

T.C.
KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MALZEME TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE KARAR SÜRECİNE
YÖNELİK METODOLOJİK BİR YAKLAŞIM: SAVUNMA SANAYİ
TEDARİK SİSTEMİNDE OYUN TEORİSİ UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Alihan Kağan CANLI

Tez Danışmanı
Yrd.Doç.Dr. Hakan Soner APLAK

ANKARA – 2013

TEZ TANITIM FORMU

TEZİN TARİHİ: 06.06.2013

TEZİN TİPİ: Yüksek Lisans Tezi

TEZİN BAŞLIĞI: Tedarik Zinciri Yönetiminde Karar Sürecine Yönelik Metodolojik Bir Yaklaşım: Savunma Sanayii Tedarik Sisteminde Oyun Teorisi Uygulaması

TEZİN YAPILDIĞI BİRİM: Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Malzeme Tedarik ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı

SPONSOR KURULUŞ: -

DAĞITIM LİSTESİ: Kara Harp Okulu Tez Basım Kılavuzunda belirtilen yerlere

TEZİN ÖZETİ: Bu çalışmada; tedarik süreci içinde, aktörlerin öncelikli hedeflerinin neler olabileceği ve bu hedeflerini gerçekleştirebilmek için hangi stratejileri uygulayabilecekleri metodolojik bir yaklaşımla incelenmiştir. Bu kapsamda savunma sanayiinde faaliyet gösteren bir tedarikçi firmanın hedef öncelikleri "Bulanık AHP" yöntemi, hedefleri gerçekleştirmek için uygulanacak karşılıklı stratejiler "Oyun Teorisi" yöntemiyle örnek bir uygulamada değerlendirilmiştir. Karar verme sürecinin belirsiz doğası gereği stratejilerin değerlendirilmesinde "Bulanık Dilsel Değişkenler ve Sayılar" kullanılmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Tedarik Zinciri Yönetimi, Bulanık AHP, Bulanık Dilsel Değişkenler, Bulanık Sayılar, Oyun Teorisi.

SAYFA SAYISI: 130

GİZLİLİK DERECEİ: Tasnif dışı

T.C.
KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MALZEME TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE KARAR SÜRECİNE
YÖNELİK METODOLOJİK BİR YAKLAŞIM: SAVUNMA SANAYİ
TEDARİK SİSTEMİNDE OYUN TEORİSİ UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Alihan Kağan CANLI

Tez Danışmanı
Yrd.Doç.Dr. Hakan Soner APLAK

ANKARA – 2013

KARA HARP OKULU

SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bkm.Ütğm. Alihan Kağan CANLI'nın, "Tedarik Zinciri Yönetiminde Karar Sürecine Yönelik Metodolojik Bir Yaklaşım: Savunma Sanayii Tedarik Sisteminde Oyun Teorisi Uygulaması" konulu tez çalışması, jürimiz tarafından MALZEME TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof.Dr. Serpil EROL

Üye

Prof.Dr. Tamer ARPACI

Üye

Yrd.Doç.Dr.İs.Alb. H. Soner APLAK
(Danışman)

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

06 /06/ 2013

Ali İŞİK

Yrd.Doç.Dr.Öğ.Alb.
Svn.Bil.Ens.Md.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışması sürecinde tüm bilgi birikimini, tecrübesini ve değerli vaktini esirgemeyen, tıkaandığım zamanlarda benden umudunu kesmeyen ve tez konusunu belirlemem dahil bana her türlü konuda yardımcı olan danışmanım, hocam ve saygıdeğer komutanım Yrd.Doç.Dr.İs.Alb. Hakan Soner APLAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca göstermiş olduğu anlayış ve sabır ile her zaman bana destek olan, bu meşakkatli yolda sağlam adımlarla ilerlememde maddi manevi her türlü desteği sağlayan sevgili eşim Tuğba CANLI ve büyüme çağlarında ihmal etmek zorunda kaldığım en değerli varlıklarım olan aslanlarım Göktürk ve Göktuğ'a sonsuz minnettarım.

Beni yetiştirip bugünlere gelmemi sağlayan, bana olan güvenini bir gün olsun kaybetmeyen canım annem Tülay CANLI ve rahmetli babam Hıdır CANLI'ya ne kadar teşekkür etsem azdır. Aile olarak benim gelişime kattıkları her şey için onlara saygıyla şükranlarımı sunuyorum.

Son olarak, gerek ders aşamasında, gerek tez çalışma döneminde yardımlarını esirgemeyen beraber çalışma imkânı bulduğumuz tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

T.C.
KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MALZEME TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI
ANKARA 2013

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE KARAR SÜRECİNE
YÖNELİK METODOLOJİK BİR YAKLAŞIM: SAVUNMA SANAYİ
TEDARİK SİSTEMİNDE OYUN TEORİSİ UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Alihan Kağan CANLI

ÖZET

Faaliyet alanı ne olursa olsun firmalar, küreselleşmenin etkisiyle gerek ulusal gerekse uluslararası pazarda sürekli rekabet halindedir. Tedarikçi firmalar pazar payını artırmak ve diğer firmalarla rekabet edebilmek için karar verme süreçlerini kusursuz yönetmek zorundadır. Ürüne ulaşmanın kolay olduğu günümüz koşullarında, firmaların hedef önceliklerinin ne olduğu ve bu hedefleri gerçekleştirebilmek adına ne gibi kararlar alıp hangi stratejileri uygulayacaklarını bilimsel yöntemlerle tespit etmeleri kendi yararlarına olacaktır.

