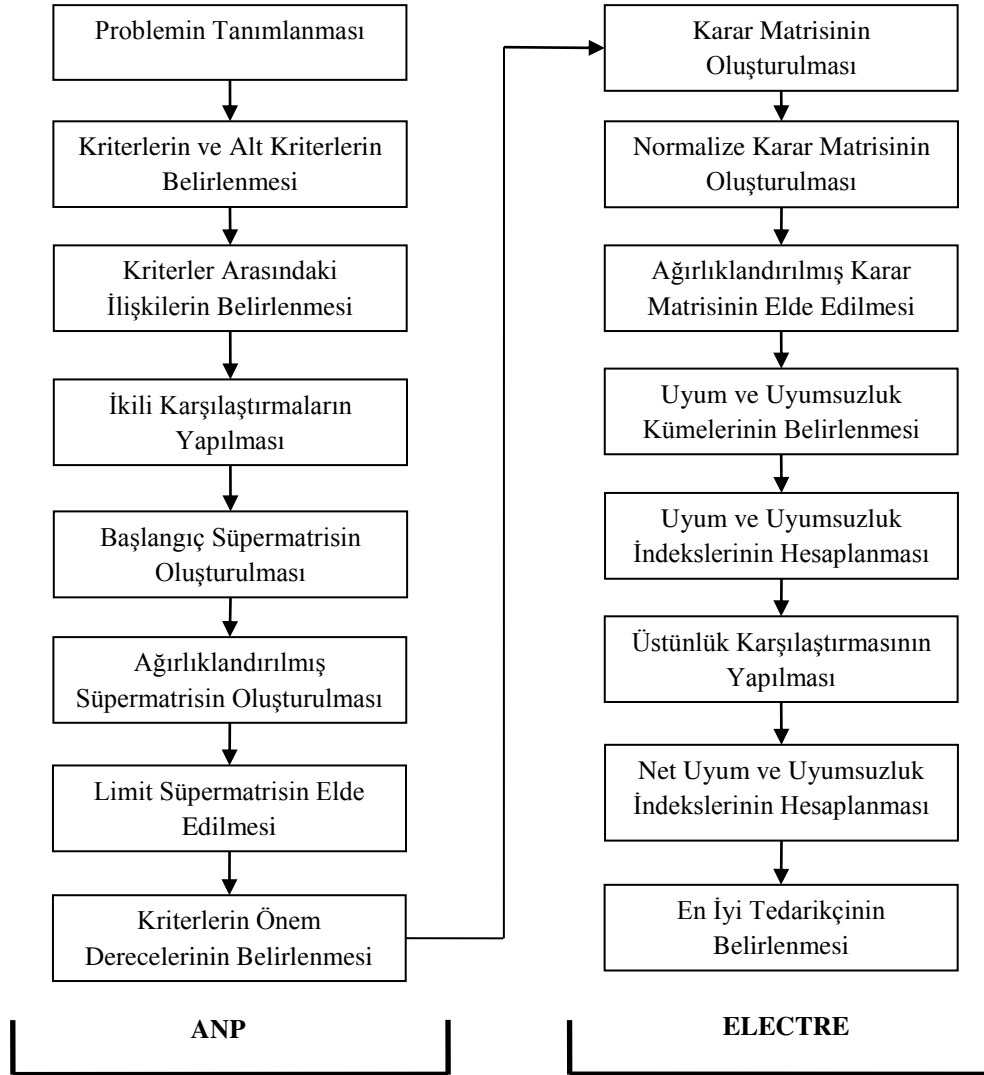
Tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemler ve kriterlerden bahsedildikten sonra, ANP ve ELECTRE yöntemlerinin tedarikçi seçiminde birlikte kullanıldığı uygulama anlatılacaktır.

4.3. ANALİTİK AĞ SÜRECİ VE ELECTRE YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ UYGULAMASI

Literatür incelendiğinde, çok kriterli karar verme tekniklerinden ANP ve ELECTRE yöntemlerinin tek başına ya da farklı tekniklerle (bulanık mantık, hedef programlama, TOPSIS, VIKOR vb.) bütünleşik olarak birçok farklı alanda uygulandığı görülmüştür. Ancak ANP ile ELECTRE yöntemlerinin entegre bir şekilde kullanıldığı uygulamalara rastlanılmamıştır. Buradan hareketle, bu çalışma ile ANP ve ELECTRE yöntemlerinin bir arada kullanılarak tedarikçi seçim probleminde uygulanması amaçlanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, tedarikçi seçimine yönelik ANP-ELECTRE bütünleşik karar modelinin oluşturulabilmesi için öncelikle tedarikçi seçim kriterleri belirlenmiştir. Kriter ve alt kriterler belirlendikten sonra, kriterler arasındaki ilişkiler ağ yapısı şeklinde gösterilmiş ve ANP yöntemi ile bu kriterler ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra en iyi tedarikçi seçimini gerçekleştirebilmek için karar matrisi oluşturulmuş ve ELECTRE yönteminin uygulama adımları takip edilerek alternatifler değerlendirilmiştir. Aşağıdaki şekilde ANP-ELECTRE entegre yöntemi ile tedarikçi seçim süreci şematik bir şekilde gösterilmektedir.

Şekil 15: ANP-ELECTRE Yöntemleri ile Tedarikçi Seçim Süreci



Yukarıdaki şekilde yer alan adımlar izlenerek en iyi tedarikçi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu adımlar aşağıda ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır.

4.3.1. Uygulama Yapılan İşletme İle İlgili Bilgiler

Uygulama, İzmir’de makine sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilmiştir. İşletme, gıda, kimya ve ilaç sektörlerine yönelik olarak paslanmaz çelik tank imalatı yapmaktadır. Tank imalatı için kullanılan en önemli malzemelerden birisi paslanmaz sac malzemesidir. İşletme bu malzemeyi dışarıdan tedarik etmekte, daha sonra müşterinin istediği ölçülerde malzemeyi işleyerek tank

haline getirmektedir. Bu nedenle müşterinin istediği kalite ve boyutlarda tank imalatının gerçekleştirilebilmesi, doğru sac malzemesi seçimine bağlıdır. Uygulama kapsamında işletme için en önemli malzeme olan sac malzemesi tedarik ettiği işletmeler ele alınmıştır.

4.3.2. Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi

En iyi tedarikçi seçimi için öncelikle işletmede satınalma müdürü, satınalma sorumlusu ve üretim sorumlusundan meydana gelen üç kişilik bir ekip oluşturulmuştur. Literatürde tedarikçi seçimi için kullanılan birçok sayıda nicel ve nitel kriter yer almaktadır. Tedarikçi seçim kriterleri seçimi için, Dickson (1966) tarafından yapılan çalışma ve Tablo 8’de gösterilen literatürde yer alan çeşitli çalışmalarda kullanılan kriterler çalışma ekibine sunulmuş ve seçim kriterleri oluşturulmuştur. Bunların dışında işletme tarafından önemli olan diğer kriterler de modele dahil edilmiştir. Bu çerçevede 5 tane ana kriter ve 15 tane alt kriter belirlenmiş ve aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 9: Uygulama Kapsamında Belirlenen Tedarikçi Seçim Kriterleri

ANA KRİTERLER	ALT KRİTERLER
Kalite (K)	1. Hatalı Ürün İade Oranı (HÜ)
	2. Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi (ÜS)
	3. Kalite/Ürün Belge Sayısı (KBS)
Fiyat (F)	4. Ürün Fiyatı (ÜF)
	5. Ödeme Vadesi (ÖV)
	6. İskonto Oranı (İO)
Teslimat (T)	7. Teslimat Süresi (TS)
	8. Doğru Miktarda Teslimat (DMT)
Tedarikçinin Üretim Yeterliliği (TÜY)	9. Ürün Çeşitliliği (ÜÇ)
	10. Makine Yeterliliği (MY)
	11. Teknik Yeterliliği (TY)
	12. Teknoloji Kapasitesi (TK)
Tedarikçinin Genel Durumu (TGD)	13. Deneyim (D)
	14. Uzaklık (U)
	15. Ün (Ü)

Belirlenen tüm kriterlere ait açıklamalar aşağıda verilmiştir:

- Hatalı ürün iade oranı: İşletmenin sipariş ettiği toplam ürün miktarı içindeki hatalı ürün miktarını ifade eder. Hatalı ürün miktarının çok olması işletmenin üretimde aksamalarına sebep olacağından bu oranının mümkün olduğunca düşük olması gerekmektedir.

- Ürün spesifikasyonlarına uyum derecesi: İşletmenin talep ettiği toplam ürün miktarı içindeki, işletmenin istemiş olduğu en, boy, uzunluk vb. gibi ölçülere uyum derecesidir. İşletmenin istemiş olduğu özelliklere sahip olmayan bir malzeme ile müşterilerinin istekleri doğru bir şekilde karşılanamayacağından ürüne ait özellikler çok önemlidir.

- Kalite/Ürün belge sayısı: Tedarikçi işletmenin sahip olduğu kalite ya da ürün belge sayısını ifade etmektedir. Kalite ya da ürünlere yönelik belgeye sahip işletmeler belirlenmiş standartlara göre daha kaliteli ürünler üretebilmektedir.

- Ürün fiyatı: Ürünün kg başına fiyatını ifade etmektedir. İşletme, maliyetlerini düşürebilmek ve karlılığını arttırabilmek için en düşük fiyattan ve en kaliteli etiketi almak istemektedir.

- Ödeme vadesi: İşletmenin satın almış olduğu ürüne yönelik yapacağı ödeme süresidir. İşletme tarafından bu sürenin uzun olması talep edilmektedir.

- İskonto oranı: Ürün fiyatından yapılacak indirim miktarını ifade etmektedir. İşletme en yüksek fiyat indirimi yapan ve fiyatlarında esnek olabilen tedarikçiler ile çalışmak isteyecektir.

- Teslimat süresi: İşletmenin sipariş ettiği ürünleri tedarikçi firmanın işletmeye teslim edeceği süreyi ifade eder. Üretim planına göre tüm ürünlerin plan dahilinde ve istenilen sürede tedarik edilmesi çok önemlidir. Bu nedenle işletmeye en kısa sürede ürün tedarik eden tedarikçiler ile çalışılmak istenmektedir.

- Doğru miktarda teslimat: Tedarikçi firmanın işletmenin sipariş ettiği ürünleri doğru miktarda (uzunluk, ağırlık vb.) teslim etme oranıdır. Sipariş edilen ağırlık veya uzunluktan daha az malzemeler hem işletmenin istediği ürünleri üretmesini engelleyecek hem de üretimin uzamasına neden olacaktır.

- Ürün çeşitliliği: Tedarikçi firmanın üretmiş olduğu ürün çeşidi anlamına gelmektedir. İşletme her çeşit boy ve en ölçülerinde, her çeşit ağırlıkta, her çeşit kalitede ürün üretebilen tedarikçi firmalar ile çalışmak istemektedir.

- Makine yeterliliği: Tedarikçi firmanın sahip olduğu makine kapasitesini ifade eder. İstenilen ölçülerde ve istenilen kalitede ürün üretebilmek tedarikçinin makine altyapısına bağlıdır. İşletme makine yeterliliği iyi olan tedarikçiler ile çalışmak istemektedir.

- Teknik yeterlilik: Tedarikçi firmanın sahip olduğu teknik kapasite anlamına gelmektedir. İşletmenin her özellikte ürün üretebilmesi onu üretebilecek teknik personel yapısı ile yakından ilişkilidir. İşletme teknik personel kapasitesi yüksek olan tedarikçiler ile çalışmak istemektedir.

- Teknoloji kapasitesi: Teknoloji bakımından tedarikçi firmanın sahip olduğu alt yapıyı ifade etmektedir. İstenilen kalite, hız ve çeşitlilikte ürün üretilmesi tedarikçi firmanın sahip olduğu teknoloji birikimine bağlıdır. Bu sebeple işletme için teknoloji kapasitesi iyi olan tedarikçiler çok önemlidir.

- Deneyim: Tedarikçi firmanın sektörde faaliyet gösterdiği süreyi ifade etmektedir. Tedarikçi firmanın uzun süre sektörde faaliyet göstermesi, ürettiği ürünlerin sektörde kabul edilmesine, güvenilirliğinin artmasına yardımcı olmaktadır.

- Uzaklık: Tedarikçi firmanın işletmeye olan uzaklığı anlamına gelmektedir. İşletme kendisine yakın olan tedarikçi firma ile çalışmak istemektedir. Çünkü acil müşteri isteklerinde malzemeleri daha hızlı bir şekilde temin etmek istemektedir.

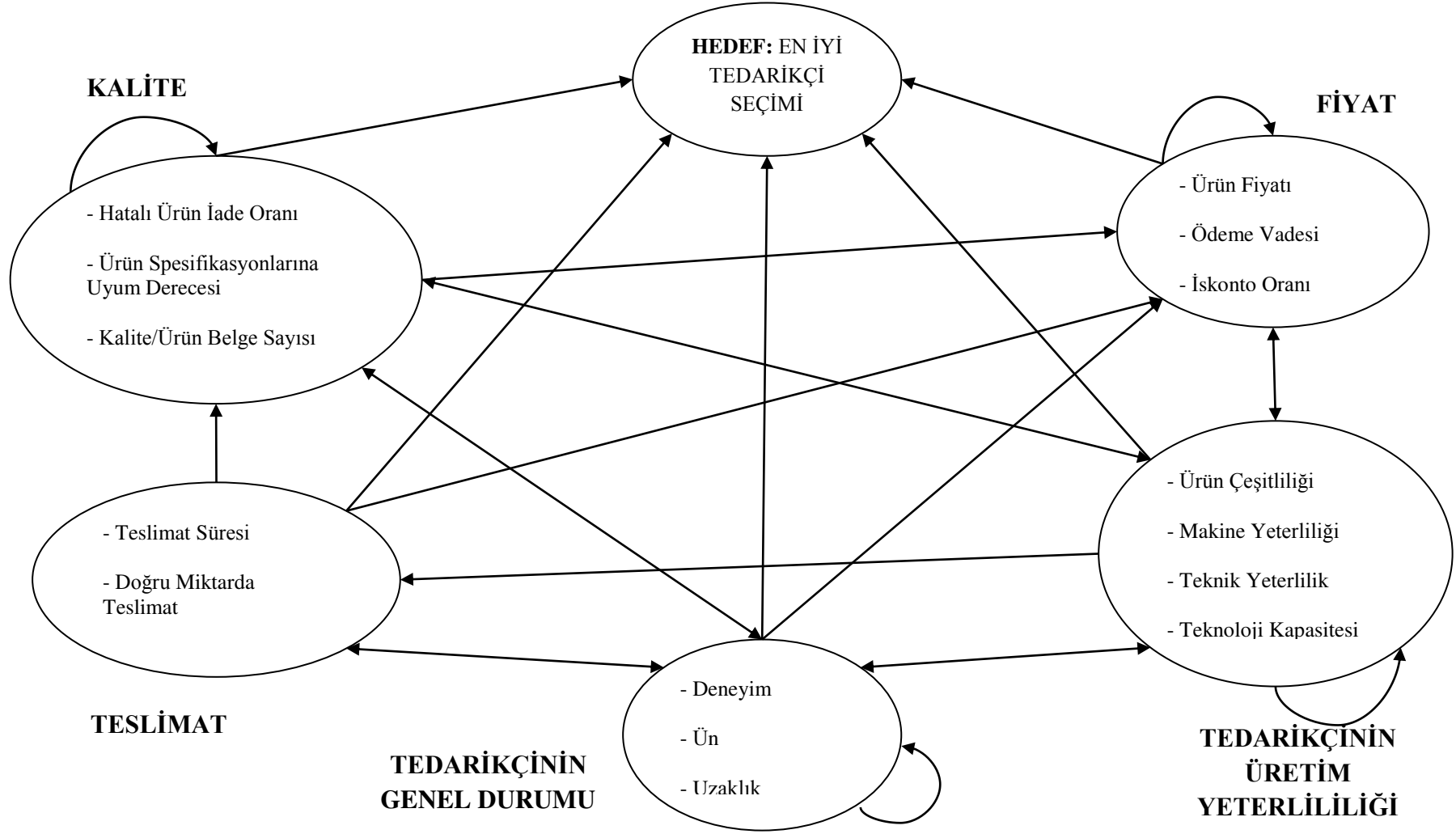
- Ün: Tedarikçi firmanın sektördeki diğer firmalar tarafından bilinirliğini ifade etmektedir. Tedarikçi firmanın herkes tarafından bilinmesi, tedarikçi firma ile çalışan işletme sayısının çok olması tedarikçi firmaya olan güven ve sadakati de artırmaktadır.