Bu çalışmada, tedarik sürecinde aktif rol alan aktörlerin hedeflerinin neler olabileceği ve bu hedeflerini gerçekleştirebilmek için hangi stratejilerini uygulayabileceği tartışılmıştır. Bu sürece yönelik bir analitik karar süreci metodolojisi önerilmiş ve önerilen metodolojinin savunma sanayii tedarik sistemine yönelik örnek bir uygulaması incelenmiştir. Bu kapsamda, savunma sanayiinde faaliyet gösteren bir tedarikçi firmanın bakış açısı ile, öncelikli hedefler ve bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için stratejiler belirlenmiş ve oyun teorisi ile söz konusu stratejiler hedefler doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Karar verme işlemleri belirsizlik ortamında yapıldığından ve insan beyninin karar verirken kesin yargılar yerine belirsiz ifadeler kullanmaya yatkın olduğu düşüncesi ile çalışmada bulanık mantık, çok kriterli karar verme ve oyun teorisi uygulamalarına yer verilmiştir. Konusunda uzman bir grup ile bir araya gelinmiş, ilk olarak literatür taraması sonucu ortaya konan hedef ve stratejilerin araştırma kapsamında olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Karar vericilerin firmanın hedef ve stratejilerini değerlendirirken kullanacakları dilsel değişkenler ve bunlara karşılık gelen değerleri belirlemeye müteakip firmanın hedef öncelikleri (ağırlıkları) "Bulanık AHP" yöntemi ile ortaya konmuştur. Firmanın hedeflerini gerçekleştirebilmesi için uygulaması gereken stratejiler oyun teorisi modeliyle karşılıklı olarak değerlendirilmiştir. Oyun teorisi kapsamında yapılan bu değerlendirmeler yamuk bulanık sayılarla yapılmış, yamuk bulanık sayılar "Centroid" (ağırlık merkezi) yöntemi ile durulaştırıldıktan sonra elde edilen kesin (net) değerlerle her bir hedef için ayrı ayrı kazanç matrisleri oluşturulmuştur. Ayrıca "Bulanık AHP" yöntemiyle bulunan hedef ağırlıklarının yardımıyla firmanın bütün hedefleri için ortak bir kazanç matrisi oluşturulmuştur. Kazanç matrislerindeki verilerle doğrusal programlama kullanılarak her bir hedef için model kurulmuş, Lindo programında söz konusu modeller çözülerek her bir hedef için denge noktası ve optimal stratejiler bulunmuştur. Aynı işlem firmanın bütün hedeflerini kapsayacak şekilde de yapılarak uygulamanın sonunda bulgu ve yorumlara yer verilmiştir. Çalışmanın son bölümünde gelecek araştırma ve uygulamalar için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Tedarik Zinciri Yönetimi, Bulanık AHP, Bulanık Dilsel Değişkenler, Bulanık Sayılar, Oyun Teorisi.

Tez Yöneticisi : Yrd.Doç.Dr.İs.Alb. Hakan Soner APLAK

Sayfa Sayısı : 130

**T.C.
TURKISH MILITARY ACADEMY
DEFENSE SCIENCE INSTITUTE
DEPARTMENT OF MATERIAL ACQUISITION AND LOGISTICS
MANAGEMENT
ANKARA 2013**

**A METHODOLOGICAL APPROACH FOR DECISION PROCESS
IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: AN APPLICATION OF
GAME THEORY IN DEFENSE INDUSTRY SUPPLY SYSTEM**

MASTER THESIS

Alihan Kağan CANLI

ABSTRACT

Firms, no matter which industry they belong to, are in constant competition both in local and international markets through the effect of globalization. Decision making process must be managed perfectly by suppliers in order to increase their market share and compete with other firms. It is beneficial for firms to determine which goals are primary and which strategies should be implemented to achieve these goals under current conditions which attaining product is simple.

In this study, strategies which can be implemented to achieve the objectives of actors playing active roles in the acquisition process and the objectives of that actors have been discussed. An analytical decision methodology for this process has been proposed and an application of this methodology in defense industry acquisition system has been examined. In this context, with the perspective of a supplier firm in defense industry, the primary goals and strategies for achieving of these goals have been defined

and these strategies have been evaluated in accordance with the firms' goals through game theory.

Now that decision making process takes place in uncertainty and human brain is inclined to use vague expressions instead of exact phrases, in this study, fuzzy logic, multi-criteria decision making and game theory applications have been used. First, a group of specialists were gathered to assess whether objectives and strategies revealed through literature review are in the scope of this study. After defining linguistic variables and value sets which will be used by decision makers when evaluating objectives and strategies, weights of firms' objectives have been set forth through 'Fuzzy AHP'.

Strategies of firms implemented to achieve its goals have been evaluated reciprocally by "Game Theory" model. These assessments in view of game theory have been made using "Trapezoidal Fuzzy Numbers" and after defuzzification of those numbers by "Centroid" method, payoff matrices have been set for each of the firms' objectives. Besides with the help of objective weights found by FAHP, a joint payoff matrice for all goals has been set. Models have been set for each of the firms' objectives by using linear programming with data from pay-off matrices, besides equilibrium point and optimal strategies for each objective have been revealed by solving models in "Lindo programme". After doing same process for joint objective, findings and comments about results have been mentioned.

At the last part of study, suggestions have been made for future researches and applications.

Keywords : Supply Chain Management, Fuzzy AHP, Fuzzy Linguistic Variables, Fuzzy Numbers, Game Theory.

Advisor : Yrd.Doç.Dr. İsmail Hakan Soner APLAK

Number of Pages : 130

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
TÜRKÇE ÖZET	ii
İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)	iv
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ ve STRATEJİLER

1. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ	4
a. Tedarik ve Tedarikçi	4
b. Tedarik Zinciri ve Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY)	4
c. Tedarik Zinciri Yönetiminin Amacı	10
ç. Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi	11
d. Tedarik Zinciri Yönetimine İhtiyaç Duyulmasının Nedenleri	12
e. Tedarik Zinciri Yönetiminin İşletmeye Sağlayacağı Faydalar	13
2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE STRATEJİLER	14
a. Operasyon Stratejisi	14
b. Dış Kaynaklardan Yararlanma (Outsourcing) Stratejisi	15
c. Dağıtım Kanalı Stratejisi	16
ç. Müşteri Hizmetleri Stratejisi	16
d. Varlık Ağı Stratejisi	16

İKİNCİ BÖLÜM
BELİRSİZLİK İÇEREN KARAR SÜRECİNİN ANALİZİNDE KULLANILAN
BAZI METOTLAR ve UYGULAMALARI

1. BULANIK MANTIK.....	17
a. Bulanık Küme	18
b. Bulanık Dilsel Değişkenler	20
c. Bulanık Sayılar.....	20
(1) Üçgen Bulanık Sayılar.....	21
(2) Üçgen Bulanık Sayılarda İşlemler	21
(3) Yamuk Bulanık Sayılar	22
(4) Yamuk Bulanık Sayılarda İşlemler	23
ç. Bulanık Sayıların Durulaştırılması (Defuzzification)	23
(1) En Büyük Üyelik İlkesi.....	24
(2) Sentroid Yöntemi.....	24
(3) Ağırlıklı Ortalama Yöntemi	24
(4) Ortalama En Büyük Üyelik Yöntemi	24
(5) Toplamların Merkezi Yöntemi.....	25
(6) En Büyük Alanın Merkezi Yöntemi	25
(7) En Büyük İlk (Son) Üyelik Derecesi Yöntemi.....	25
2. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİK PROSES (BAHP).....	26
a. Analitik Hiyerarşik Proses (AHP)	26
b. AHP'nin Avantajları ve Dezavantajları	30
c. Bulanık AHP	31
ç. Bulanık AHP ile İlgili Uygulamalar.....	34
d. Chang'ın Mertebe Analizi Yöntemi.....	38
e. Chang'ın Mertebe Analizi Yöntemi ile İlgili Uygulamalar	41

3. OYUN TEORİSİ.....	42
a. Oyun Teorisinin Tarihsel Gelişimi	43
b. Oyun Teorisinde Temel Kavramlar	46
(1) Oyun ve Oyuncu Kavramları	46
(2) Oyunun Kuralları ve Stratejiler	47
(a) Salt (Tam) Strateji ve Karma Strateji	48
(b) Makul Strateji	49
(c) Optimal Strateji	49
(ç) Üstün Strateji	49
(d) Eş Strateji	50
(3) Oyunların Stratejik Biçimli Gösterimi	51
(4) Oyunda Elde Edilen Kazanç ve Kayıplar	52
(5) Oyunun Sonucu – Denge Noktası	53
(6) Oyunun Değeri	53
c. Oyunun Başlıca Özellikleri	54
ç. Oyunların Sınıflandırılması	55
(1) İki Kişili Sıfır Toplamlı Oyunlar	56
(a) Birden Fazla Denge Noktası Olan Oyunlar	58
(b) Denge Noktası Olmayan Oyunlar	58
(2) İki Kişili Sıfır Toplamlı Olmayan Oyunlar	59
(a) Sabit Toplamlı Oyunlar	59
(b) Sabit Toplamlı Olmayan Oyunlar	59
(c) Nash Dengesi	59
d. Çözüm Yöntemleri	61
(1) Doğrusal Programlama ile Çözüm	61
(2) Cebirsel Yöntemle Çözüm	63
e. Tedarik Zinciri Yönetiminde Oyun Teorisi Uygulamaları	64

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SAVUNMA SANAYİ ve TEDARİK STRATEJİLERİ

1. GENEL	77
2. SAVUNMA SANAYİİNDE FİRMALARIN SINIFLANDIRILMASI.....	80
a. Ana Yüklenici Firmalar.....	80
b. Alt Yüklenici Firmalar	80
c. Taşeron Firmalar	81
ç. Parça Üreticisi Firmalar	81
d. Malzeme Üreten Firmalar	81
3. SAVUNMA SANAYİİNDE TEDARİK STRATEJİLERİ.....	82

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE KARAR SÜRECİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

1. ÖNERİLEN METODOLOJİ.....	84
a. Karar Vericilerin Bir Araya Getirilmesi	84
b. Hedeflerin ve Stratejilerin Karar Vericiler Tarafından Belirlenmesi	84
c. Hedeflerin Değerlendirilmesinde Kullanılacak Olan Ölçeğin Karar Vericiler Tarafından Belirlenmesi	85
ç. Hedeflerin Önceliklerinin (Ağırlıklarının) Bulanık AHP Yöntemi ile Tespit Edilmesi	86
d. Stratejilerin Hedefler Açısından Değerlendirilmesinde Kullanılacak Ölçeğin Karar Vericiler Tarafından Belirlenmesi	90
e. Karşılıklı Stratejilerin Hedefler Açısından Değerlendirilmesi.....	91
f. Kazanç Matrislerinin Oluşturulması	94
g. Optimal Stratejilerin Tespit Edilmesi	94
h. Kararın Verilmesi.....	94

2. SAVUNMA SANAYİ TEDARİK ZİNCİRİNDE KARAR SÜRECİNE	
YÖNELİK ÖRNEK BİR UYGULAMA.....	95
a. Savunma Sanayi Tedarik Zincirine Yönelik Örnek Bir Senaryo	95
b. Karar Sürecine Yönelik Önerilen Metodolojinin Örnek Senaryo Üzerinde Uygulanması	96
(1) Karar Vericilerin Bir Araya Getirilmesi ve Durumun Analizi	97
(2) Hedef ve Stratejilerin Belirlenmesi	99
(3) Hedeflerin Değerlendirilmesinde Kullanılacak Olan Ölçeğin Karar Vericiler Tarafından Belirlenmesi	101
(4) Hedeflerin Önceliklerinin (Ağırlıklarının) Bulanık AHP Yöntemi ile Tespit Edilmesi	101
(5) Stratejilerin Hedefler Açısından Değerlendirilmesinde Kullanılacak Ölçeğin Karar Vericiler Tarafından Belirlenmesi	106
(6) Karşılıklı Stratejilerin Hedefler Açısından Değerlendirilmesi	107
(7) Kazanç Matrislerinin Oluşturulması	111
(8) Optimal Stratejilerin Tespit Edilmesi.....	113
(9) Kararın Verilmesi.....	117

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

SONUÇ ve ÖNERİLER	118
KAYNAKÇA.....	121
EKLER.....	131

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo-1: Bulanık Mantık ve Klasik Mantık Arasındaki Farklar	18
Tablo-2: AHP Önem Ölçeği	28
Tablo-3: Kriterler için İkili Karşılaştırma Matrisi	28
Tablo-4: Bulanık AHP Yöntemlerinin Kıyaslanması	33
Tablo-5: Bulanık AHP ile İlgili Yapılan Çalışmalar	37
Tablo-6: Chang'ın Mertebe Analizi Yöntemi ile İlgili Çalışmalar	42
Tablo-7: İki Oyunculu Stratejik Biçimli Bir Oyunun Genel Gösterimi	52
Tablo-8: İki Oyunculu Bir Oyuna Ait $m \times n$ Kazanç Matrisi	57
Tablo-9: TZY'de Oyun Teorisi ile İlgili Dikkat Çeken Çalışmalar	76
Tablo-10: Bulanık AHP Yöntemiyle İkili Karşılaştırmalar Yapabilmek için Hazırlanmış Örnek Skala	86
Tablo-11: Dilsel Değişkenlerin Kullanıldığı Örnek İkili Karşılaştırma Matrisi	87
Tablo-12: Dilsel Değişkenlerin Üçgen Bulanık Sayılarla İfade Edildiği Örnek İkili Karşılaştırma Matrisi	87
Tablo-13: Örnek Matriste Geometrik Ortalamanın Bulunması	88
Tablo-14: Chang'ın Mertebe Analizi Yöntemine Göre Satır ve Sütun Toplamlarının Hesaplanması	89
Tablo-15: Sentetik Mertebe Değerlerinin Hesaplanması	89
Tablo-16: Sentetik Mertebe Değerlerinden Elde Edilen Ağırlık Vektörü	90
Tablo-17: Karşılıklı Stratejilerin Değerlendirilmesi için Örnek Skala	91
Tablo-18: Karar Vericilerin Örnek Skalaya Göre Yaptığı Değerlendirmeler	92
Tablo-19: Dilsel İfadelerin Yamuk Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi	92
Tablo-20: Bulanık Değer Matrisi	93