Tedarikçi seçimi ile ilgili kriterler belirlendikten sonra kriterler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

4.3.3. Kriterler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

Tedarikçi seçim kriterleri belirlendikten sonra, alt kriterler ve ana kriterler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi gereklidir. Bu bağlamda uzman ekip ile birlikte iç ve dış bağımlılıklar belirlenmiştir. SuperDecision programı yardımıyla aşağıdaki şekilde gösterilen ağ yapısı oluşturulmuştur. Aşağıda yer alan ağ yapısındaki oklar etkileyen kümeden etkilenen kümeye doğrudur. Örneğin, kalite ana kriteri fiyat ana kriterini etkilemektedir.

Şekil 16: Uygulama Kapsamında Oluşturulan Ağ Yapısı



4.3.4. ANP ile Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Tedarikçi seçimine yönelik olarak ağ yapısı oluşturulduktan sonra birbirleriyle ilişkili öğelerin ikili karşılaştırmaları yapılarak özvektörlerin oluşturulması gerekmektedir. İkili karşılaştırmaları yapmak amacıyla 3 kişilik uzman kişiden oluşan ekibe EK-1’de yer alan anket formatında sorular sorulmuştur. Yapılan ikili karşılaştırmalar üç gruba ayrılabilir :

- Birbiriyle ilişkili alt kriterlerin ikili olarak karşılaştırılmaları,
- Birbiriyle ilişkili ana kriterlerin ikili olarak karşılaştırılmaları,
- Ana kriter ve alt kriterlerin hedefe göre ikili olarak karşılaştırılmaları

İkili karşılaştırmalara yönelik olarak hazırlanan örnek bir soru aşağıda verilmiştir.

Örnek: “Hatalı Ürün İade Oranı” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik Yeterlilik
Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
Teknik Yeterlilik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi

Her gruba yönelik olarak anket formunda hazırlanan sorular 3 kişi tarafından cevaplanmış ve EK-2’de yer alan yanıtlar alınmıştır. Grup kararı oluşturabilmek için her bir kişinin sorulara verdiği cevapların geometrik ortalaması alınmış ve bu değerlere göre SuperDecision programı yardımıyla ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Aşağıda SuperDecision programında oluşturulan örnek bir ikili karşılaştırma matrisi yer almaktadır.

Şekil 17: “Hatalı Ürün İade Oranı” Kriterini Etkileme Derecesine Göre Kriterlerin Karşılaştırılması

Graphical	Verbal	Matrix	Questionnaire	Direct
Comparisons wrt "Hatalı Ürün İade Oranı" node in "TEDARİKÇİNİN ÜRETİM YETERLİLİĞİ"				
Teknik Yeterlilik is 4.932 times more important than Teknoloji Kapasitesi				
Inconsistency	Teknik Ye~	Teknoloji ~		
Makine Ye~	↑ 5.192	← 1.259		
Teknik Ye~		← 4.932		
Copy to clipboard				

(Tutarlılık Oranı (CR) = 0,008 < 0,10 olduğundan matris tutarlıdır.)¹

Tüm ikili karşılaştırmalara ilişkin veriler programa girilerek süpermatrisler elde edilmiştir. Bunun sonucunda elde edilen başlangıç süpermatrisi EK-3’de, ağırlıklandırılmış süpermatris ise EK-4’de yer almaktadır. Aşağıdaki tabloda ise ana kriterlerin (kümelerin) ikili karşılaştırmaları verilmiştir.

Tablo 10 : Kümelerin İkili Karşılaştırmaları

	Amaç	Fiyat	Kalite	Tedarikçinin Genel Durumu	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği	Teslimat
Amaç	0	0	0	0	0	0
Fiyat	0,158	0,294	0	0	0,200	0
Kalite	0,499	0,388	0,565	0,393	0,409	0
Tedarikçinin Genel Durumu	0,042	0,060	0,080	0,082	0,134	0,177
Tedarikçinin Üretim Yeterliliği	0,114	0,105	0,212	0,287	0,255	0,822
Teslimat	0,185	0,151	0,141	0,235	0	0

Ağırlıklandırılmış süpermatris, kümelerin öncelik değerleri ile başlangıç süpermatristeki ilgili kısımların, yani süpermatristeki bütün elemanların ilgili olduğu bileşenlerin özvektör değeri ile çarpılması sonucunda elde edilmiştir. Son olarak da,

¹ Tüm ikili karşılaştırmalara ait tutarlılık oranları hesaplanmış olup, tüm tutarlılık oranları 0,10’dan küçük olduğundan tüm matrisler tutarlıdır.

ağırlıklandırılmış süpermatrisin limiti alınarak tüm kriterlerin ağırlıklarını gösteren limit süpermatris elde edilmiş ve EK-5’de yer almaktadır. Limit süpermatristen elde edilen kriterlerin önem dereceleri ise aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 11: Kriterlerin Önem Dereceleri

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Kriterlerin Kümeler İçindeki Ağırlıkları	Kriterlerin Genel Ağırlıkları
Fiyat	İskonto Oranı	0,112	0,005
	Ödeme Vadesi	0,211	0,010
	Ürün Fiyatı	0,676	0,030
Kalite	Hatalı Ürün İade Oranı	0,392	0,170
	Kalite/Ürün Belge Sayısı	0,072	0,032
	Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi	0,534	0,231
Tedarikçinin Genel Durumu	Deneyim	0,533	0,060
	Uzaklık	0,070	0,007
	Ün	0,395	0,045
Tedarikçinin Üretim Yeterliliği	Makine Yeterliliği	0,332	0,106
	Teknik Yeterlilik	0,245	0,077
	Teknoloji Kapasitesi	0,259	0,081
	Ürün Çeşitliliği	0,162	0,051
Teslimat	Doğru Miktarda Teslimat	0,049	0,005
	Teslimat Süresi	0,950	0,090

Yukarıdaki tablo değerlendirildiğinde, tedarikçi seçim kararında işletme için en önemli kriter % 23,1 ile “Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi” kriteridir. Onu, % 17,0 ile “Hatalı Ürün İade Oranı” ve % 10,6 ile “Makine Yeterliliği” kriterleri takip etmektedir. İşletme için en az öneme sahip kriter de “Doğru Miktarda Teslimat” ve “İskonto Oranı” kriterleridir.

Kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra, ELECTRE matrisinin elde edilmesi ve çözümü açıklanacaktır.

4.3.5. ELECTRE Yöntemi ile En İyi Tedarikçinin Seçimi

Analitik ağ süreci yöntemi ile probleme ilişkin tüm kriterlere ait ağırlıklar bulunduktan sonra, tedarikçilerin değerlendirilmesi için öncelikle ELECTRE matrisi oluşturulmuş ve bu matris aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 12: ELECTRE Matrisi

	KALİTE			FİYAT			TESLİMAT		TEDARİKÇİNİN ÜRETİM YETERLİLİĞİ				TEDARİKÇİNİN GENEL DURUMU		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	HÜ (%)	ÜS (%)	KBS (ADET)	ÜF (\$)	ÖV (GÜN)	İÖ (%)	TS (GÜN)	DMT (%)	ÜÇ (ADET)	MY (1-10)	TY (1-10)	TK (1-10)	D (YIL)	U (KM)	Ü (1-10)
TEDARİKÇİ 1	1	99	6	3,03	7	1	5	98	74	9,33	7,66	9,66	101	527	8,33
TEDARİKÇİ 2	3	97	4	3,05	30	2	7	97	39	8,66	7,33	8,33	19	527	9,00
TEDARİKÇİ 3	1	99	3	3,00	60	3	5	99	20	8,00	9,66	8,66	56	527	9,66
TEDARİKÇİ 4	4	96	2	3,07	30	2	7	95	16	7,33	7,33	7,00	23	551	7,00
TEDARİKÇİ 5	3	96	2	3,05	10	4	7	96	37	7,66	8,33	8,33	43	605	7,33
TEDARİKÇİ 6	5	90	2	3,09	30	3	15	95	17	6,33	5,66	5,66	12	519	5,33
TEDARİKÇİ 7	2	99	4	3,03	7	4	5	99	23	9,00	8,66	9,33	27	528	9,33
TEDARİKÇİ 8	3	96	2	3,05	60	3	7	97	29	7,33	8,33	7,33	27	551	7,33
TEDARİKÇİ 9	5	94	1	3,07	60	3	10	95	19	6,00	6,33	5,66	10	20	5,33
TEDARİKÇİ 10	2	97	2	3,04	30	4	7	96	39	7,66	8,66	7,66	33	20	7,66
TEDARİKÇİ 11	4	97	3	3,06	10	5	7	98	18	7,00	7,33	7,33	19	20	8,00
TEDARİKÇİ 12	5	90	2	3,09	30	4	15	97	26	6,33	7,00	6,33	16	20	7,00
Ağırlıklar	0,170	0,231	0,032	0,030	0,010	0,005	0,090	0,005	0,051	0,106	0,077	0,081	0,060	0,007	0,045

ELECTRE matrisi incelendiğinde nicel ve nitel kriterlerin bir arada kullanıldığı görülmektedir. Ürün fiyatı, teslimat süresi, ürün çeşitliliği vb. gibi nicel kriterlerin sayısal olarak değerleri belirli olduğundan bunlara ilişkin veriler kullanılmıştır. Teknik yeterlilik, makine yeterliliği, ün vb. gibi nitel kriterlerin nicel kriterlere dönüştürülmesi gerektiğinden bu kriterlere ilişkin 1-10 ölçeği kullanılmıştır. Üç kişilik ekip tarafından her bir tedarikçi her bir kritere göre 1-10 ölçeği yardımıyla puanlandırılmış ve daha sonra bu puanların aritmetik ortalaması alınarak elde edilen değerler matriste kullanılmıştır.

ELECTRE karar matrisi oluşturulduktan sonra, öncelikle matris normalize edilerek EK-6'da gösterildiği gibi normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Daha sonra ANP yöntemi ile elde edilen ağırlıklar ile normalize karar matrisinde yer alan değerler çarpılarak ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulmuş ve EK-7'de gösterilmiştir. Ağırlıklı normalize karar matrisinden yararlanarak, alternatifler her bir kritere göre birbirleriyle karşılaştırılmış ve EK-8'de yer alan uyum ve uyumsuzluk kümeleri oluşturulmuştur. Daha sonra uyum ve uyumsuzluk kümelerinden faydalanılarak, EK-9'da gösterildiği gibi uyum (C) ve uyumsuzluk (D) indeksleri hesaplanmış, uyum ve uyumsuzluk değerlerinin ortalama değerleri bulunarak alternatiflerin birbirlerine göre kısmi üstünlük karşılaştırmaları yapılmıştır. EK-10'da alternatiflerin üstünlük karşılaştırılması yer almaktadır. Son olarak ise net uyum ve uyumsuzluk değerleri hesaplanmış ve aşağıdaki tabloda bu değerler gösterilmiştir.

Tablo 13: Net Uyum ve Uyumsuzluk İndeksleri

ALTERNATİFLER	C _p	D _p
TEDARİKÇİ 1	8,483	-10,025
TEDARİKÇİ 2	2,479	-1,927
TEDARİKÇİ 3	7,965	-8,310
TEDARİKÇİ 4	-3,759	4,978
TEDARİKÇİ 5	0,820	-1,654
TEDARİKÇİ 6	-9,080	10,325
TEDARİKÇİ 7	7,015	-5,276
TEDARİKÇİ 8	-0,382	0,265
TEDARİKÇİ 9	-8,026	7,434
TEDARİKÇİ 10	3,443	-4,696
TEDARİKÇİ 11	-1,363	2,398
TEDARİKÇİ 12	-7,595	6,488

Net uyum (C_p) ve uyumsuzluk (D_p) indeksleri hesaplandıktan sonra, aşağıdaki Tablo 14’de görüldüğü gibi, C_p değerleri büyükten küçüğe, D_p değerleri de küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. Bunun sonucunda C_p değeri büyük olan, D_p değeri de küçük olan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenmiştir.

Tablo 14: Nihai Sıralama

C_p’ ye Göre Sıralama	D_p’ ye Göre Sıralama
TEDARİKÇİ 1	TEDARİKÇİ 1
TEDARİKÇİ 3	TEDARİKÇİ 3
TEDARİKÇİ 7	TEDARİKÇİ 7
TEDARİKÇİ 10	TEDARİKÇİ 10
TEDARİKÇİ 2	TEDARİKÇİ 2
TEDARİKÇİ 5	TEDARİKÇİ 5
TEDARİKÇİ 8	TEDARİKÇİ 8
TEDARİKÇİ 11	TEDARİKÇİ 11
TEDARİKÇİ 4	TEDARİKÇİ 4
TEDARİKÇİ 12	TEDARİKÇİ 12
TEDARİKÇİ 9	TEDARİKÇİ 9
TEDARİKÇİ 6	TEDARİKÇİ 6

Yukarıdaki tablodan da görüleceği üzere, nihai sıralama $1 > 3 > 7 > 10 > 2 > 5 > 8 > 11 > 4 > 12 > 9 > 6$ şeklinde olmuştur. Buna göre belirlenen kriterler altında işletme için en iyi tedarikçi 1. tedarikçidir. Daha sonra 3, 7 ve 10. tedarikçiler gelmektedir. 12, 9 ve 6. tedarikçiler ise performansı düşük olan, işletmenin taleplerini karşılamada yetersiz olan tedarikçilerdir.

SONUÇ

Günümüzde işletmelerin başarısı sadece yaptıkları faaliyetlere ya da rakiplerine karşı üstün ve güçlü yönlerine değil, verdikleri uzun ve kısa vadeli kararların doğruluğuna ve tutarlılığına da bağlıdır. Doğru ve etkin bir şekilde verilen kararlar, işletmeleri rekabet ortamında bir adım öne taşırken, yanlış verilen kararlar ise işletmelerin güç kaybetmesine hatta yok olmasına bile sebep olabilmektedir. Doğru karar vermede ise en önemli görev şüphesiz ki işletme yöneticilerine düşmektedir. Belirsizliğin arttığı ve ileriye dönük tahminlerin zor yapıldığı günümüz koşullarında karar verme, yönetimin en önemli görevlerinden biri hatta işletme fonksiyonlarından biri haline gelmiştir. Ayrıca karar verme, işletmelerin yönetsel başarıları üzerinde rol oynayan en önemli unsurlardan biridir.

Karar verme, önceden belirlenen amaçlara ulaşabilmek için çeşitli alternatifleri bir veya birçok faktör açısından değerlendirerek, alternatifler arasından seçim yapma sürecidir. Karar vermede, alternatifler, amaç ve kriterler olmak üzere üç temel unsurun bulunması gereklidir. Bunlardan ilki olan alternatifler, birden fazla olmalıdır. Eğer alternatif sayısı bir ise, bu durum karar vericinin seçeceği başka bir seçeneğin olmaması anlamına gelir ki bu şartlarda da herhangi bir karar verme faaliyetinden söz edilemez. İkinci olarak da mutlaka bir amaç olmalıdır. Amaç sayısı bir ya da birden fazla olabilir. Birden fazla amaca sahip olan problemler çok amaçlı karar verme (ÇAKV) problemleri olarak nitelendirilmektedir. Son olarak ise kriterler bir karar probleminin en önemli unsurudur. Kriterler, alternatifleri değerlendirmede kullanılan ölçütlerdir. Kriterler olmazsa alternatiflerin değerlendirilmesi de yapılamaz. Problemin yapısına bağlı olarak kriter sayısı bir veya birden fazla olabilir. Birden fazla kriter içeren karar durumları da çok kriterli karar verme (ÇKKV) olarak adlandırılmaktadır.

Gerçek hayatta karşılaştığımız karar verme durumlarında çoğu zaman birden çok kriterin dikkate alınarak değerlendirilme yapılması gerekmektedir. Basit bir bilgisayar alım kararında bile büyüklük, ağırlık, hız, kapasite, renk vb. birçok nitel ve nicel kriter bir arada değerlendirilerek bir karar verilmektedir. İşletmelerde yaptıkları tüm işlerde belirli kararlar vererek bunları uygulamak ve işletmelerinin performanslarını arttırmak durumundadırlar. İşletmelerde amaçlarına ulaşmak için

etkin kararlar vermeleri ve bu kararları verirken de sadece tek kritere göre değil birden fazla kritere göre değerlendirme yapmaları gerekmektedir. Birden fazla değişken veya faktör birlikte değerlendirildiğinde karar problemleri kompleks bir hal almaktadır. Bu nedenle ÇKKV yöntemlerine her alanda olduğu gibi işletme sorunlarının çözümünde de ihtiyaç duyulmaktadır.

ÇKKV, problemin yapısına göre nitelik ya da amaç halini alan çoğu kez birbirleriyle çatışan kriterler seti dikkate alınarak sınırlı ya da sınırsız sayıdaki alternatifler kümesini değerlendirme sürecidir. ÇKKV teknikleri birçok açıdan sınıflandırılabilir. Ancak genel olarak çok amaçlı karar verme (ÇAKV) ve çok nitelikli karar verme (ÇNKV) olarak ikiye ayrılabilir. ÇAKV, birbirleriyle çelişen amaçların önceden belirlenmiş kısıtlar altında optimize edilmesini sağlamaktadır. Çünkü işletmelerde çoğu zaman kar maksimizasyonu, maliyet minimizasyonu, teslimat sürelerinin iyileştirilmesi gibi birçok amacın aynı anda sağlanması gerekmektedir. ÇNKV’de ise, alternatifler belirlenen niteliklere göre değerlendirilerek bir karar verilmektedir. Örneğin; personel seçiminde göz önüne alınması gereken deneyim, yetenek, çalışkanlık gibi birçok nitelik bulunmaktadır.

ÇNKV problemlerinin çözümüne yardımcı olan birçok yöntem bulunmaktadır. Son yıllarda birçok alanda uygulanan ANP yöntemi, ÇNKV yöntemleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. ANP yöntemi, Thomas L. Saaty tarafından AHP yönteminin üzerine geliştirilen bir ÇKKV yaklaşımıdır. ANP, AHP yönteminin daha genel ve daha özel bir halidir. Her iki yöntem de karşılaştırma temeline dayanmaktadır. Ancak AHP yöntemi karar problemini hiyerarşik olarak modellerken, ANP karar problemindeki faktörler arasındaki ilişki ve bağımlılıkları dikkate almaktadır. Bu nedenle bir sistemdeki faktörler arasındaki bağımlılıklar ANP yöntemi ile daha gerçekçi bir şekilde gösterilebilmektedir. AHP yönteminde ise faktörler arasındaki ilişkiler önemsiz ve faktörlerin birbirlerinden bağımsız oldukları kabul edilir. Bu nedenle AHP yöntemi, gerçek hayattaki problemleri modellemekte yetersiz kalabilmektedir.

AHP ve ANP yöntemlerinin uygulama adımları büyük ölçüde birbirine benzemektedir. İlk aşamada, problemdeki tüm faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerin bir model yapısı içinde gösterilmesi gerekmektedir. İşte bu noktada AHP faktörleri yukarıdan aşağıya doğru hiyerarşik bir düzende modellerken, ANP

yöntemi ise ağ yapısı içerisinde faktörlerin birbirleri ile ilişkisini gösterecek bir biçimde modeller. İkinci adımda AHP yönteminde de ANP’de de, faktörler Saaty tarafından geliştirilen 1-9 ölçeği yardımıyla ikili olarak karşılaştırılır. Daha sonra ikili karşılaştırma matrislerinin öncelik değerleri ve tutarlılık oranları hesaplanır. Son aşamada ise, eğer AHP yöntemi kullanılıyorsa lokal öncelikler birleştirilerek hiyerarşinin en alt seviyesinde bulunan alternatifler için kriterlerin global öncelik değerleri kullanılarak alternatif skorları elde edilmiş olur. Ancak ANP yöntemi kullanılıyorsa, öncelikle başlangıç süpermatris yapısının oluşturulması gerekmektedir. Faktörlerin birbirleri arasındaki ilişkiler dikkate alınarak başlangıç süpermatrisi oluşturulur ve bu matrisin küme ağırlıkları ile çarpımı neticesinde ağırlıklı süpermatris yapısı elde edilir. Ağırlıklı süpermatrisin de çok sayıda kuvveti alınarak limit süpermatris yapısına ulaşılır ve böylelikle tüm faktörlerin öncelikleri ya da ağırlıkları elde edilmiş olur. ANP yöntemi de markov zincirleri gibi faktörlerin birbirlerine göre uzun dönemli etkilerini ortaya koymaktadır.

ANP yöntemi, gerçek veriye ihtiyaç duyulmadan 1-9 ölçeği yardımıyla kolaylıkla uygulanabilen, soyut ve somut faktörlerin probleme dahil edilebildiği bir yöntemdir. Bu nedenle, eğitim, sağlık, tıp, çevre, kamu yönetimi gibi birçok alanda kullanılabilmektedir. ANP ile ilgili ilk uygulamalar yöntemi de geliştiren Saaty tarafından yapılmıştır. Saaty oluşturduğu modelin geçerliliğini test etmek amacıyla modeli öncelikle işletmelerin pazar paylarını tahmin etmede kullanmıştır. ANP yöntemi ile elde ettiği sonuçları gerçek veriler ile karşılaştırarak modelin uygulanabilirliğini kanıtlamıştır. Daha sonra çeşitli araştırmacılar tarafından ANP yöntemi birçok alana uyarlanmıştır. İşletme ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında ise, ANP’nin personel seçimi, yer seçimi, ürün tasarımı, proje değerlendirme, ürün geliştirme, bilgi sistemi seçimi, tedarikçi değerlendirme ve seçimi, strateji belirleme gibi birçok karar sorununda kullanıldığı görülmektedir.

ÇNKV yöntemleri arasında yer alan önemli tekniklerden biri de ELECTRE metodudur. ELECTRE 1966 yılında Benayoun tarafından geliştirilen çoklu karar verme yöntemidir. ELECTRE yöntemi, karar vericilerin tercihlerini yansıtan üst derecelendirme yöntemlerinden birisidir. ELECTRE yönteminin temeli, her bir kritere göre alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Herhangi iki alternatif (A_i ve A_j) herhangi bir kritere göre karşılaştırıldığında i .

alternatif *j*. alternatife göre daha iyiye, *i*. alternatif *j*. alternatife baskındır diye nitelendirilir. Yöntemin temel mantığı, alternatiflerin birbirleri ile karşılaştırılması ve karşılaştırma sonucunda diğer alternatiflere üstün olan alternatifin seçilmesidir. ELECTRE yöntemi geliştirildikten sonra, daha sonraki yıllarda ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV, ELECTRE IS ve ELECTRE TRI yöntemleri geliştirilmiştir. Aslında tüm yöntemlerin temeli aynıdır, sadece problem çözüm aşamasında aralarında küçük farklılıklar bulunmaktadır. Her yöntemde olduğu gibi ELECTRE yönteminin de güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Ayrıntılı veri gereksinimine ihtiyaç duymaması ve alternatiflerin üstünlük ilişkisini incelemesi yöntemin güçlü yönünü oluşturmaktadır. Yöntemin zayıf yönlerinden biri, kriter ağırlıklarının rastgele ya da karar vericinin tercihlerine bağlı olarak faktörlerin ilişkisini dikkate almadan subjektif bir şekilde belirlenmesidir. Diğer zayıf yönlerinden biri ise, alternatiflerin performans değerlerini hesaplamamasıdır. Yani; modele yeni bir alternatif eklendiğinde yeni eklenen alternatiflerin diğer tüm alternatiflere göre tekrar karşılaştırılması gerekmektedir.

ELECTRE yönteminde öncelikle probleme ilişkin karar matrisi oluşturulmaktadır. Daha sonra matris normalize edilerek normalize karar matrisi elde edilmekte ve normalize karar matrisinin kriter ağırlıkları ile çarpımı neticesinde ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulmaktadır. Ağırlıklı normalize karar matrisi elde edildikten sonra, her bir kritere göre tüm alternatifler birbirleriyle karşılaştırılarak uyum ve uyumsuzluk kümeleri belirlenmektedir. Son olarak ise, uyum ve uyumsuzluk kümeleri yardımıyla uyum ve uyumsuzluk indeksleri oluşturulmakta ve uyum indeksi en büyük, uyumsuzluk indeksi en küçük olan alternatif en iyi alternatif olarak kabul edilmektedir.

ELECTRE yöntemi de ANP yöntemi gibi birçok alanda uygulanabilmektedir. Literatürde yer alan çalışmalarda, proje seçimi, stratejik planlama, insan kaynakları, yer seçimi, tedarikçi seçimi, yazılım seçimi gibi birçok işletme sorunlarına tek başına ya da farklı yöntemlerle entegre bir şekilde çözüm getirebildiği görülmektedir.

Literatür incelendiğinde ANP ve ELECTRE yöntemlerinin tek başına ya da farklı tekniklerle entegre bir şekilde uygulandığı birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Ancak ANP ile ELECTRE yöntemlerinin birlikte bütünleşik olarak uygulandığı çalışmalara rastlanılmamasından hareketle, bu çalışmada ANP-

ELECTRE bütünleşik yaklaşımının tedarikçi seçim kararlarına uygulanabileceği önerilmiştir.

Önerilen yaklaşımın uygulanması makine sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilmiştir. İşletme paslanmaz çelikten çeşitli sektörlerde kullanılmak üzere depolama ve stok tankları imal etmekte ve üretim için ihtiyaç duyduğu en önemli hammadde paslanmaz çeliktir. Bununla birlikte paslanmaz çeliğin fiziksel ve mekaniksel özellikleri imal edilecek ürünün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, işletme için paslanmaz çeliğin doğru bir şekilde tedarik edilmesi çok önemli olduğundan, önerilen model işletmenin paslanmaz çelik tedarikçisi seçim kararında uygulanmıştır.

Uygulama kapsamında öncelikle işletme ile görüşülmüş ve satınalma müdürü, satınalma sorumlusu ve üretim sorumlusundan oluşan üç kişilik bir ekip oluşturulmuştur. Tedarikçi seçim sürecinde ilk aşamada tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi amacıyla Dickson (1966) tarafından yapılan çalışma ve literatür taraması ile incelenen çalışmalarda kullanılan kriterler çalışma ekibine sunulmuş ve seçim kriterleri oluşturulmuştur. Bu çerçevede kalite, fiyat, teslimat, tedarikçinin üretim yeterliliği ve tedarikçinin genel durumu olmak üzere 5 ana kriter ve toplamda da 15 alt kriter belirlenmiştir. Tedarikçi seçim kriterleri belirlendikten sonra ana kriter ve alt kriterler arasındaki ilişkileri ortaya koyan ağ yapısı çalışma ekibi ile birlikte oluşturulmuştur. Ağ yapısının oluşturulmasının ardından ağda yer alan birbirleriyle ilişkili öğelerin ikili karşılaştırmalarının yapılması amacıyla anket formatında sorular hazırlanmış ve çalışma ekibindeki her bir kişi tarafından bu anket cevaplanmıştır. Grup kararı oluşturabilmek için çalışma ekibindeki üç kişinin sorulara verdiği cevapların geometrik ortalaması alınmıştır. Ağ yapısının oluşturulmasında ve ikili karşılaştırma matrislerinin elde edilmesinde SuperDecision programından faydalanılmıştır. Tüm veriler programa girildikten sonra kriter ağırlıklarına ilişkin sonuçlar elde edilmiştir.

ANP yöntemi ile ulaşılan sonuçlara bakıldığında, tedarikçi seçim kararında işletme için en önemli kriter % 23,1 ağırlık değeri ile “Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi” olmuştur. Daha sonra % 17,0 ile “Hatalı Ürün İade Oranı” ve % 10,6 ile de “Makine Yeterliliği” gelmektedir. İşletme için en az öneme sahip kriterler ise, % 0,5 ile “Doğru Miktarda Teslimat, % 0,5 ile “İskonto Oranı” ve % 0,7 ile

“Uzaklık” olduğu belirlenmiştir. Ana kriterler açısından bakıldığında ise, işletmenin tedarikçi seçiminde dikkate aldığı en önemli kriterin % 49,9 ağırlığa sahip “Kalite” ve % 18,5 ağırlığı ile de “Teslimat” olduğu tespit edilmiştir. “Tedarikçinin Genel Durumu” kriteri de (% 4,2) işletme için en az öneme sahiptir.

ANP yöntemi ile kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinin ardından, ELECTRE matrisi oluşturulmuştur. Bu çerçevede işletmenin tercih edebileceği 12 adet tedarikçi belirlenmiş ve her bir kritere göre tedarikçilerin verileri elde edilmiştir. Tedarikçilere ilişkin verilere, işletmenin tedarikçiler ile ilgili sahip olduğu bilgiler yardımıyla ve tedarikçi firmaların web sitelerinden faydalanılarak ulaşılmıştır. Nicel kriterlere ilişkin veriler doğrudan matriste kullanılmıştır. Nitel kriterlere ilişkin ise, çalışma ekibi tarafından 1-10 ölçeği yardımıyla tedarikçiler puanlandırılmış ve puanların aritmetik ortalaması alınarak matrise yerleştirilmiştir. ELECTRE matrisi oluşturulduktan sonra yöntemin uygulama adımları izlenerek uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplanmıştır.

ELECTRE yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, en yüksek uyum indeksi ve en düşük uyumsuzluk indeksine sahip alternatif Tedarikçi 1 olduğundan, en iyi tedarikçi 1. Tedarikçi olarak belirlenmiştir. Bu tedarikçiyi 3., 7. ve 10. tedarikçiler izlemektedir. Performansı düşük olan tedarikçiler ise 12., 9. ve 6. tedarikçilerdir.