Tablo-21: Yamuk Bulanık Sayıların Durulaştırılması	94
Tablo-22: Hedeflerin İkili Karşılaştırmasında Kullanılan Dilsel Değişkenler ve Üçgen Bulanık Sayı Değerleri.....	101
Tablo-23: Birinci Karar Vericinin İkili Karşılaştırma Matrisi.....	102
Tablo-24: B Firmasının Hedeflerin İkili Karşılaştırma Matrisi (Dilsel İfadeler)	102
Tablo-25: B Firmasının Hedeflerin İkili Karşılaştırma Matrisi (Bulanık Sayılar)	103
Tablo-26: B Firmasının Hedeflerinin İkili Karşılaştırmalarının Geometrik Ortalaması.....	104
Tablo-27: B Firmasının Hedeflerinin Sentetik Mertebe Değerlerinin Hesaplanması	105
Tablo-28: Elde Edilen Sentetik Değerlerin Büyük Olabilirlik Dereceleri	105
Tablo-29: Sentetik Değerlerin Karşılaştırılması.....	106
Tablo-30: Karşılıklı Stratejilerin Değerlendirilmesinde Kullanılacak Skala ..	106
Tablo-31: Birinci Hedef için Stratejilerin Değerlendirilmesi	107
Tablo-32: Birinci Hedefe Ait Strateji Değerlendirmelerinin YBS'lerle İfadesi	108
Tablo-33: B Firmasının Tüm Hedeflerine Yönelik Stratejilerin Performanslarını Gösteren Durulaştırılmış Matris	111
Tablo-34: Birinci Hedef için Net Değerlerle Oluşturulan Kazanç Matrisi	112
Tablo-35: İkinci Hedef için Net Değerlerle Oluşturulan Kazanç Matrisi.....	112
Tablo-36: Üçüncü Hedef için Net Değerlerle Oluşturulan Kazanç Matrisi..	112
Tablo-37: Ortak Hedef için Net Değerlerle Oluşturulan Kazanç Matrisi	113
Tablo-38: Birinci Hedef için Optimal Stratejiler.....	114
Tablo-39: İkinci Hedef için Optimal Stratejiler	115
Tablo-40: Üçüncü Hedef için Optimal Stratejiler	116
Tablo-41: Ortak Hedef için Optimal Stratejiler.....	117

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil-1: Klasik Tedarik Zinciri Yönetimi.....	9
Şekil-2: Üçgen Bulanık Sayıların Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	21
Şekil-3: Hiyerarşik Yapı'ya Örnek	27
Şekil-4: AHP Akış Diyagramı	29
Şekil-5: İki Konveks Bulanık Sayının (M1 ve M2'nin) Kesişimi	39
Şekil-6: Oyun Matrisi (Eş Stratejilerin Gösterimi)	50
Şekil-7: İki Oyunculu Bir Oyunun $m \times n$ Matris Gösterimi	53
Şekil-8: Oyunların Sınıflandırılması	56
Şekil-9: TZY için Geliştirilen Oyunların Sınıflandırılması.....	66
Şekil-10: Önerilen Metodolojinin Gösterimi.....	85

KISALTMALAR LİSTESİ

AHP	: Analytic Hierarchy Process
ANP	: Analytic Network Process
CI	: Tutarlılık İndeksi (Consistency Index)
CR	: Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio)
CSMCP	: Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (The Council of Supply Chain Management Professionals)
ÇAKV	: Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ÇÖKV	: Çok Ölçütlü Karar Verme
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
TZY	: Tedarik Zinciri Yönetimi (SCM)

GİRİŞ

Karar mantıksal tahminlerin bir sonucudur. Karar verme süreçleri, elde edilen bilgiler ışığında alternatifler arasından en iyi olanı seçme işlemidir (Gerald ve Tracy, 2008). Karar verme süreçlerinde en uygun alternatif seçme işlemi hedefler, kaynaklar, kısıtlar ve riskler gibi birçok önemli faktörün dikkate alınmasını ve birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir (Aplak, 2010).

İşletme ve organizasyonlarda, yönetim ve karar sürecini etkileyen faktörlerin artmasıyla birlikte, yöneticiler, sorunlarına çözüm bulmak amacıyla farklı teknolojiler, sistemler, politikalar ve stratejiler arasından bir tercih yapmak zorunda kalmaktadırlar.

Kişilerin, firmaların veya ülkelerin herhangi bir durumda çıkarlarının çatışması aralarında şiddetli tartışmalara neden olur. Böyle durumlarda birbirlerine rakip iki veya daha fazla taraf vardır ve taraflardan birinin yapacağı herhangi bir hareketin sonucu kısmen diğer tarafın hareketlerine bağlıdır. Bu durumdan rekabet doğar ve çatışma başlar.

İnsan faktörünün yer aldığı her türlü ortamda rekabetin var olduğu ve bu durumdan kazançlı çıkma duygusunun hakim olduğu bir gerçektir. Rekabet, tedarik süreçlerinde, iktisatta, spor müsabakalarında, uluslararası pazarlarda ve siyaset gibi günlük yaşamın içindeki birçok alanda bulunmaktadır. Söz konusu alanların hepsi oyun teorisi kapsamında modellenenebilir ve incelenebilir. Oyunların sonuçları, oyun içindeki aktörlerin diğer oyunculara nispetle seçtikleri hareketlere ve yöntemlere bağlıdır. Oyun teorisi, rekabetin hakim olduğu ortamlarda yer alan organizasyonların karar vericileri için, durumun analiz edilmesi ve buna göre uygulanacak stratejilerin seçilmesi için önemli bir araç olarak kullanılabilir (Aplak, 2010).

Günümüzde ülkeler küreselleşmenin de etkisiyle, hemen her alanda olduğu gibi savunma sektöründe de rekabet halindedir. Gelişmiş ülkelerin ekonomisinin büyük bir bölümü savunma sanayiine dayanmaktadır. Savunma harcamalarının bu boyutlara ulaştığı, kaynakların kısıtlı ve rekabetin olduğu

ortamda yönetim ve karar verme ön plana çıkmaktadır. Ülkenin ve doğal olarak savunma sanayiinin rekabet edebilmesi için yeterli teknolojik altyapı ve bilgi birikimi şarttır. Uygun tedarik zinciri ağı ile birleştirilecek altyapı, etkin karar verme yöntemleriyle o ülkenin savunma sektöründe lider olmasını sağlayacaktır.

Savunma sanayiine yönelik tedarik zinciri ağlarını incelediğimizde; ana tedarikçi veya yüklenici firma, alt yüklenici veya yan sanayii kuruluşu ve o ülkenin savunma tedarikinden sorumlu kurum veya kişi aktif olarak yer almaktadır. Her aktörün kararları ve eylemleri birbirlerini etkilediğinden başarılı bir savunma sanayii için stratejilerin doğru tespit edilmesi ve uygulanması gerekmektedir.

Hızla büyüyen günümüz savunma sanayii sektöründe işletmelerin rekabet gücünü artırabilmeleri, karşılaşılan problemler karşısında kararların hızlı ve etkin bir şekilde verilmesine bağlıdır (Dağdeviren vd., 2005: 116). Karar verme, sınırlılıkların ve bilginin kesin (tam) olduğu problemlerin çözümü için oldukça kolay bir işlemdir. Ancak karar vericiler, belirsizlik içinde karar vermek zorunda kaldıklarında, kesin yargı içeren ifadelerden çok belirsiz veya karmaşık ifadeler kullanmaktadır.

Savunma sanayii sektöründe faaliyet gösteren bir firma, karlılığını yükseltmek, rekabet gücünü artırmak ve devamlılık sağlamak için çok iyi bir karar mekanizması ya da yönetim yapısı oluşturmmalıdır. Ülkelerin birbirleriyle yaptığı offset anlaşmalar, iş ortaklıkları ve konsorsiyum gibi katılımlar neticesinde savunma sanayiindeki küçük ölçekli firmalar dahi uluslararası tedarik zincirinin bir parçası olmuşlardır.

Tedarik süreci içindeki aktörlerin öncelikli hedef ve stratejilerinin ne olması gerektiğinden hareketle hazırlanan bu tez çalışmasının amacı:

- a. Tedarik sürecini inceleyerek, aktörlerinin hedef ve stratejilerini belirlemek,
- b. Tedarik zincirinde karar sürecine yönelik metodolojik bir yaklaşım önermek,
- c. Önerilen metodolojiyi örnek bir uygulama ile açıklamaktır.

Çalışma beş ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde “Tedarik Zinciri Yönetimi” ve tedarik stratejileri hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde kullanılan metotlar ve bu metotların literatürde yer alan uygulamalarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde savunma sanayiinin durumu, tedarik stratejileri ve tedarik sistemi açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, TZY karar sürecine yönelik bir metodolojik yaklaşımın aşamaları verilmiştir. Söz konusu yaklaşımın savunma sanayiine yönelik bir örnek olay üzerinden uygulaması yapılmıştır. Öncelikle firmanın hedefleri ve bu hedefleri gerçekleştirmek için uygulaması gereken stratejiler belirlenmiş ve müteakiben metodolojinin aşamaları sırasıyla gösterilmiştir.

Hedeflerin önceliklerinin belirlenmesi bulanık AHP, hedeflerin gerçekleşmesi için uygulanacak stratejilerin tespiti ise “yamuk bulanık sayıları kullanarak” oyun teorisi yöntemiyle yapılmıştır. Yamuk bulanık sayılar “Centroid” Ağırlık Merkezi yöntemiyle durulaştırılarak her bir hedef için ayrı ayrı kazanç matrisleri net (kesin) değerlerle oluşturulmuştur. Lindo programı vasıtasıyla denge noktası ve optimal stratejiler tespit edilmiştir. Bulanık AHP yöntemi ile tespit edilen hedeflerin ağırlıkları vasıtasıyla bütün hedefler için ortak bir kazanç matrisi oluşturulmuştur. Net değerlerle oluşturulan modelin Lindo programında çözülmesi suretiyle firmanın genel stratejilerinin de ne olması gerektiği ayrıca ortaya konmuştur. Uygulama sonucunda elde edilen bulgular tartışılmış, verilebilecek karar hakkında yorum yapılmış ve son bölümde gelecekte yapılacak çalışmalara ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ ve STRATEJİLERİ

1. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

a. Tedarik ve Tedarikçi Kavramı

En basit anlamıyla tedarik, ihtiyaçların karşılanması için gerekli olan araç ve olanakların bulunması ve istenilen yer ve zamanda kullanıma hazır hale getirilmesidir.

Tedarik sözcüğünün kelime anlamı; araştırıp bulma, sağlama ve elde etme anlamlarında kullanılmaktadır (TDK, [web] 2012). Zaman zaman satın alma kavramı da tedarik karşılığı olarak kullanılmaktadır (Dinçer ve Fidan, 1995: 365).

Tedarikçi ise, bir kuruluşa girdi sağlayan birim veya birimler ya da gerekli malzemeyi sağlayan kimse olarak tanımlanmaktadır (TDK, [web] 2012). Diğer bir deyişle tedarikçiler, işletmeler için kuruluş dışından satın alınan hammadde, yarı mamul, ürün ya da hizmetleri üreten firmalardır.

b. Tedarik Zinciri ve Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY)

Tedarik zinciri, hammaddeleri temin eden, bu hammaddeleri ara ürün ya da nihai ürüne dönüştüren ve bu nihai ürünleri de bir dağıtım sistemi vasıtasıyla son kullanıcıya dağıtan fabrikalar şebekesidir (Lee ve Billington, 1992: 33).

Tedarik zinciri, ürünün ileri, bilginin ise tersi yönde akışı ile birbirine bağlı olan malzeme tedarikçileri, bunların üretim faaliyetleri, dağıtım ağları ve müşterilerini içeren sistemler bütünüdür (Towil vd., 1992).

Tedarik zinciri, ürünün kaynağından son tüketildiği noktaya gelişine kadar ona katma değer katan işletmelerin aktif şekilde yönetildiği, tedarik ve dağıtım kanallarından oluşan sistemdir (Cavinato, 1992).

Daha genel anlamda tedarik zinciri, hammaddelerin siparişi ve elde edilmesinden, ürünün üretilmesi ve müşteriye dağıtım ve ulaştırılmasına kadar olan kurumsal fonksiyonlardan oluşan bir faaliyetler dizisidir. Bu noktada, tek bir ürün için basit bir tedarik zinciri örneği verilebilir: Bu zincirde satıcılardan hammadde sağlanır, hammaddenin tamamlanmış ürüne dönüştürülmesinin ardından dağıtım merkezlerine ve son olarak da müşterilere taşınır. Tedarik zincirleri ortak bileşenlere, üretim araçlarına ve kapasitelere sahip, tamamlanmış birçok ürünü bünyesinde bulundurur (Ganeshan ve Harrison, 1995).