ELECTRE yöntemi tek başına kullanıldığında, kriterlerin ağırlıklandırılmasında karar vericinin tercihlerine dayalı olarak 1-10 ölçeği yardımıyla ya da 100 üzerinden verilen puanlar gibi basit yöntemler sayesinde kriterler ağırlıklandırılmaktadır. Ancak bu yapıda tam bir objektiflikten söz etmek mümkün değildir. Bunun üstesinden gelebilmek için çeşitli araştırmacılar ELECTRE, TOPSIS, VIKOR gibi yöntemleri tek başlarına değil AHP ya da ANP gibi yöntemlerle entegre bir şekilde kullanma yoluna gitmektedirler. AHP ya da ANP gibi yöntemler de karar problemlerinde tek başlarına kullanılabilirler. Ancak böyle bir yapıda da çok fazla alternatifin değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır. Alternatif sayısının artması yapılan ikili karşılaştırma sayılarını arttıracak, bu da karar vericinin bir süre sonra yaptığı karşılaştırmalarda tutarsızlığa sebep olacaktır. Örneğin; çalışmamızdaki 12 adet tedarikçinin AHP ya da ANP yöntemi ile değerlendirdiğini varsayarsak, 12x12’lik bir matris yapısından söz etmemiz gerekecekti. Bu da her bir kritere göre 12 adet ögenin karşılaştırılması anlamına

gelecekti. 15 adet kriter olduğundan, 15 adet 12x12'lik matris oluşturulacaktı. Bu matrislerin büyük bir çoğunluğu tutarsız olacak ve bunun sonucunda elde edilen çözümün hiçbir geçerliliği olmayacaktı. Bu sebeple iki yöntemin de zayıf yönlerini kapatmak ve tutarlı sonuçlar elde etmek amacıyla yöntemler bütünleşik bir şekilde kullanılmıştır. Tabii ANP yerine AHP de kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılabilirdi. Literatürde AHP ve ELECTRE yöntemlerini bütünleştiren birçok çalışma yer almaktadır. Ancak kriterler arasındaki ilişkileri dikkate aldığından daha gerçekçi çözümler sunan ANP yönteminin kullanılması tercih edilmiştir.

Yapılan çalışma ile, son yıllarda önemi gittikçe artan tedarik zinciri yönetiminin önemli bir konusu olan ve işletmelerin rekabet gücünü etkileyebilecek derecede hayati öneme sahip tedarikçi seçim kararı için bütünleşik bir yaklaşım önerilmiş ve önerilen yaklaşımın gerçek işletme verileri ile uygulanabilirliği gösterilmeye çalışılmıştır. İşletmeler tedarikçi seçim kararlarında ANP-ELECTRE bütünleşik yaklaşımını kullanabilirler. Ayrıca modelin yer seçimi, makine seçimi, proje değerlendirme, insan kaynakları vb. birçok alanda kullanılabileceği de düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Adair, J. (2010). *Decision Making and Problem Solving Strategies*. USA: Kogan Page.

Aguezzoul, A. ve Ladet, P. (2004). A Multiobjective Approach to Vendor Selection Taking into Account Transportation. *Second World Conference on Production & Operation Management and 15th Annual POM Conference*. ss.1-17. Cancun. Mexico. 30 April 2004.

Akdeniz, H.A. ve Turgutlu, T. (2007). Türkiye’de Perakende Sektöründe Analitik Hiyerarşik Süreç Yaklaşımıyla Tedarikçi Performans Değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 9(1): 1-17.

Aksakal, E. ve Dağdeviren, M. (2010). ANP ve DEMATEL Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 25(4): 905-913.

Alsuwehri, Y.N. (2011). *Supplier Evaluation and Selection by Using The Analytic Hierarchy Process Approach*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). USA: The University of Kansas Engineering Management Program.

Azadnia, A.H., Ghadimi, P., Mat Saman, M.Z., Wong, K.Y. ve Sharif, S. (2011). Supplier Selection: A Hybrid Approach Using ELECTRE and Fuzzy Clustering. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ICIEIS. CCIS 252*. 663–676.

Beamon, B.M. (1998). Supply Chain Design and Analysis: Models and Methods, *International Journal of Production Economics*. 55(3): 281-294.

Behzadian, M., Otaghsara, S.K., Yazdani, M. ve Ignatius, J. (2012). A State-of The-Art Survey of TOPSIS Applications. *Expert Systems with Applications: An International Journal*. 39(17): 13051-13069

Benyoucef, L., Ding, H. ve Xie, X. (2003). Supplier Selection Problem: Selection Criteria and Methods. *Institut Natioanl de Recherche en Informatique et en Automatique., Projet MACSI. Theme 4:* 1-38.

Bernroider, W.N. ve Mitlöhner, J. (2005). Characteristics of the Multiple Attribute Decision Making Methodology in Enterprise Resource Planning Software Decisions. *Communications of The IIMA.* 5(1): 49-57.

Bhutia, P.W. ve Phipon, R. (2012). Appication of AHP and TOPSIS Method for Supplier Selection Problem. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN).* 2(10): 43-50.

Bottero, M., Mondini, G. ve Valle, M. (2007). The Use of The Analytic Network Process For The Sustainability Assessment of An Urban Transformation Project. *International Conference on Whole Life Urban Sustainability and its Assessment.* (ss.1-22). Düzenleyen Glasgow Caledonian University. 27-29 Haziran 2007. Glasgow.

Brans, J.P. ve Mareschal, B. (2004). PROMETHEE Methods, *Multiple Criteria Decision Analysis: State of The Art Surveys.* (ss.163-189). Editors Figueira J.,Greco S. ve Ehrgott M., London: Kluwer Academic Publishers.

Bülbül, S. ve Köse, A. (2011). Türk Gıda Şirketlerinin Finansal Performansının Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi.* 10. *Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı.* (ss. 71-97). Düzenleyen Atatürk Üniversitesi İİBF Bölümü. Erzurum. 28-30 Mayıs 2009.

Caterino, N., Iervolino, I., Manfredi, G. ve Cosenza, E. (2009). Applicability and Effectiveness of Different Decision Making Methods for Seismic Upgrading Building Structures. *XIII Convegno Nazionale.* Bologna, Italy.

- Chatterjee, P., Athawale, W.M. ve Chakraborty, S. (2010). Selection of Industrial Robots Using Compromise Ranking and Outranking Methods. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. 26: 483–489.
- Chen, K.Y. ve Wu, W.T. (2011). Applying Analytic Network Process in Logistics Service Provider Selection – A Case Study of The Industry Investing in Southeast Asia. *International Journal of Electronic Business Management*. 9(1): 24-36.
- Chen, C.T. ve Hung, W.Z. (2009). Applying ELECTRE and Maximizing Deviation Method for Stock Portfolio Selection under Fuzzy Environment. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg Opportunities and Challenges*. SCI 214. 85–91.
- Cheng, E.W.L. ve Li, H. (2006). Job Performance Evaluation for Construction Companies: An Analytic Network Process Approach. *Journal of Construction Engineering and Management*. 132(8): 827-835.
- Cheng, E.W.L. ve Li, H. (2005). Analytic Network Process Applied to Project Selection. *Journal of Construction Engineering and Management*. 131(4): 459-466.
- Choo, E.U., Schoner, B. ve Wedley, W.C., (1999). Interpretation of Criteria Weights in Multicriteria Decision Making. *Computers&Industrial Engineering*. 37: 527-541.
- Covaliu, Z. (2001). *Decision Analysis: Concepts, Tools and Promise*. A Fair Isaac White Paper. Fair Isaac. www.fairisaac.com. (22.01.2013).
- Cristóbal, J.R.S., Biezma, M.V, Martínez, R. ve Somoza, R. (2009). Selection of Materials Under Aggressive Environments: The VIKOR Method, 3rd *International Conference on Integrity, Reliability and Failure*. Porto. Portugal. 20-24 July 2009.
- Croxtan, K.L., García-Dastugue, S.J., Lambert, D.M. ve Rogers, D.S. (2001). The Supply Chain Management Processes. *The International Journal of Logistics Management*. 12(2): 13-35.

Çağıl, G. (2011). 2008 Küresel Kriz Sürecinde Türk Bankacılık Sektörünün Finansal Performansının ELECTRE Yöntemi ile Analizi. *Maliye Finans Yazıları*. 25(93): 59-86.

Çınar, Y. (2004). *Çok Nitelikli Karar Verme ve Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi Örneği*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Dağdeviren, M. ve Yüksel, İ. (2007). Personel Selection Using Analytic Network Process. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 6(11): 99-118.

Dağdeviren, M., Dönmez, N. ve Kurt, M. (2006). Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 21(2): 247-255.

Dağdeviren, M., Eraslan, E. ve Kurt, M. (2005). Çalışanların Toplam İş Yüğü Seviyelerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Model ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 20(4): 517-525.

De Boer, L., Labro, E. ve Morlacchi, P. (2001). A Review of Methods Supporting Supplier Selection. *European Journal of Purchasing & Supply Management*. 7: 75-89.

Demir, H. ve Gümüşoğlu, Ş. (1988). *Yönetmel Karar Verme*. İzmir: Mess Yayını.

Dikmen, İ, Birgonul, M.T. ve Ozorhon, B. (2007). Project Appraisal and Selection Using the Analytic Network Process. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 34: 786-792.

Drucker, P.F. (1992). *Etkin Yöneticilik*. Çev. Ahmet Özden-Nuray Tunalı. İstanbul: Eti Kitapları.

Emhan, A. (2007). Karar Verme Süreci ve Bu Süreçte Bilişim Sistemlerinin Kullanılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. 6(21): 212-224.

Enyinda, C.I., Dunu, E. ve Gebremikael, F. (2010). An Analysis of Strategic Supplier Selection and Evaluation in a Generic Pharmaceutical Firm Supply Chain. *Proceedings of ASBBS*. ASBBS Annual Conference: Las Vegas. 17(1): 77-91.

Ertuğrul, İ. ve Karakaşoğlu, N. (2010). ELECTRE ve Bulanık AHP Yöntemleri ile Bir İşletme İçin Bilgisayar Seçimi. *DEÜ İİBF Dergisi*. 25(2): 23-41.

Figueira, J., Mousseau, V. ve Roy, B. (2004). ELECTRE Methods, *Multiple Criteria Decision Analysis: State of The Art Surveys*, (ss.133-162), Editors Figueira J., Greco S. ve Ehrgott M., London: Kluwer Academic Publishers.

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

Giannoulis, C. ve Ishizaka, A. (2010). A Web-Based Decision Support System with ELECTRE III for A Personalised Ranking of British Universities. *Decision Support Systems*. 48: 488–497.

Goletsis, Y., Psarras, J. ve Samouilidis, J.E. (2003). Project Ranking in the Armenian Energy Sector Using a Multicriteria Method for Groups. *Annals of Operations Research Kluwer Academic Publishers*. 120: 135–157.

Gomes, L.F.A.M. ve Santos, L.L. (2008). An Application of The ELECTRE TRI Method to Human Resource Management in Telecommunication in Brasil. *Rio' s International Journal on Sciences of Industrial and Systems Engineering and Management*. 2: 1-20.

Görener, A. (2011). Bütünleşik ANP-VIKOR Yaklaşımı İle ERP Yazılımı Seçimi. *Havacılık ve Uzay Teknolojiler Dergisi*. 5(1): 97-110.

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

Göze, E.A. (2008). *Analitik Ağ Süreci ile Sürdürülebilir Bir Üçüncü Parti Lojistik Servis Sağlayıcısı Seçimi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Habenicht, W., Scheubrein, B., Scheubrein, R. (2002). *Multiple Criteria Decision Making. Optimization and Operations Research*. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) Oxford, UK: Eolss Publishers.

Hansson, S.O. (1994). *Decision Theory: A Brief Introduction*, Department of Philosophy and the History of Technology. Royal Institute of Technology. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.111.7332&rep=rep1&type=pdf>, (22.01.2013).

Hemmati, S. ve Rabbani, M. (2010). Make-to-Order/Make-to-Stock Partitioning Decision Using The Analytic Network Process. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 48: 801–813.

Herat, A.T., Noorossana, R., Parsa, S. ve Serkani, E.S. (2012). Using DEMATEL – Analytic Network Process (ANP) Hybrid Algorithm Approach for Selecting Improvement Projects of Iranian Excellence Model in Healthcare Sector. *African Journal of Business Management*. 6(2): 627-645.

Hwang, K.P. ve Yoon, C.L. (1995) *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*. Californina: SAGE University Paper.

Jajimoggala, S., Raob, K. ve Beela, S. (2011). Supplier Evaluation Using Fuzzy Analytical Network Process and Fuzzy TOPSIS. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*. 5(6): 543-551.

Jharkharia, S. ve Shankar, R. (2007). Selection of Logistics Service Provider: An Analytic Network Process (ANP) Approach. *Omega. The International Journal of Management Science*. 35: 274-289.

Ka, B. (2011). Application of Fuzzy AHP and ELECTRE to China Dry Port Location Selection. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*. 27(2): 331-354.

Kabli, M.R. (2009). *A Multi-Attribute Decision Making Methodology For Selecting New R&D Projects Portfolio With A Case Study of Saudi Oil Refining Industry*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İngiltere: The University of Nottingham School of Mechanical, Materials and Manufacturing Engineering.

Kang, H.Y., Lee, A.H., Chang, C.C. ve Kang, M.S. (2012). A Model for Selecting Technologies in New Product Development. *Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering*. 1-17.

Kasirian, M.N. ve Yusuff, R.M. (2009). Determining Interdependencies Among Supplier Selection Criteria. *European Journal of Scientific Research*. 35(1): 76-84.

Khezrian, M., Kadir, W.M.N.W, Ibrahim, S. ve Kalantari, A. (2011). Service Selection Based on VIKOR Method, *International Journal of Research and Reviews in Computer Science*. 2(5): 1182-1186.

Kim, I, Shin, S., Choi, Y., Thang, N.M., Ramos, E.R. ve Hwang, W.J. (2009). Development of A Project Selection Method on Information System Using ANP and Fuzzy Logic. *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*. 41: 411-416.

Kuru, A. (2011). *Entegre Yönetim Sistemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar ve Uygulamaları*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Li, Y. (2007). *An Intelligent, Knowledge-based Multiple Criteria Decision Making Advisor for Systems Design*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Atlanta: Georgia Institute of Technology School of Aerospace Engineering.

Liberatore, M. J. ve Nydick, R. L. (2008). The Analytic Hierarchy Process in Medical and Health Care Decision Making: A Literature Review. *European Journal of Operational Research*. 189: 194–207.

Linkov, I., Varghese, A., Jamil, S., Seager, T.P., Kiker, G. ve Bridges, T. (2004) □ Multi-Criteria Decision Analysis: A Framework for Structuring Remedial Decisions at the Contaminated Sites. *Comparative Risk Assessment and Environmental Decision Making*. (ss. 15-54). Editors Linkov, I. and Ramadan, A.B., Netherland: Kluwer Academic Publishers.

Liu, P. (2011). A Novel Method for Multiple Attribute Decision Making of Continuous Random Variable under Risk with Attribute Weight Unknown. *Mathematical and Computational Applications*. 16(2): 340-349.

Liu, E. ve Hsiao, S.W. (2006). ANP-GP Approach for Product Variety Design. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 29: 216–225.

Lombardi, P.L., M. Lami, I., Bottero, M. ve Grasso, C. (2007). Application of The Analytic Network Process and The Multi-Modal Framework to An Urban Upgrading Case Study. *International Conference on Whole Life Urban Sustainability and its Assessment*. Düzenleyen Glasgow Caledonian University. 17 sayfa. 27-29 Haziran 2007 Glasgow.

Lu, D. (2011). *Fundamentals of Supply Chain Management*. Denmark: Ventus Publishing ApS.