Tedarik zinciri; hammaddelerin temin edilmesinden, üretilen nihai ürünün son kullanıcıya ulaştırılması ve tamir, bakım veya ürünün içerdiği zararlı maddelerin yok edilmesine kadar tüm faaliyetlerin, sistemlerin ve kişilerin oluşturduğu bir şebekedir. Tedarik zinciri, tedarikçilerden, üretim merkezlerinden, dağıtım merkezlerinden, toptancı ve perakendeci mağazalarından, ayrıca hammaddeler, süreç içi envanterler ve sistem içerisinde taşınan nihai ürünlerden oluşur. Hammaddenin yeryüzünden çıkarılmasıyla başlayıp, ürünün tekrar kullanılması veya atılmasıyla tedarik zinciri döngüsü sona erer (Ross, 1998).

Tedarik zinciri, hammadde aşamasından nihai ürüne dönüştürme ve bu nihai ürünün son müşteriye veya kullanıcıya ulaştırılması aşamasına uzanan bir ölçekte, fiziksel ve teknolojik araçlar, süreçler veya yöntemlerden oluşan bütünleşik bir ağıdır (Beamon, 1998: 2).

Ürünün, nihai hale getirilip tüketiciye ulaştırılmasında görev alan birçok işletme yerine bu işletmelerin tamamını ifade eden tek bir firma görünümünde olan tedarik zinciri; firmaların iç süreçlerini basit ve sağlıklı bir yapıya kavuştururken aynı zamanda tüm tedarik zincirinin süreçlerini incelemekte ve süreçleri iyileştirmeye olanak tanımaktadır (Handfield ve Ernest, 1999).

Christopher (2000) ise tedarik zincirini, müşteriye ulaşan hizmet veya ürünlere şekil veren proses ve aktivitelerle ilgili aşağı ve yukarı akımların olduğu organizasyonlara ait şebekeler olarak tanımlamaktadır.

Hammaddelerin elde edilip yarı mamul haline getirilmesi ve dağıtım yapılarak bitmiş ürünlerin müşteriye ulaştırılmasını içeren işletmelerin oluşturduğu ağ yapısına tedarik zinciri ağı denilmektedir. Tedarik zinciri ağı, tedarikçi, nakliyecisi, üretici, dağıtım merkezleri, perakendeci ve tüketici ile ortaya çıkan tedarik zincirini oluşturan sistemler, alt sistemler, operasyonlar, faaliyetler ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini içeren bir bütündür. İhtiyaç duyulan ürünün, hızlı bir şekilde beklenen kalite ve fiyatta müşteriye sunulabilmesi için ağ elemanlarının mümkün olduğunca az tutulması ve bu ağ yapısının yalın hale getirilmesi gerekmektedir.

Tedarik zinciri yönetiminin ilk aşaması olarak kabul edilen fiziksel dağıtım aşaması ile ilgili ilk olarak Bowersox (1969: 72), fiziksel dağıtım fonksiyonunun işletme dışında kanal-içi bütünleşmeyle rekabetçi bir avantaj sağlayacağını öne sürmüştür.

Firmaların nakit akımını artırması ve yapılan yatırımların geri dönüşünü sağlamalarının günümüz koşullarında gittikçe zorlaşmasıyla, yöneticiler karlılığı artırmak ve maliyetleri azaltmak için alternatif metotlar geliştirmek zorunda kalmışlardır. Sürekli olarak geliştirilmeye çalışılan sistemlerden biri de tedarik zinciri sistemidir.

Bu ihtiyaca bağlı olarak 1980'li yıllardan itibaren, endüstrideki hızlı değişim ve iş çevrelerindeki rekabetin artması sonucu, "Tedarik Zinciri" kavramıyla paralel olarak gelişen "Tedarik Zinciri Yönetimi" temel olarak örgütün dış çevresine odaklanan ve tedarikçiler ile bütünleşmeyi temel alan bir yönetim felsefesidir.

Literatürde Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) için önerilen birçok tanım bulunmaktadır. Bunların bazılarında bu bölümde kronolojik olarak bahsedilmiştir:

Ellram ve Cooper (1990), tedarik zinciri yönetimini, tedarikçiden son müşteriye olan toplam akışın yönetiminin bütünleşik bir felsefesi olarak tanımlarken Novack ve Simon (1991) ise TZY'nin; sadece ürünlerin tedarikçiden başlayıp üretici ve dağıtıcı boyunca son tüketiciye olan akışını kapsadığını belirtmektedir.

Langley ve Holcomb (1992)'a göre TZY, son kullanıcı için karşılaştırılabilir en iyi ürün ya da hizmeti üretmek amacıyla kanal üyelerinin etkileşimi üzerinde yoğunlaşmaktadır. TZY, zincirdeki hammadde tedarikçisinden, çeşitli seviyelerdeki üretim, depolama, dağıtım ve son müşteriye kadar olan bağlantıları inceleyen bir tekniktir.(Turner, 1993).

Tedarik Zinciri Yönetimi, temelde sistem çapında maliyetleri düşürmeyi hedeflemektedir. Aynı zamanda ürün veya hizmetin kalite gerekliliklerini göz önüne alarak istenilen tatmini sağlayabilmek amacıyla tedarikçi, üretici, depo ve mağazalar arasında bütünleşik bir yapıyı oluşturmak da hedeflenmektedir. Bu amaçların yerine getirilmesi için de, malzemenin doğru zamanda tedarikine, doğru miktarda üretimine ve doğru konuma ulaştırılmasını sağlamaya odaklanmaktadır. TZY, ürünlerin tedarikçiden son müşteriye akışını ve stok ve benzer maliyetleri minimize ederken müşteri hizmetleri amacını başarıyla yerine getirmenin koordineli bir şekilde yönetilmesi yaklaşımıdır (Carter ve ark., 1996).

Bechtel ve Jayaram'a (1997: 15) göre TZY, işletmeler arası rekabet yerine koordinasyonu sağlayan bir süreç çatısı oluşturmaktadır. Lambert ve ark.'na (1998) göre ise TZY' nin amacı, işletmenin ve son müşteri de dahil olmak üzere tüm tedarik zincirinin rekabet avantajını ve kârlılığını maksimize etmektir.

Tedarik zinciri yönetimi, sistem maliyetlerini minimize etmek için tedarikçileri, üreticileri, depoları ve satış noktalarını etkili bir şekilde entegre eden, doğru miktarda, doğru zamanda ve doğru yerde olacak şekilde ürünün, üretim ve dağıtım miktarını belirleyen, müşteri servis kalitesini arttırmaya yönelik faaliyetler bütünüdür (Waters, 1999: 186).

İşletmelerin müşteri talebini ve karlı büyümeyi dengelemeleri için TZY anlayışı geliştirilmeye çalışılmıştır (Chandra ve Kumar, 2000). Bu çalışmalar özellikle esnek organizasyonlar, örgütsel ilişkiler, toplam tedarik zinciri koordinasyonu, işletme içi ve işletmeler arası gelişmiş iletişim, ana iş sayılmayan konularda dış kaynak kullanımı, siparişe dayalı üretim sistemi, stok yönetimi ve maliyet kontrolü üzerine odaklanmıştır.