Lu, G., Wang, H. ve Mao, X. (2010). Using ELECTRE TRI Outranking Method to Evaluate Trustworthy Software. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ATC. LNCS 6407*. 219–227.

Meade, L.M. ve Presley, A. (2002). R&D Project Selection Using The Analytic Network Process. *IEEE Transaction on Engineering Management*. 49(1): 59-66.

Memariania, A., Aminib, A ve Alinezhad, A. (2009). Sensitivity Analysis of Simple Additive Weighting Method (SAW): The Results of Change in the Weight of One Attribute on the Final Ranking of Alternatives. *Journal of Industrial Engineering*. 4: 13- 18.

Mendoza, A. (2007). *Effective Methodologies For Supplier Selection And Order Quantity Allocation*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). USA: Pennsylvania State University Industrial Engineering and Operations Research.

Mendoza, G.A. ve Martins, H. (2006). Multi-Criteria Decision Analysis in Natural Resource Management: A Critical Review of Methods and New Modelling Paradigms. *Forest Ecology and Management*. 230 (1-3): 1-22.

Michnik, J. (2008). Technology Assessment Process for New Production Line Development – Analytic Network Process Approach. *Multiple Criteria Decision Making*. (ss. 139-150). Editors Trzaskalik. Poland: University of Economics in Katowice.

Milani, A.S., Shanian, A., Lynam, C. ve Scarinci, T. (2013). An Application of The Analytic Network Process in Multiple Criteria Material Selection. *Materials & Design*. 44: 622-632.

Milani, A.S., Shanian, A. ve El-Lahham, C. (2006). Using Different ELECTRE Methods in Strategic Planning in The Presence of Human Behavioral Resistance.

Hindawi Publishing Corporation Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences. 1-19. <DOI 10.1155/JAMDS/2006/10936>.

Moeinzadeh, P. ve Hajfathaliha, A. (2009). Combined Fuzzy Decision Making Approach to Supply Chain Risk Assessment. *World Academy of Science Engineering and Technology*. 60: 519-535.

Mohaghar, A., Fathi, M.R., Faghih, A.ve Turkayesh, M.M. (2012). An Integrated Approach of Fuzzy ANP and Fuzzy TOPSIS for R&D Project Selection: A Case Study. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 6(2): 66-75.

Monavvarian, A., Fathi, M.R., Zarchi, M.K. ve Faghih, A. (2011). Combining ANP with TOPSIS in Selecting Knowledge Management Strategies (Case Study: Pars Tire Company). *European Journal of Scientific Research*. 54(4): 538-546.

Montazer, G.A., Saremi, H.Q. ve Ramezani, M. (2009). Design A New Mixed Expert Decision Aiding System Using Fuzzy ELECTRE III Method For Vendor Selection. *Expert Systems with Applications*. 36: 10837–10847.

Nakagawa, T. ve Sekitani, K. (2004). A Use of Analytic Network Process for Supply Chain Management. *Asia Pacific Management Review*. 9(5): 783-800.

Neira, E., Castillo, M. ve Lesmes, D. (2009). Analytic Network Process (ANP): An Approach to Estimate The Colombian Baby Diapers Market Share. *Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*.

Önüt, S., Tuzkaya, U.R. ve Kemer, B. (2008). An Analytical Network Process Approach to The Choice of Hospital Location. *Journal of Engineering and Natural Sciences*. 25(4): 367-379.

Özcan, E.C. ve Özyörük, B. (2008). Analitik Hiyerarşi Sürecinin Tedarikçi Seçiminde Uygulanması: Otomotiv Sektöründen Bir Örnek. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 13(1): 133-144.

Özdağolu, A. (2008). Tesis Yeri Seçiminde Farklı Bir Yaklaşım: Bulanık Analitik Serim Süreci. *DEU İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 22(1): 421-437.

Özdemir, A.İ. (2004). Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 23: 87-96.

Özkan, Ö. (2007). *Personel Seçiminde Karar Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: AHP, ELECTRE ve TOPSIS Örneği*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Palanisamy, P., Zubar, A. ve Kapoor, S. (2011). A Model for Supplier Selection using Analytic Network Process. *Tenth International Conference on Operations and Quantitative Management. ICOQM-10*. ss.808-814. 28-30 June 2011. Nashik. India.

Pang, J., Zhang, G. ve Chen, G. (2011). ELECTRE I Decision Model of Reliability Design Scheme for Computer Numerical Control Machine. *Journal of Software*. 6(5): 894-900.

Petroni, A. ve Braglia, M. (2000). Vendor Selection Using Principal Component Analysis. *Journal of Supply Chain Management*. 36(2): 63-69.

Pomerol, J.C. ve Romero, S.B. (2000). *Multicriterion Decision In Management: Principles and Practice*. USA: Kluwer Academic Publishers.

Pramod, V.R. ve Banwet, D.K. (2010). Analytic Network Process Analysis of an Indian Telecommunication Service Supply Chain: A Case Study. *Service Science*. 2(4): 281-293.

Razmi, J. ve Rafiei, H. (2010). An Integrated Analytic Network Process with Mixed-Integer Non-linear Programming to Supplier Selection and Order Allocation. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 49: 1195-1208.

Rouyendegh, B.D. ve Erol, S. (2012). Selecting The Best Project Using The Fuzzy ELECTRE Method. *Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering*. <doi:10.1155/2012/790142>.

Roy, B. (1991). The Outranking Approach and The Foundations of ELECTRE Methods. *Theory and Decision Kluwer Academic Publishers*. 31: 49-73.

Ruiz, F. (12 Ocak 2012). *International Society on Multiple Criteria Decision Making*. <http://mcdmsociety.org/facts.html> (01.02.2013).

Ruiz, F. (12 Ocak 2012). *International Society on Multiple Criteria Decision Making*. <http://mcdmsociety.org/facts.html#Bibliom> (01.02.2013).

Saaty, T.L. (2009). Applications of Analytic Network Process in Entertainment. *Iranian Journal of Operations Research*. 1(2): 41-55.

Saaty, T.L. (2008a). Decision Making with The Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*. 1(1): 83–98.

Saaty, T.L. (2008b), The Analytic Network Process. *Iranian Journal of Operations Research*. 1: 1-27.

Saaty, T.L. (2008c). The Analytic Hierarchy and Analytic Network Measurement Processes: Applications to Decisions under Risk. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*. 1(1): 122-196.

Saaty, T.L. ve Vargas L.G. (2006). *Decision Making With The Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. USA: Springer Science+Business Media, LLC.

Saaty, T.L. ve Özdemir, M.S. (2003). Why The Magic Number Seven Plus or Minus Two. *Mathematical and Computer Modelling An International Journal*, 38(3-4): 233-244.

Saaty, T.L. (1999a). Fundamentals of The Analytic Network Process. *ISAHP*, 14 sayfa. Kobe. Japan. 12-14 August.

Saaty, T.L. (1999b). *Decision Making For Leaders*. USA: RWS Publications.

Saaty, T.L. (1994). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with The Analytic Hierarchy Process*. USA: RWS Publications.

Saaty, T.L. (1991). Some Mathematical Concepts of The Analytic Hierarchy Process, *Behaviormetrika*. 29: 1-29.

Saaty, T. L. (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operation Research*, 48: 9–26.

Saaty, T.L. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*. 32(7): 841-855.

Sadeghi, M., Rashidzadeh, M.A. ve Soukhakian, M.A. (2012). Using Analytic Network Process in a Group Decision Making for Supplier Selection. *Informatica*. 23(4): 621-643.

Sadjadi, S.J., Habibian, M. ve Khaledi, V. (2008) A Multi-Objective Decision Making Approach for Solving Quadratic Multiple Response Surface Problems, *International Journal of Contemporary Mathematic Sciences*. 32(3): 1595 – 1606.

Seresht, A.S., Fazli, S. ve Mozaffari, M.M. (2012). Using DEMATEL Method to Modeling Project Complexity Dimensions. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*. 2(11): 11211-11217.

Setak, M., Sharifi, S. ve Alimohammadian, A. (2012). Supplier Selection and Order Allocation Models in Supply Chain Management: A Review. *World Applied Sciences Journal*. 18(1): 55-72.

Shahanaghi, K. ve Yazdian, S.A. (2009). Vendor Selection Using a New Fuzzy Group TOPSIS Approach. *Journal of Uncertain Systems*. 3(3): 221-231.

Shahgholian, K., Shahraki, A., Vaezi, Z. ve Hajihosseini H. (2012). A Model For Supplier Selection Based on Fuzzy Multi-Criteria Group Decision Making. *African Journal of Business Management*. 6(20): 6254-6265.

Shanian, A. ve Savadogo, O. (2006). A Material Selection Model Based on The Concept of Multiple Attribute Decision Making. *Materials and Design*. 27: 329–337.

Shil, N.C. (2009). A Case On Vendor Selection Methodology: An Integrated Approach. *Journal of Transport and Supply Chain Management*. 3(1): 80-95.

Singh, K.N., Kushwaha, S. ve Hamid, F. (2012). Analytic Network Process – A Review of Application Areas, *The 1st IEEE International Conference on Logistics Operations Management*. Le Havre. France. 17-19 October 2012. 14 page.

Soner, S. ve Önüt, S. (2006). Multi-Criteria Supplier Selection: An ELECTRE-AHP Application. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. 4: 110-120.

Şen, S. (2009). *Multiple Criteria Decision Making (MCDM) In Supplier Selection*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Tajadod, M., Ghasemi, E. ve Bazargan, H. (2011). A Combined Method Based on Fuzzy Analytical Network Process and Fuzzy Data Envelopment Analysis for Maintenance Strategy Selection. *International Conference on Advances in Electrical and Electronics Engineering*. 179-183.

Tam, M.C.Y. ve Tummala, V.M.R. (2001). An Application of The AHP in Vendor Selection of A Telecommunications System. *The International of Management Science*. 29: 171-182.

Tan Kheng, W., Yeh, Y.D., Chen, S.J., Lin, Y.C. ve Kuo, C.Y. (2012). Using DEMATEL and the Smartphone as a Case Study to Investigate How Consumers Evaluate Many Features of a Product Collectively. *International Journal of Applied Mathematics and Informatics*. 6(3): 117-125.

Teeravaraprug, J. (2008). Outsourcing and Vendor Selection Model Based On Taguchi Loss Function. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 30(4): 523-530.

Thangamani, G. (2012). Technology Selection for Product Innovation Using Analytic Network Process (ANP) – A Case Study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*. 3(5): 560-565.

Thiruchelvam, S. ve Tookey, J.E. (2011). Evolving Trends of Supplier Selection Criteria And Methods. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*. 4: 437-454.

Triantaphyllou, E. (2000). *Multi Criteria Decision Making Methods: A Comperative Study*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Triantaphyllou, E., Shu, B., Nieto Sanchez, S. ve Ray T. (1998). Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach. 15: 175-186.

Triantaphyllou, E. ve Mann, S.H. (1989). An Examination of The Effectiveness of Multi-Dimensional Decision Making Methods: A Decision Making Paradox. *Decision Support System*. 5(1): 303-312.

Tütek, H.H., Gümüsoğlu, Ş. ve Özdemir, A. (2012). *Sayısal Yöntemler: Yönetmel Yaklaşım*. İzmir: Beta Basım A.Ş.

Tzeng, G.H. ve Huang, J.J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*. USA: CRC Publishers.

Tzeng, G.H. (2003). Multiple Objective Decision Making in Past, Present and Future, *Multiple Objective Programming and Goal Programming: Theory and Applications*. (ss. 65-76) Editors Tanino, T., Tanaka, T., ve Inuiguchi, M. Japan: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Valmohammadi, C. (2010). Using the Analytic Network Process in Business Strategy Selection: A Case Study. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 4(10): 5205-5213.

Vargas, R.V. (2010). Using The Analytic Hierarchy Process (AHP) to Select and Prioritize Projectsina Portfolio. *PMI Global Congress*. North America. Washington DCEUA.

Vinodh, S. ve Girubha, R.J. (2012). Sustainable Concept Selection Using ELECTRE. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 14: 651–656.

Wei, W.L. ve Chang, W.C. (2008). Analytic Network Process-Based Model for Selecting An Optimal Product Design Solution with Zero–One Goal Programming. *Journal of Engineering Design*. 19(1): 15-44.

Wieszata, P., Trzaskalik, T. ve Targiel, K. (2011). Analytic Network Process in ERP System Selection. *International Workshop on Multiple Criteria Decision Making*. 261-286.

Xu, L ve Yang, J.B. (2001). Introduction to Multi-Criteria Decision Making and the Evidential Reasoning Approach. WorkingPaper No. 0106. Manchester School of Management.

Yazgan, H.R. (2011). Selection of Dispatching Rules with Fuzzy ANP Approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 52: 651-667

Yücel, M. ve Ulutaş, A. (2009). Çok Kriterli Karar Yöntemlerinden ELECTRE Yöntemiyle Malatya’ da Bir Kargo Firması İçin Yer Seçimi. *SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*. 11(17): 327-344.

Yürekli, H. (2008). *Taarruz Helikopterleri Seçiminde ELECTRE Yönteminin Kullanılması*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Zeleny, M. (1982). *Multiple Criteria Decision Making*. USA: McGraw-Hill Book Company.

EKLER

EK 1: Çalışmada Kullanılan Anket Formu

İşletmeniz için en iyi tedarikçinin belirlenebilmesi amacıyla aşağıda yer alan sorular hazırlanmıştır. Sağlıklı ve tutarlı sonuçlar elde edebilmek için soruların dikkatle ve özenle cevaplandırılması çok önemlidir. Aşağıda örnek bir cevaplama şekli gösterilmektedir. Ankete katıldığınız için teşekkür ederiz.

Örnek: “Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

1: Eşit önemde 3: Biraz fazla 5: Daha fazla 7: Çok daha fazla 9: Aşırı derecede

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ürün Spesifikasyonlarına uyum kriterini, ünün, deneyimden çok fazla etkilediği düşünülüyorsa o zaman sağ taraftaki 7 rakamı işaretlenmelidir.

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ürün Spesifikasyonlarına uyum kriterini, deneyimin, ünden biraz fazla etkilediği düşünülüyorsa o zaman sol taraftaki 5 rakamı işaretlenmelidir.

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

SORULAR

1. “Hatalı Ürün İade Oranı” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Ürün Spesifikasyonları na Uyum Derecesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kalite/ Ürün Belge Sayısı
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------------------------------------

EK 1: Devam

2. “Hatalı Ürün İade Oranı” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik Yeterlilik
Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
Teknik Yeterlilik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi

3. “Hatalı Ürün İade Oranı” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uzaklık
Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
Uzaklık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün

4. “Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Hatalı Ürün İade Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kalite/Ürün Belge Sayısı
------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--------------------------

5. “Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik Yeterlilik
Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
Teknik Yeterlilik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi

EK 1: Devam

6. “Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

7. “Kalite/Ürün Belge Sayısı” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Hatalı Ürün İade Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Spesifikasyonların a Uyum Derecesi
---------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

8. “Kalite/Ürün Belge Sayısı” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Ürün Çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Makine Yeterliliği
Ürün Çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi

9. “Kalite/Ürün Belge Sayısı” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

10. “Ürün Fiyatı” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Ödeme Vadesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İskonto Oranı
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------------------

EK 1: Devam

11. “Ürün Fiyatı” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik Yeterlilik
Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
Teknik Yeterlilik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi

12. “Ürün Fiyatı” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uzaklık
Ün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uzaklık

13. “Ödeme Vadesi” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Ürün Fiyatı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İskonto Oranı
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------

14. “İskonto Oranı” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Ürün Fiyatı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ödeme Vadesi
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--------------

EK 1: Devam

15. “Teslimat Süresi” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik Yeterlilik
Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
Teknik Yeterlilik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi

16. “Teslimat Süresi” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uzaklık
Ün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uzaklık

17. “Doğru Miktarda Teslimat” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uzaklık
Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
Uzaklık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün

18. “Ürün Çeşitliliği” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik Yeterlilik
Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
Teknik Yeterlilik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi

EK 1: Devam

19. “Ürün Çeşitliliği” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

20. Makine Yeterliliği” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Hatalı Ürün İade Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Spesifikasyonların a Uyum Derecesi
---------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

21. Makine Yeterliliği” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Ürün Çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------

22. “Makine Yeterliliği” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

23. “Teknik Yeterlilik” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Hatalı Ürün İade Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi
---------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

EK 1: Devam

24. “Teknik Yeterlilik” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Ürün Çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Makine Yeterliliği
Ürün Çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi

25. “Teknoloji Kapasitesi” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Hatalı Ürün İade Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi
------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

26. “Teknoloji Kapasitesi” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Ürün Çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Makine Yeterliliği
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--------------------

27. “Teknoloji Kapasitesi” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

28. “Deneyim” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Hatalı Ürün İade Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi
------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

EK 1: Devam

29. “Deneyim” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik Yeterlilik
Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
Teknik Yeterlilik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi

30. “Deneyim” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Teslimat Süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Doğru Miktarda Teslimat
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------

31. “Ün” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Hatalı Ürün İade Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Spesifikasyonların a Uyum Derecesi
------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

32. “Ün” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Ürün Çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Makine Yeterliliği
Ürün Çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi

33. “Ün” kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Teslimat Süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Doğru Miktarda Teslimat
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------

EK 1: Devam

ANA KRİTERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

1. “KALİTE” ana kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat
Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği
Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Genel Durumu
Teslimat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği
Teslimat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Genel Durumu
Tedarikçinin Üretim Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Genel Durumu

2. “FİYAT” ana kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Fiyat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kalite
Fiyat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Genel Durumu
Fiyat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği
Fiyat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat
Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Genel Durumu
Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği
Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat

EK 1: Devam

Tedarikçinin Genel Durumu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği
Tedarikçinin Genel Durumu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat
Tedarikçinin Üretim Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat

3. “TESLİMAT” ana kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız

Tedarikçinin Üretim Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Genel Durumu
---------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------------------

4. “TEDARİKÇİNİN ÜRETİM YETERLİLİĞİ ” ana kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Fiyat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kalite
Fiyat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Genel Durumu
Fiyat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği
Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Genel Durumu
Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği
Tedarikçinin Genel Durumu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği

5. “TEDARİKÇİNİN GENEL DURUMU ” ana kriterini etkileme derecesine göre aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

EK 1: Devam

Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Genel Durumu
Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği
Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat
Tedarikçinin Genel Durumu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği
Tedarikçinin Genel Durumu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat
Tedarikçinin Üretim Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat

AMAÇ : “En İyi Tedarikçinin Seçimi” ne Yönelik İkili Karşılaştırmalar

1. “En İyi Tedarikçi Seçimi” ne yönelik olarak aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

İskonto Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ödeme Vadesi
İskonto Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Fiyatı
Ödeme Vadesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Fiyatı

2. “En İyi Tedarikçi Seçimi” ne yönelik olarak aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Hatalı Ürün İade Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kalite Ürün/Belge Sayısı
Hatalı Ürün İade Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi
Kalite Ürün/Belge Sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Spesifikasyonlarına Uyum Derecesi

EK 1: Devam

3. “En İyi Tedarikçi Seçimi” ne yönelik olarak aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uzaklık
Deneyim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün
Uzaklık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ün

4. “En İyi Tedarikçi Seçimi” ne yönelik olarak aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik Yeterlilik
Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
Makine Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Çeşitliliği
Teknik Yeterlilik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji Kapasitesi
Teknik Yeterlilik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Çeşitliliği
Teknoloji Kapasitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün Çeşitliliği

5. “En İyi Tedarikçi Seçimi” ne yönelik olarak aşağıdaki kriterleri karşılaştırınız.

Doğru Miktarda Teslimat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat Süresi
-------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

6. “En İyi Tedarikçi Seçimi” ne yönelik olarak aşağıdaki ana kriterleri karşılaştırınız.

Fiyat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kalite
Fiyat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Genel Durumu
Fiyat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği

EK 1: Devam

Fiyat	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat
Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Genel Durumu
Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği
Kalite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat
Tedarikçinin Genel Durumu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçinin Üretim Yeterliliği
Tedarikçinin Genel Durumu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat
Tedarikçinin Üretim Yeterliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teslimat

EK 2: Ankete Verilen Cevaplar

YANITLAR

ALT KRİTERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI:

1

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
ÜS-KBS	9	7	6	7,230

2

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
MY-TY	1/7	1/5	1/4	0,192
MY-TK	4	2	1/4	1,259
TY-TK	5	4	6	4,932

3

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
D-U	8	1/3	3	1,999
D-Ü	9	2	2	3,301
U-Ü	1/9	5	1/2	0,652

4

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
HÜ-KBS	7	5	5	5,593

5

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
MY-TY	1/8	3	5	1,233
MY-TK	8	1	1/3	1,386
TY-TK	8	1/3	1/4	0,873

EK 2: Devam**6**

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
D-Ü	1/4	1/2	3	0,721

7

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
HÜ-ÜS	1/7	2	1/5	0,385

8

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
ÜÇ-MY	1/4	1/2	1/3	0,346
ÜÇ-TK	1/4	1/4	1/5	0,232
MY-TK	3	2	1/6	0,998

9

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
D-Ü	1	1/2	1	0,794

10

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
ÖV-İÖ	2	1	5	2,154

11

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
MY-TY	5	1/6	5	1,607
MY-TK	5	1	1/3	1,185
TY-TK	5	4	1/6	1,491

12

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
D-Ü	2	1	1	1,259
D-U	3	3	4	3,301
Ü-U	4	1	3	2,289

EK 2: Devam**13**

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
ÜF-İÖ	2	3	6	3,301

14

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
ÜF-ÖV	1/3	1	1/3	0,480

15

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
MY-TY	6	1/8	4	1,442
MY-TK	6	2	1/3	1,586
TY-TK	1	4	1/5	0,928

16

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
D-Ü	2	1	3	1,817
D-U	3	1/2	5	1,957
Ü-U	1	2	2	1,587

17

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
D-U	7	1/6	3	1,516
D-Ü	1/3	3	1	1,000
U-Ü	1/5	2	3	1,062

18

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
MY-TY	6	1/4	5	1,957
MY-TK	3	1	1/2	1,144
TY-TK	6	4	1/8	1,442

EK 2: Devam**19**

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
D-Ü	2	2	3	2,289

20

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
HÜ-ÜS	1/5	1/5	1/4	0,215

21

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
ÜÇ-TK	8	3	4	4,578

22

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
D-Ü	4	1/2	1	1,259

23

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
HÜ-ÜS	1/3	1/2	1/3	0,381

24

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
ÜÇ-MY	1/7	4	3	1,194
ÜÇ-TK	1/7	3	2	0,950
MY-TK	1/4	4	4	1,587

25

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
HÜ-ÜS	1/2	1/2	1/3	0,436

EK 2: Devam**26**

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
ÜÇ-MY	1/7	3	1/4	0,475

27

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
D-Ü	5	1	1	1,709

28

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
HÜ-ÜS	1/3	1/3	1/5	0,281

29

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
MY-TY	1	2	1/3	0,874
MY-TK	1/4	1/2	1/2	0,396
TY-TK	2	2	1/5	0,928

30

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
TS-DMT	4	4	5	4,308

31

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
HÜ-ÜS	5	5	6	5,313

32

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
ÜÇ-MY	3	2	4	2,884
ÜÇ-TK	1	1	1/3	0,693
MY-TK	1/2	1/2	1/4	0,396

EK 2: Devam

33

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
TS-DMT	3	5	5	4,217

ANA KRİTERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI:

1

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
K-T	8	4	6	5,768
K-TÜY	1	4	7	3,036
K-TGD	3	4	7	4,379
T-TÜY	1	3	1/3	1,000
T-TGD	7	4	1/5	1,775
TÜY-TGD	7	3	4	4,379

2

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
F-K	1/2	4	1/3	0,874
F-TGD	4	2	5	3,419
F-TÜY	3	2	3	2,620
F-T	2	4	3	2,884
K-TGD	5	2	7	4,121
K-TÜY	5	2	6	3,914
K-T	4	7	3	4,379
TGD-TÜY	1/2	1/4	1/3	0,346
TGD-T	1/3	1/3	1/5	0,281
TÜY-T	1	1/3	1/4	0,436

3

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
TÜY-TGD	5	4	5	4,641

EK 2: Devam**4**

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
F-K	1/4	1	1/3	0,436
F-TGD	2	2	5	2,714
F-TÜY	1/3	1/2	1/2	0,436
K-TGD	1/2	3	7	2,189
K-TÜY	2	3	2	2,289
TGD-TÜY	3	1/3	1/3	0,693

5

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
K-TGD	5	2	2	2,714
K-TÜY	1	2	3	1,817
K-T	2	3	2	2,289
TGD-TÜY	1/5	1/3	1/3	0,281
TGD-T	1/6	1/5	1/5	0,188
TÜY-T	1	2	3	1,817

HEDEFE GÖRE KRİTER VE ALT KRİTERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI:**1**

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
İO-ÖV	1/5	1/5	1/3	0,237
İO-ÜF	1/9	1/8	1/9	0,115
ÖV-ÜF	1/6	1/6	1/4	0,190

2

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
HÜ-KBS	6	6	5	5,646
HÜ-ÜS	5	1/3	4	1,881
KBS-ÜS	1/9	1/6	1/5	0,154

EK 2: Devam**3**

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
D-U	7	6	6	6,316
D-Ü	1/2	2	1	1,000
U-Ü	1/2	1/2	1/7	0,329

4

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
MY-TY	1/4	1/5	2	0,464
MY-TK	4	1/3	1/5	0,643
MY-ÜÇ	1/2	1	2	1,000
TY-TK	1	2	1/4	0,794
TY-ÜÇ	7	5	2	4,121
TK-ÜÇ	5	3	5	4,217

5

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
DMT-TS	1/8	1/7	1/6	0,143

6

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	Geometrik Ortalama
F-K	1/7	1/5	1/4	0,192
F-TGD	5	4	2	3,419
F-TÜY	2	1	3	1,817
F-T	1	1	2	1,259
K-TGD	7	6	6	6,316
K-TÜY	4	4	3	3,634
K-T	5	2	4	3,419
TGD-TÜY	1/3	1/2	1/6	0,302
TGD-T	1/9	1/8	1/8	0,120
TÜY-T	1/4	1/4	5	0,678

EK 3: Başlangıç Süpermatris

Ana Kriterler	AMAÇ	FİYAT			KALİTE			TEDARİKÇİNİN GENEL DURUMU			TEDARİKÇİNİN ÜRETİM YETERLİLİĞİ				TESLİMAT	
Alt Kriterler	Tedarikçi Seçimi	İÖ	ÖV	ÜF	HÜ	KBS	ÜS	D	U	Ü	MY	TY	TK	ÜÇ	DMT	TS
Tedarikçi Seçimi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İÖ	0,628	0	0,232	0,317	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÖV	0,193	0,675	0	0,682	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÜF	0,743	0,324	0,767	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
HÜ	0,548	0	0	0	0	0,278	0,848	0,219	0	0,841	0,177	0,276	0,304	0	0	0
KBS	0,075	0	0	0	0,121	0	0,151	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÜS	0,376	0	0	1	0,878	0,721	0	0,780	0	0,158	0,822	0,723	0,695	0	0	0
D	0,503	0	0	0,481	0,561	0,442	0,419	0	0	1	0,557	0	0,630	0,695	0,380	0,481
U	0,101	0	0	0,152	0,206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,294	0,216
Ü	0,394	0	0	0,365	0,231	0,557	0,580	1	0	0	0,442	0	0,369	0,304	0,324	0,301
MY	0,164	0	0	0,407	0,151	0,408	0,395	0,225	0	0,155	0	0,364	0,500	0,427	0	0,430
TY	0,353	0	0	0,320	0,716	0	0,294	0,327	0	0	0	0	0	0,295	0	0,282
TK	0,372	0	0	0,271	0,132	0,467	0,310	0,447	0	0,463	0,179	0,289	0	0,276	0	0,287
ÜÇ	0,108	0	0	0	0	0,123	0	0	0	0,380	0,820	0,346	0,500	0	0	0
DMT	0,125	0	0	0	0	0	0	0,188	0	0,191	0	0	0	0	0	0
TS	0,874	0	0	1	1	0	1	0,811	1	0,808	0	0	0	0	0	0

EK 4 : Ağırlıklandırılmış Süpermatris

Ana Kriterler	AMAÇ	FİYAT			KALİTE			TEDARİKÇİNİN GENEL DURUMU			TEDARİKÇİNİN ÜRETİM YETERLİLİĞİ				TESLİMAT	
Alt Kriterler	Tedarikçi Seçimi	İÖ	ÖV	ÜF	HÜ	KBS	ÜS	D	U	Ü	MY	TY	TK	ÜÇ	DMT	TS
Tedarikçi Seçimi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İÖ	0,009	0	0,232	0,093	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÖV	0,030	0,675	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÜF	0,118	0,324	0,767	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0	0	0
HÜ	0,273	0	0	0	0	0,183	0,480	0,086	0	0,331	0,072	0,170	0,155	0	0	0
KBS	0,037	0	0	0	0,068	0	0,085	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÜS	0,187	0	0	0,388	0,497	0,475	0	0,307	0	0,062	0,337	0,446	0,356	0	0	0
D	0,021	0	0	0,029	0,045	0,041	0,033	0	0	0,082	0,074	0	0,106	0,240	0,380	0,085
U	0,004	0	0	0,009	0,016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,294	0,038
Ü	0,016	0	0	0,022	0,018	0,052	0,046	0,082	0	0	0,059	0	0,062	0,104	0,324	0,053
MY	0,018	0	0	0,043	0,032	0,100	0,083	0,064	0	0,044	0	0,139	0,159	0,280	0	0,354
TY	0,040	0	0	0,033	0,152	0	0,062	0,094	0	0	0	0	0	0,193	0	0,232
TK	0,042	0	0	0,028	0,028	0,115	0,065	0,128	0	0,133	0,045	0,110	0	0,181	0	0,236
ÜÇ	0,012	0	0	0	0	0,030	0	0	0	0,109	0,209	0,132	0,159	0	0	0
DMT	0,023	0	0	0	0	0	0	0,044	0	0,045	0	0	0	0	0	0
TS	0,161	0	0	0,151	0,141	0	0,141	0,191	1	0,190	0	0	0	0	0	0

EK 5 : Limit Süpermatris

Ana Kriterler	AMAÇ	FİYAT			KALİTE			TEDARİKÇİNİN GENEL DURUMU			TEDARİKÇİNİN ÜRETİM YETERLİLİĞİ				TESLİMAT	
Alt Kriterler	Tedarikçi Seçimi	İÖ	ÖV	ÜF	HÜ	KBS	ÜS	D	U	Ü	MY	TY	TK	ÜÇ	DMT	TS
Tedarikçi Seçimi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İÖ	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
ÖV	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
ÜF	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
HÜ	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
KBS	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
ÜS	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231
D	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
U	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
Ü	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045
MY	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106
TY	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077
TK	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081
ÜÇ	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051
DMT	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
TS	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090