TZY, lojistik akış, müşteri sipariş yönetimi, üretim süreci ve tedarik zincirinin her bir halkasındaki tüm aktiviteleri görmek için gerekli bilgi akışını içermektedir (Lummus ve ark., 2003).

Tedarik Zinciri Yönetimi, müşteri tatminini sağlamak için ürünün doğru miktarda üretilip dağıtılması, doğru zamanda doğru yerde olmasının sağlanması, tedarikçilerin, üreticilerin ve depoların etkin bir şekilde kullanılması için uygulanan yaklaşımların bir bütünüdür.(Ballou, 2003: 135)

Tedarik zinciri yönetimi, hammaddelerin bitmiş ürüne çevrilip, dağıtım noktalarına kadar ulaştığı operasyonları kapsayan bütünlük bir lojistik sistem olarak tanımlanabilir (Ghiani vd., 2004). Tedarikçi maliyetlerini azaltmak için uzun dönemli ilişkilerin kurulması, iletişime önem verilerek fonksiyonel takımlar kurulması ve bu takımlar ile birlikte tedarikçilerin geliştirilmesi sağlanarak, hem hammadde maliyetlerini azaltma, hem de müşteri-tedarikçi ilişkisini ölçerek güçlendirme yoluna gidilmesi gerektiği de başka bir tanımda belirtilmiştir (Chen ve Paulraj, 2004).

Tedarik zinciri yönetimiyle amaç, şirketin imalat kapasitesinin artırılması, piyasaya karşı duyarlılığın geliştirilmesi ve tüketici ile tedarik işlerini yürütenler arasında ilişkilerin iyileştirilmesi yoluyla şirketin işleyişinin ileriye götürülmesidir (Yıldızöz, 2006:8). Tedarik Zinciri Yönetimi, alt tedarikçiler, tedarikçiler, işletme içi operasyonlar, ticari müşteriler, perakendeci müşteriler ve son kullanıcılardan oluşan geniş bir yelpazeye sahiptir (Ciravoğlu, 2006: 8).

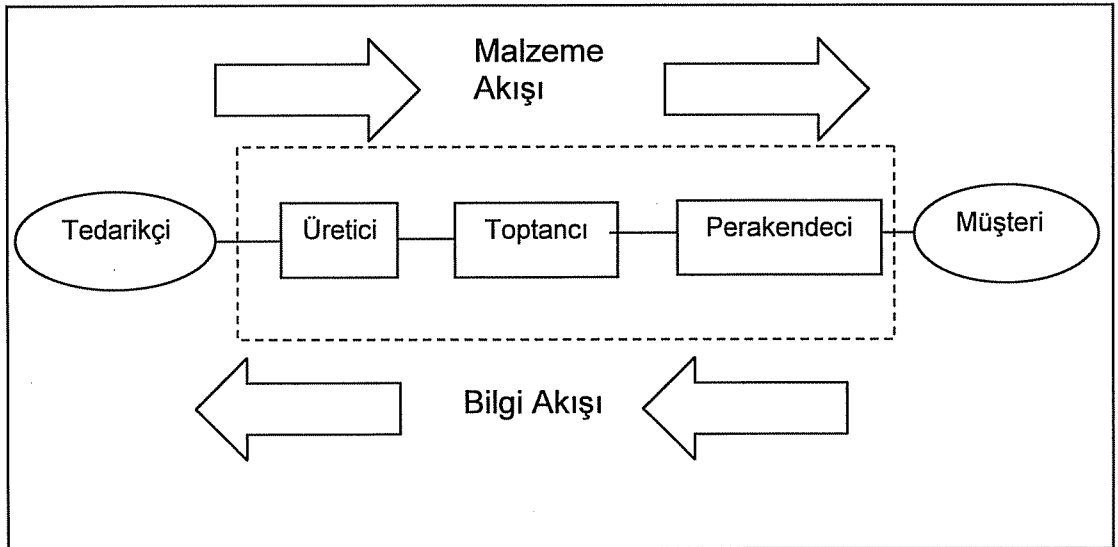
TZY'nin asıl amacı ile ilgili yapılan bir tanımda ise TZY'nin müşteri memnuniyetini mümkün olan en verimli şekilde sağlamak için tedarik zinciri operasyonlarının planlanması, yapılan planların uygulanması ve kontrol edilmesi süreci olduğuna değinilmiştir (Barnes, 2007).

Tedarik zinciri, ihtiyaçlar doğrultusunda; malzemenin tedarigi, tedarik edilen malzemenin yarı ürün ve nihai ürüne dönüştürülmesi ve bu ürünlerin son kullanıcıya kadar dağıtılması fonksiyonlarını gerçekleştiren, işletme içi ve işletme dışı fonksiyonları da kapsayan, süreçler ve yöntemler bütünü olarak ifade edilebilir.

Tedarik Zinciri Yönetimi de, tedarik zinciri ve bu zincir içinde yer alan tüm işletmelerin, fonksiyonları ve süreçlerinin, ortak amaç doğrultusunda sistematik ve stratejik koordinasyonudur. Dolayısıyla ilk tedarikçiden son kullanıcıya kadar, ürün, hizmet ve bilgi akışının sağlandığı süreçlerin bütünleşmiş halidir denilebilir.

Şekil-1'de tedarik zinciri yönetiminin klasik yapısı gösterilmektedir. Buna göre; tedarik zinciri yönetimi, malzeme ve ürünlerin, temel hammadde tedarikçiden nihai ürün aşamasına kadar (olası geri dönüşüm ve yeniden kullanım dahil) yönetimini kapsayan; firmaların tedarikçilerinin rekabet avantajlarını destekleyecek teknoloji ve yeteneklerinden nasıl yararlanacağı üzerine odaklanan ve geleneksel işletme içi faaliyetleri, optimizasyon ve etkinlik ortak gayesi ile ticari ortaklıklar kurarak yayan bir yönetim felsefesidir, şeklinde tanımlanmaktadır (Chen ve Paulraj, 2004).

Hızla gelişen teknoloji ile paralel olarak artan rekabet koşullarında işletmeler sürekli olarak pazar paylarını arttırmaya çalışırken; maliyetlerini düşürmeyi hedeflemektedirler. Bu yüzden potansiyel müşterilere gereken zamanda gereken ürünü gereken şekilde ulaştırma zorunluluğu doğmuş; bir yandan da bunu gerçekleştirebilmek için tedarikçilerle etkin bir şekilde çalışarak, gereken hammadde ya da malzemeyi gereken zamanda ve en düşük maliyetle tedarik etmek gerekmektedir.