EK 6: Normalize Karar Matrisi

	HÜ	ÜS	KBS	ÜF	ÖV	İO	TS	DMT	ÜÇ	MY	TY	TK	D	U	Ü
TEDARİKÇİ 1	0,6835	0,2981	0,5695	0,2908	0,0560	0,0864	0,3912	0,2921	0,6354	0,3534	0,2849	0,3617	0,7236	0,0189	0,3114
TEDARİKÇİ 2	0,2278	0,2920	0,3797	0,2889	0,2402	0,1728	0,2794	0,2891	0,3349	0,3280	0,2726	0,3119	0,1361	0,0189	0,3364
TEDARİKÇİ 3	0,6835	0,2981	0,2847	0,2937	0,4804	0,2592	0,3912	0,2951	0,1717	0,3030	0,3592	0,3242	0,4012	0,0189	0,3611
TEDARİKÇİ 4	0,1709	0,2890	0,1898	0,2870	0,2402	0,1728	0,2794	0,2832	0,1374	0,2776	0,2726	0,2621	0,1648	0,0181	0,2617
TEDARİKÇİ 5	0,2278	0,2890	0,1898	0,2889	0,0801	0,3455	0,2794	0,2862	0,3177	0,2901	0,3098	0,3119	0,3081	0,0165	0,2740
TEDARİKÇİ 6	0,1367	0,2710	0,1898	0,2851	0,2402	0,2592	0,1304	0,2832	0,1460	0,2398	0,2105	0,2119	0,0860	0,0192	0,1992
TEDARİKÇİ 7	0,3417	0,2981	0,3797	0,2908	0,0560	0,3455	0,3912	0,2951	0,1975	0,3409	0,3221	0,3493	0,1934	0,0189	0,3488
TEDARİKÇİ 8	0,2278	0,2890	0,1898	0,2889	0,4804	0,2592	0,2794	0,2891	0,2490	0,2776	0,3098	0,2744	0,1934	0,0181	0,2740
TEDARİKÇİ 9	0,1367	0,2830	0,0949	0,2870	0,4804	0,2592	0,1956	0,2832	0,1631	0,2273	0,2354	0,2119	0,0716	0,4993	0,1992
TEDARİKÇİ 10	0,3417	0,2920	0,1898	0,2898	0,2402	0,3455	0,2794	0,2862	0,3349	0,2901	0,3221	0,2868	0,2364	0,4993	0,2863
TEDARİKÇİ 11	0,1709	0,2920	0,2847	0,2879	0,0801	0,4319	0,2794	0,2921	0,1546	0,2651	0,2726	0,2744	0,1361	0,4993	0,2990
TEDARİKÇİ 12	0,1367	0,2710	0,1898	0,2851	0,2402	0,3455	0,1304	0,2891	0,2233	0,2398	0,2603	0,2370	0,1146	0,4993	0,2617
AĞIRLIKLAR	0,170	0,231	0,032	0,030	0,010	0,005	0,090	0,005	0,051	0,106	0,077	0,081	0,060	0,007	0,045

EK 7: Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

	HÜ	ÜS	KBS	ÜF	ÖV	İO	TS	DMT	ÜÇ	MY	TY	TK	D	U	Ü
TEDARİKÇİ 1	0,1162	0,0689	0,0182	0,0087	0,0006	0,0004	0,0352	0,0015	0,0324	0,0375	0,0219	0,0293	0,0434	0,0001	0,0140
TEDARİKÇİ 2	0,0387	0,0675	0,0121	0,0087	0,0024	0,0009	0,0252	0,0014	0,0171	0,0348	0,0210	0,0253	0,0082	0,0001	0,0151
TEDARİKÇİ 3	0,1162	0,0689	0,0091	0,0088	0,0048	0,0013	0,0352	0,0015	0,0088	0,0321	0,0277	0,0263	0,0241	0,0001	0,0162
TEDARİKÇİ 4	0,0290	0,0668	0,0061	0,0086	0,0024	0,0009	0,0252	0,0014	0,0070	0,0294	0,0210	0,0212	0,0099	0,0001	0,0118
TEDARİKÇİ 5	0,0387	0,0668	0,0061	0,0087	0,0008	0,0017	0,0252	0,0014	0,0162	0,0308	0,0239	0,0253	0,0185	0,0001	0,0123
TEDARİKÇİ 6	0,0232	0,0626	0,0061	0,0086	0,0024	0,0013	0,0117	0,0014	0,0074	0,0254	0,0162	0,0172	0,0052	0,0001	0,0090
TEDARİKÇİ 7	0,0581	0,0689	0,0121	0,0087	0,0006	0,0017	0,0352	0,0015	0,0101	0,0361	0,0248	0,0283	0,0116	0,0001	0,0157
TEDARİKÇİ 8	0,0387	0,0668	0,0061	0,0087	0,0048	0,0013	0,0252	0,0014	0,0127	0,0294	0,0239	0,0222	0,0116	0,0001	0,0123
TEDARİKÇİ 9	0,0232	0,0654	0,0030	0,0086	0,0048	0,0013	0,0176	0,0014	0,0083	0,0241	0,0181	0,0172	0,0043	0,0035	0,0090
TEDARİKÇİ 10	0,0581	0,0675	0,0061	0,0087	0,0024	0,0017	0,0252	0,0014	0,0171	0,0308	0,0248	0,0232	0,0142	0,0035	0,0129
TEDARİKÇİ 11	0,0290	0,0675	0,0091	0,0086	0,0008	0,0022	0,0252	0,0015	0,0079	0,0281	0,0210	0,0222	0,0082	0,0035	0,0135
TEDARİKÇİ 12	0,0232	0,0626	0,0061	0,0086	0,0024	0,0017	0,0117	0,0014	0,0114	0,0254	0,0200	0,0192	0,0069	0,0035	0,0118
AĞIRLIKLAR	0,170	0,231	0,032	0,030	0,010	0,005	0,090	0,005	0,051	0,106	0,077	0,081	0,060	0,007	0,045

EK 8: Uyum ve Uyumsuzluk Kümeleri

C(1,2)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14	D(1,2)	5,6,15
C(1,3)	1,2,3,7,8,9,10,12,13,14	D(1,3)	4,5,6,11,15
C(1,4)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14, 15	D(1,4)	5,6
C(1,5)	1,2,3,4,7,8,9,10,12,13,14,15	D(1,5)	5,6,11
C(1,6)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14, 15	D(1,6)	5,6
C(1,7)	1,2,3,4,5,7,8,9,10,12,13,14	D(1,7)	6,11,15
C(1,8)	1,2,3,4,7,8,9,10,12,13,14,15	D(1,8)	5,6,11
C(1,9)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15	D(1,9)	5,6,14
C(1,10)	1,2,3,4,7,8,9,10,12,13,15	D(1,10)	5,6,11,14
C(1,11)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15	D(1,11)	5,6,14
C(1,12)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15	D(1,12)	5,6,14
C(2,1)	4,5,6,14,15	D(2,1)	1,2,3,7,8,9,10,11,12,13
C(2,3)	3,9,10,14	D(2,3)	1,2,4,5,6,7,8,11,12,13,15
C(2,4)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,14, 15	D(2,4)	13
C(2,5)	1,2,3,4,5,7,8,9,10,12,14,15	D(2,5)	6,11,13
C(2,6)	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,14,1 5	D(2,6)	6
C(2,7)	3,4,5,9,14	D(2,7)	1,2,6,7,8,10,11,12,13,15
C(2,8)	1,2,3,4,7,8,9,10,12,14,15	D(2,8)	5,6,11,13
C(2,9)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15	D(2,9)	5,6,14
C(2,10)	2,3,4,5,7,8,9,10,12,15	D(2,10)	1,6,11,13,14
C(2,11)	1,2,3,4,5,7,9,10,11,12,13,15	D(2,11)	6,8,14
C(2,12)	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,15	D(2,12)	6,14
C(3,1)	1,2,4,5,6,7,8,11,14,15	D(3,1)	3,9,10,12,13
C(3,2)	1,2,4,5,6,7,8,11,12,13,14,15	D(3,2)	3,9,10
C(3,4)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13, 14,15	D(3,4)	-
C(3,5)	1,2,3,4,5,7,8,10,11,12,13,14, 15	D(3,5)	6,9
C(3,6)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13, 14,15	D(3,6)	-
C(3,7)	1,2,4,5,7,8,11,13,14,15	D(3,7)	3,6,9,10,12
C(3,8)	1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12,13,14,1 5	D(3,8)	9
C(3,9)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13, 15	D(3,9)	14
C(3,10)	1,2,3,4,5,7,8,10,11,12,13,15	D(3,10)	6,9,14
C(3,11)	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,15	D(3,11)	6,14
C(3,12)	1,2,3,4,5,7,8,10,11,12,13,15	D(3,12)	6,9,14

EK 8: Devam

C(4,1)	5,6,14	D(4,1)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15
C(4,2)	5,6,7,8,11,13,14	D(4,2)	1,2,3,4,9,10,12,15
C(4,3)	14	D(4,3)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15
C(4,5)	2,3,5,7,8,14	D(4,5)	1,4,6,9,10,11,12,13,15
C(4,6)	1,2,3,4,5,7,8,10,11,12,13,14, 15	D(4,6)	6,9
C(4,7)	5,14	D(4,7)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,15
C(4,8)	2,3,7,8,10,14	D(4,8)	1,4,5,6,9,11,12,13,15
C(4,9)	1,2,3,4,7,8,10,11,12,13,15	D(4,9)	5,6,9,14
C(4,10)	3,5,7,8	D(4,10)	1,2,4,6,9,10,11,12,13,14,15
C(4,11)	1,4,5,7,10,11,13	D(4,11)	2,3,6,8,9,12,14,15
C(4,12)	1,2,3,4,5,7,8,10,11,12,13,15	D(4,12)	6,9,14
C(5,1)	4,5,6,11,14	D(5,1)	1,2,3,7,8,9,10,12,13,15
C(5,2)	1,4,6,7,8,11,12,13,14	D(5,2)	2,3,5,9,10,15
C(5,3)	6,9,14	D(5,3)	1,2,3,4,5,7,8,10,11,12,13,15
C(5,4)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,1 5	D(5,4)	5
C(5,6)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,1 5	D(5,6)	5
C(5,7)	4,5,6,9,13,14	D(5,7)	1,2,3,7,8,10,11,12,15
C(5,8)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,1 5	D(5,8)	5
C(5,9)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,15	D(5,9)	5,14
C(5,10)	3,4,6,7,8,10,12,13	D(5,10)	1,2,5,9,11,14,15
C(5,11)	1,4,5,7,9,10,11,12,13	D(5,11)	2,3,6,8,14,15
C(5,12)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,15	D(5,12)	5,14
C(6,1)	5,6,14	D(6,1)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15
C(6,2)	5,6,8,14	D(6,2)	1,2,3,4,7,9,10,11,12,13,15
C(6,3)	6,14	D(6,3)	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,15
C(6,4)	3,4,5,6,8,9,14	D(6,4)	1,2,7,10,11,12,13,15
C(6,5)	3,5,8,14	D(6,5)	1,2,4,6,7,9,10,11,12,13,15
C(6,7)	5,14	D(6,7)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,15
C(6,8)	3,6,8,14	D(6,8)	1,2,4,5,7,9,10,11,12,13,15
C(6,9)	1,3,4,6,8,10,12,13,15	D(6,9)	2,5,7,9,11,14
C(6,10)	3,5,8	D(6,10)	1,2,4,6,7,9,10,11,12,13,14,15
C(6,11)	4,5	D(6,11)	1,2,3,6,7,8,9,10,11,12,13,14, 15
C(6,12)	1,2,3,4,5,7,8,10	D(6,12)	6,9,11,12,13,14,15
C(7,1)	2,4,5,6,7,8,11,14,15	D(7,1)	1,3,9,10,12,13
C(7,2)	1,2,3,4,6,7,8,10,11,11,12,13, 14,15	D(7,2)	5,9
C(7,3)	2,3,6,7,8,9,10,12,14	D(7,3)	1,4,5,11,13,15

EK 8: Devam

C(7,4)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	D(7,4)	5
C(7,5)	1,2,3,4,6,7,8,10,11,12,14,15	D(7,5)	5,9,13
C(7,6)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	D(7,6)	5
C(7,8)	1,2,3,4,6,7,8,10,11,12,13,14,15	D(7,8)	5,9
C(7,9)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,15	D(7,9)	5,14
C(7,10)	1,2,3,4,6,7,8,10,11,12,15	D(7,10)	5,9,13,14
C(7,11)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15	D(7,11)	5,6,14
C(7,12)	1,2,3,4,6,7,8,10,11,12,13,15	D(7,12)	5,9,14
C(8,1)	4,5,6,11,14	D(8,1)	1,2,3,7,8,9,10,12,13,15
C(8,2)	1,4,5,6,7,8,11,13,14	D(8,2)	2,3,9,10,12,15
C(8,3)	5,6,9,14	D(8,3)	1,2,3,4,7,8,10,11,12,13,15
C(8,4)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	D(8,4)	-
C(8,5)	1,2,3,4,5,7,8,11,14,15	D(8,5)	6,9,10,12,13
C(8,6)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	D(8,6)	-
C(8,7)	4,5,9,13,14	D(8,7)	1,2,3,6,7,8,10,11,12,15
C(8,9)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15	D(8,9)	14
C(8,10)	3,4,5,7,8	D(8,10)	1,2,6,9,10,11,12,13,14,15
C(8,11)	1,4,5,7,9,10,11,12,13	D(8,11)	2,3,6,8,14,15
C(8,12)	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,15	D(8,12)	6,14
C(9,1)	5,6,14	D(9,1)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15
C(9,2)	5,6,8,14	D(9,2)	1,2,3,4,7,9,10,11,12,13,15
C(9,3)	5,6,14	D(9,3)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15
C(9,4)	4,5,6,8,9,14	D(9,4)	1,2,3,7,10,11,12,13,15
C(9,5)	5,8,14	D(9,5)	1,2,3,4,6,7,9,10,11,12,13,15
C(9,6)	1,2,4,5,6,7,8,9,11,12,14,15	D(9,6)	3,10,13
C(9,7)	5,14	D(9,7)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,15
C(9,8)	5,6,8,14	D(9,8)	1,2,3,4,7,9,10,11,12,13,15
C(9,10)	5,8,14	D(9,10)	1,2,3,4,6,7,9,10,11,12,13,15
C(9,11)	4,5,9,14	D(9,11)	1,2,3,6,7,8,10,11,12,13,15
C(9,12)	1,2,4,5,7,8,14	D(9,12)	3,6,9,10,11,12,13,15
C(10,1)	4,5,6,11,14	D(10,1)	1,2,3,7,8,9,10,12,13,15
C(10,2)	1,2,4,5,6,7,8,9,11,13,14	D(10,2)	3,10,12,15
C(10,3)	6,9,14	D(10,3)	1,2,3,4,5,7,8,10,11,12,13,15

EK 8: Devam

C(10,4)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	D(10,4)	-
C(10,5)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,14,15	D(10,5)	12,13
C(10,6)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	D(10,6)	-
C(10,7)	1,4,5,6,9,11,13,14	D(10,7)	2,3,7,8,10,12,15
C(10,8)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	D(10,8)	5
C(10,9)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	D(10,9)	5
C(10,11)	1,2,4,5,7,9,10,11,12,13,14	D(10,11)	3,6,8,15
C(10,12)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	D(10,12)	-
C(11,1)	5,6,8,14	D(11,1)	1,2,3,4,7,9,10,11,12,13,15
C(11,2)	2,6,7,8,11,13,14	D(11,2)	1,3,4,5,9,10,12,15
C(11,3)	3,6,8,14	D(11,3)	1,2,4,5,7,9,10,11,12,13,15
C(11,4)	1,2,3,4,6,7,8,9,11,12,14,15	D(11,4)	5,10,13
C(11,5)	2,3,5,6,7,8,14,15	D(11,5)	1,4,9,10,11,12,13
C(11,6)	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	D(11,6)	5
C(11,7)	5,6,8,14	D(11,7)	1,2,3,4,7,9,10,11,12,13,15
C(11,8)	2,3,6,7,8,12,14,15	D(11,8)	1,4,5,9,10,11,13
C(11,9)	1,2,3,4,6,7,8,10,11,12,13,14,15	D(11,9)	5,9
C(11,10)	2,3,6,7,8,14,15	D(11,10)	1,4,5,9,10,11,12,13
C(11,12)	1,2,3,4,6,7,8,10,11,12,13,14,15	D(11,12)	5,9
C(12,1)	5,6,14	D(12,1)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15
C(12,2)	5,6,8,14	D(12,2)	1,2,3,4,7,9,10,11,12,13,15
C(12,3)	6,9,14	D(12,3)	1,2,3,4,5,7,8,10,11,12,13,15
C(12,4)	3,4,5,6,8,9,14,15	D(12,4)	1,2,7,10,11,12,13
C(12,5)	3,5,6,8,14	D(12,5)	1,2,4,7,9,10,11,12,13,15
C(12,6)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	D(12,6)	-
C(12,7)	5,6,9,14	D(12,7)	1,2,3,4,7,8,10,11,12,13,15
C(12,8)	3,6,8,14	D(12,8)	1,2,4,5,7,9,10,11,12,13,15
C(12,9)	1,3,4,6,8,9,10,11,12,13,14,15	D(12,9)	2,5,7
C(12,10)	3,5,6,8,14	D(12,10)	1,2,4,7,9,10,11,12,13,15
C(12,11)	4,5,9,14	D(12,11)	1,2,3,6,7,8,10,11,12,13,15

EK 9: Uyum ve Uyumsuzluk İndeksleri

C_{pq}	Uyum İndeksi	$C_{pq} \geq C_{ort}$	D_{pq}	Uyumsuzluk İndeksi	$D_{pq} \leq D_{ort}$	$A_p \rightarrow A_q$
C(1,2)	0,940	EVET	D(1,2)	0,022	EVET	$1 \rightarrow 2$
C(1,3)	0,833	EVET	D(1,3)	0,179	EVET	$1 \rightarrow 3$
C(1,4)	0,985	EVET	D(1,4)	0,012	EVET	$1 \rightarrow 4$
C(1,5)	0,908	EVET	D(1,5)	0,022	EVET	$1 \rightarrow 5$
C(1,6)	0,985	EVET	D(1,6)	0,011	EVET	$1 \rightarrow 6$
C(1,7)	0,858	EVET	D(1,7)	0,046	EVET	$1 \rightarrow 7$
C(1,8)	0,908	EVET	D(1,8)	0,040	EVET	$1 \rightarrow 8$
C(1,9)	0,978	EVET	D(1,9)	0,036	EVET	$1 \rightarrow 9$
C(1,10)	0,901	EVET	D(1,10)	0,063	EVET	$1 \rightarrow 10$
C(1,11)	0,978	EVET	D(1,11)	0,028	EVET	$1 \rightarrow 11$
C(1,12)	0,978	EVET	D(1,12)	0,029	EVET	$1 \rightarrow 12$
C(2,1)	0,097	HAYIR	D(2,1)	0,978	HAYIR	HAYIR
C(2,3)	0,196	HAYIR	D(2,3)	0,893	HAYIR	HAYIR
C(2,4)	0,940	EVET	D(2,4)	0,042	EVET	$2 \rightarrow 4$
C(2,5)	0,858	EVET	D(2,5)	0,466	EVET	$2 \rightarrow 5$
C(2,6)	0,995	EVET	D(2,6)	0,005	EVET	$2 \rightarrow 6$
C(2,7)	0,130	HAYIR	D(2,7)	0,831	HAYIR	HAYIR
C(2,8)	0,848	EVET	D(2,8)	0,290	EVET	$2 \rightarrow 8$
C(2,9)	0,978	EVET	D(2,9)	0,077	EVET	$2 \rightarrow 9$
C(2,10)	0,681	EVET	D(2,10)	0,699	HAYIR	HAYIR
C(2,11)	0,983	EVET	D(2,11)	0,118	EVET	$2 \rightarrow 11$
C(2,12)	0,988	EVET	D(2,12)	0,060	EVET	$2 \rightarrow 12$
C(3,1)	0,670	EVET	D(3,1)	0,821	HAYIR	HAYIR
C(3,2)	0,811	EVET	D(3,2)	0,107	EVET	$3 \rightarrow 2$
C(3,4)	1,000	EVET	D(3,4)	0,000	EVET	$3 \rightarrow 4$
C(3,5)	0,944	EVET	D(3,5)	0,065	EVET	$3 \rightarrow 5$
C(3,6)	1,000	EVET	D(3,6)	0,000	EVET	$3 \rightarrow 6$
C(3,7)	0,725	EVET	D(3,7)	0,121	EVET	$3 \rightarrow 7$
C(3,8)	0,949	EVET	D(3,8)	0,032	EVET	$3 \rightarrow 8$
C(3,9)	0,993	EVET	D(3,9)	0,019	EVET	$3 \rightarrow 9$
C(3,10)	0,937	EVET	D(3,10)	0,112	EVET	$3 \rightarrow 10$
C(3,11)	0,988	EVET	D(3,11)	0,030	EVET	$3 \rightarrow 11$
C(3,12)	0,937	EVET	D(3,12)	0,036	EVET	$3 \rightarrow 12$
C(4,1)	0,022	HAYIR	D(4,1)	0,988	HAYIR	HAYIR
C(4,2)	0,254	HAYIR	D(4,2)	0,957	HAYIR	HAYIR
C(4,3)	0,007	HAYIR	D(4,3)	1,000	HAYIR	HAYIR
C(4,5)	0,375	HAYIR	D(4,5)	0,958	HAYIR	HAYIR
C(4,6)	0,944	EVET	D(4,6)	0,019	EVET	$4 \rightarrow 6$
C(4,7)	0,017	HAYIR	D(4,7)	0,976	HAYIR	HAYIR

EK 9: Devam

C(4,8)	0,471	HAYIR	D(4,8)	0,999	HAYIR	HAYIR
C(4,9)	0,696	EVET	D(4,9)	0,164	EVET	4 $\rightarrow$ 9
C(4,10)	0,137	HAYIR	D(4,10)	1,000	HAYIR	HAYIR
C(4,11)	0,543	HAYIR	D(4,11)	0,720	HAYIR	HAYIR
C(4,12)	0,937	EVET	D(4,12)	0,205	EVET	4 $\rightarrow$ 12
C(5,1)	0,129	HAYIR	D(5,1)	0,978	HAYIR	HAYIR
C(5,2)	0,525	HAYIR	D(5,2)	0,533	HAYIR	HAYIR
C(5,3)	0,063	HAYIR	D(5,3)	0,934	HAYIR	HAYIR
C(5,4)	0,990	EVET	D(5,4)	0,041	EVET	5 $\rightarrow$ 4
C(5,6)	0,990	EVET	D(5,6)	0,020	EVET	5 $\rightarrow$ 6
C(5,7)	0,163	HAYIR	D(5,7)	0,791	HAYIR	HAYIR
C(5,8)	0,990	EVET	D(5,8)	0,209	EVET	5 $\rightarrow$ 8
C(5,9)	0,983	EVET	D(5,9)	0,091	EVET	5 $\rightarrow$ 9
C(5,10)	0,409	HAYIR	D(5,10)	0,812	HAYIR	HAYIR
C(5,11)	0,675	EVET	D(5,11)	0,191	EVET	5 $\rightarrow$ 11
C(5,12)	0,983	EVET	D(5,12)	0,071	EVET	5 $\rightarrow$ 12
C(6,1)	0,022	HAYIR	D(6,1)	0,989	HAYIR	HAYIR
C(6,2)	0,027	HAYIR	D(6,2)	0,994	HAYIR	HAYIR
C(6,3)	0,012	HAYIR	D(6,3)	1,000	HAYIR	HAYIR
C(6,4)	0,140	HAYIR	D(6,4)	0,979	HAYIR	HAYIR
C(6,5)	0,054	HAYIR	D(6,5)	0,980	HAYIR	HAYIR
C(6,7)	0,017	HAYIR	D(6,7)	0,985	HAYIR	HAYIR
C(6,8)	0,049	HAYIR	D(6,8)	0,999	HAYIR	HAYIR
C(6,9)	0,534	HAYIR	D(6,9)	0,765	HAYIR	HAYIR
C(6,10)	0,047	HAYIR	D(6,10)	1,000	HAYIR	HAYIR
C(6,11)	0,040	HAYIR	D(6,11)	0,969	HAYIR	HAYIR
C(6,12)	0,674	EVET	D(6,12)	0,998	HAYIR	HAYIR
C(7,1)	0,500	HAYIR	D(7,1)	0,954	HAYIR	HAYIR
C(7,2)	0,939	EVET	D(7,2)	0,168	EVET	7 $\rightarrow$ 2
C(7,3)	0,608	EVET	D(7,3)	0,879	HAYIR	HAYIR
C(7,4)	0,990	EVET	D(7,4)	0,024	EVET	7 $\rightarrow$ 4
C(7,5)	0,879	EVET	D(7,5)	0,208	EVET	7 $\rightarrow$ 5
C(7,6)	0,990	EVET	D(7,6)	0,015	EVET	7 $\rightarrow$ 6
C(7,8)	0,939	EVET	D(7,8)	0,111	EVET	7 $\rightarrow$ 8
C(7,9)	0,983	EVET	D(7,9)	0,064	EVET	7 $\rightarrow$ 9
C(7,10)	0,872	EVET	D(7,10)	0,324	EVET	7 $\rightarrow$ 10
C(7,11)	0,978	EVET	D(7,11)	0,055	EVET	7 $\rightarrow$ 11
C(7,12)	0,932	EVET	D(7,12)	0,059	EVET	7 $\rightarrow$ 12
C(8,1)	0,129	HAYIR	D(8,1)	0,960	HAYIR	HAYIR
C(8,2)	0,454	HAYIR	D(8,2)	0,710	HAYIR	HAYIR
C(8,3)	0,073	HAYIR	D(8,3)	0,968	HAYIR	HAYIR

EK 9: Devam

C(8,4)	1,000	EVET	D(8,4)	0,000	EVET	8 → 4
C(8,5)	0,697	EVET	D(8,5)	0,790	HAYIR	HAYIR
C(8,6)	1,000	EVET	D(8,6)	0,000	EVET	8 → 6
C(8,7)	0,158	HAYIR	D(8,7)	0,888	HAYIR	HAYIR
C(8,9)	0,993	EVET	D(8,9)	0,054	EVET	8 → 9
C(8,10)	0,167	HAYIR	D(8,10)	0,934	HAYIR	HAYIR
C(8,11)	0,675	EVET	D(8,11)	0,258	EVET	8 → 11
C(8,12)	0,988	EVET	D(8,12)	0,067	EVET	8 → 12
C(9,1)	0,022	HAYIR	D(9,1)	0,964	HAYIR	HAYIR
C(9,2)	0,027	HAYIR	D(9,2)	0,923	HAYIR	HAYIR
C(9,3)	0,022	HAYIR	D(9,3)	0,981	HAYIR	HAYIR
C(9,4)	0,108	HAYIR	D(9,4)	0,836	HAYIR	HAYIR
C(9,5)	0,022	HAYIR	D(9,5)	0,909	HAYIR	HAYIR
C(9,6)	0,802	EVET	D(9,6)	0,232	EVET	9 → 6
C(9,7)	0,017	HAYIR	D(9,7)	0,936	HAYIR	HAYIR
C(9,8)	0,027	HAYIR	D(9,8)	0,945	HAYIR	HAYIR
C(9,10)	0,022	HAYIR	D(9,10)	0,974	HAYIR	HAYIR
C(9,11)	0,098	HAYIR	D(9,11)	0,905	HAYIR	HAYIR
C(9,12)	0,543	HAYIR	D(9,12)	0,607	HAYIR	HAYIR
C(10,1)	0,129	HAYIR	D(10,1)	0,937	HAYIR	HAYIR
C(10,2)	0,736	EVET	D(10,2)	0,301	EVET	10 → 2
C(10,3)	0,063	HAYIR	D(10,3)	0,888	HAYIR	HAYIR
C(10,4)	1,000	EVET	D(10,4)	0,000	EVET	10 → 4
C(10,5)	0,859	EVET	D(10,5)	0,187	EVET	10 → 5
C(10,6)	1,000	EVET	D(10,6)	0,000	EVET	10 → 6
C(10,7)	0,410	HAYIR	D(10,7)	0,675	HAYIR	HAYIR
C(10,8)	0,990	EVET	D(10,8)	0,065	EVET	10 → 8
C(10,9)	0,990	EVET	D(10,9)	0,026	EVET	10 → 9
C(10,11)	0,913	EVET	D(10,11)	0,071	EVET	10 → 11
C(10,12)	1,000	EVET	D(10,12)	0,000	EVET	10 → 12
C(11,1)	0,027	HAYIR	D(11,1)	0,972	HAYIR	HAYIR
C(11,2)	0,475	HAYIR	D(11,2)	0,730	HAYIR	HAYIR
C(11,3)	0,049	HAYIR	D(11,3)	0,970	HAYIR	HAYIR
C(11,4)	0,824	EVET	D(11,4)	0,279	EVET	11 → 4
C(11,5)	0,425	HAYIR	D(11,5)	0,809	HAYIR	HAYIR
C(11,6)	0,990	EVET	D(11,6)	0,030	EVET	11 → 6
C(11,7)	0,027	HAYIR	D(11,7)	0,945	HAYIR	HAYIR
C(11,8)	0,496	HAYIR	D(11,8)	0,742	HAYIR	HAYIR
C(11,9)	0,939	EVET	D(11,9)	0,094	EVET	11 → 9
C(11,10)	0,415	HAYIR	D(11,10)	0,929	HAYIR	HAYIR
C(11,12)	0,939	EVET	D(11,12)	0,120	EVET	11 → 12

EK 9: Devam

C(12,1)	0,022	HAYIR	D(12,1)	0,971	HAYIR	HAYIR
C(12,2)	0,027	HAYIR	D(12,2)	0,940	HAYIR	HAYIR
C(12,3)	0,063	HAYIR	D(12,3)	0,964	HAYIR	HAYIR
C(12,4)	0,185	HAYIR	D(12,4)	0,793	HAYIR	HAYIR
C(12,5)	0,059	HAYIR	D(12,5)	0,929	HAYIR	HAYIR
C(12,6)	1,000	EVET	D(12,6)	0,000	EVET	12→6
C(12,7)	0,073	HAYIR	D(12,7)	0,941	HAYIR	HAYIR
C(12,8)	0,049	HAYIR	D(12,8)	0,933	HAYIR	HAYIR
C(12,9)	0,669	EVET	D(12,9)	0,390	EVET	12→9
C(12,10)	0,059	HAYIR	D(12,10)	1,000	HAYIR	HAYIR
C(12,11)	0,098	HAYIR	D(12,11)	0,878	HAYIR	HAYIR
TOPLAM	74,473		TOPLAM	65,814		
ORTALAMA	0,564		ORTALAMA	0,499		

EK 10: Alternatiflerin Üstünlük Karşılaştırmaları