Şekil-1: Klasik Tedarik Zinciri Yönetimi (Chen ve Paulraj, 2004)

Tedarik Zinciri Yönetimi, müşteri tatminini azaltmadan, maliyeti azaltacak kalıcı bir rekabetçi avantaj yaratan etkili bir araçtır. Her seviyedeki tedarik zinciri, birbirine uyumlu amaçlar belirlemeye odaklandığında, gereksiz ve tekrarlı faaliyetler azalacaktır. Böylelikle, tedarik zinciri üyeleri, son tüketicinin istek ve gereksinimlerini karşılayacak bilgileri birbiriyle rahatlıkla paylaşabilecektir. Sonuç olarak maliyet azalırken; TZY bu şebekeye, üye firmaların yetenek, uzmanlık ve kabiliyetlerini kazandırmaktadır (Tek ve Özgül'den aktaran Hoşgören, 2011: 19).

c. Tedarik Zinciri Yönetiminin Amacı

Gelişmiş firmaları incelediğimizde müşterileri ile sürekli iletişimde kalarak müşteri ihtiyaçlarının ne yönde geliştiğini anlamaya, gelecekteki ihtiyaçların neler olabileceğini tahmin etmeye çalıştıkları görülmektedir. Firmaların bu şekilde hareket etmelerinin amacı mevcut müşterilerini korumak ve yeni geliştirdikleri ürünlerle rekabet avantajı sağlayıp yeni müşteriler kazanmak olarak tanımlanabilir.

Tüm bu ihtiyaçları karşılamak üzere tedarik zincirinin amacı da bir işletmede doğru malzemelerin, hizmetlerin ve teknolojinin doğru miktarda, doğru zaman ve düşük maliyetle elde edilmesidir (Fox, 1997).

TZY'nin temel amacı; tedarik zincirinin bütünün maliyetini, müşterinin talebi karşılanırken minimum tutmaktır. Toplam TZY maliyetini minimum tutmak için ise TZY içinde maliyet getiren kalemler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bunlar; hammadde ve diğer satın alma maliyetleri, tesis kurma maliyeti, direkt ve endirekt üretim maliyetleri, stok maliyeti, taşıma ve sevkiyat maliyetleri gibi maliyet kalemleridir (Shapiro, 2001: 16).

Birden fazla işletmeyi kapsayan tedarik zinciri yönetimi yapısı, tek bir işletme gibi davranılarak kaynakların ortak kullanımı sayesinde bir sinerji yaratmayı hedeflemektedir. Burada amaç, işletmenin imalat kapasitesinin artırılması, pazardaki değişimlere karşı duyarlılığın geliştirilmesi ve tüketici ile tedarikçiler arasındaki ilişkilerin iyileştirilmesi yoluyla işletmenin çalışmasının ileriye götürülmesi (Paksoy vd., 2003), dolayısıyla da, yüksek kaliteli mal

veya hizmetin, en düşük maliyetle, hızlı ve güvenilir bir şekilde son kullanıcıya ulaştırılmasıdır.

TZY'nin amaçlarından biri de en üst düzeyde müşteri memnuniyetini yakalamaktır. Bu sayede zincirdeki tüm birimler kendini geliştirmeye çalışmaktadır. İşletme ve Tedarik Zinciri Halkaları ürünlerini ve hizmetlerini, bireysel müşteri istek ve ihtiyaçlarına göre özelleştirmelerini sağlamaktadır. Başarılı bir TZY'nin diğer önemli amaçları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir (Çemberci, 2011):

- Maliyetlerin azaltılması
- Karlılığın artırılması
- Rekabet gücünün artırılması
- İşletmenin değerinin artırılması
- Pazardaki değişimlere karşı duyarlılığın geliştirilmesi ve pazar payının artırılması
- Müşteri hizmetleri performansının artırılması
- Cevap verme süresinin kısaltılması
- Stok maliyetinin azaltılması

ç. Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi

İşletme alanında yaşanan gelişmeler gibi tedarik zinciri yönetiminin gelişimi ve yükselmesi de mevcut pazardaki payı belirlemek adına stratejik önem ve değer kazanmıştır. Günümüz pazar ortamında müşterilerin talep tipleri “doyumsuz müşteri” olarak tanımlanmaktadırlar. İdeal durumda tedarik zinciri bu yeni tip müşterilerin taleplerini en uygun şekilde belirleyebilmektedir. İşletmeler bu doymak bilmeyen taleplere cevap verebilmek için iç dinamiklerinin yanı sıra ihtiyaç duyulan yetenek, uzmanlık ve kapasiteleri sunabilecek tedarikçileri aramakta; bu tedarikçilerle ortaklık kurma yoluna gitmektedirler. Tedarik zinciri yönetiminin 1990'lardan sonra stratejik önem kazanmasının nedeni işletmelerin tüm performanslarını optimize eden tedarik sistemine sahip olmayı bir amaç haline getirmesidir. Bu işletmeler tedarik zincirinin bir sonraki aşamasını yerine getiren firmalarla

birlikte çalıştıklarında ortaya çıkan başarıdan her iki tarafın da fayda sağlayacağını tespit etmişlerdir (Lummus ve Vokurka, 1999).

Tedarik zincirine verilen önemin artmasındaki diğer bir neden ise ulusal ve uluslararası rekabetin sürekli artış göstermesidir. Müşteriler taleplerini karşılamak için birçok kanala sahiptirler. Bu yüzden maksimum ürün erişebilirliğini minimum maliyetle sağlamak oldukça önemlidir. Müşterilerin satın alma alışkanlıkları sürekli olarak değişmektedir ve rakip işletmeler ürünlerine sürekli katma değer kazandırmaktadır. Elde edilen stokların maliyeti işletmeler için fonların stoklara bağlanmasından dolayı ürün maliyetine artış olarak yansımaktadır. Tedarik zincirinin önem kazanmasındaki bir diğer neden bir bölüm ya da fonksiyonun performansını arttırmanın bütün işletme performansını arttırmadığının fark edilmesidir. Satın alma bölümü bir ürünü daha düşük fiyata sağlayabilir ve bu iyi yönde bir fiyat değişikliğini gerçekleştirebilir. Ancak tamamlanmamış ürünlerin üretim maliyeti işletmedeki verimsizliklerden dolayı yükselebilir. Bu nedenle işletmeler bir bölümün toplam üretim üzerindeki etkisini önlemek için tüm tedarik zinciri ağını gözden geçirmek zorundadırlar (Lummus ve Vokurka, 1999).

d. Tedarik Zinciri Yönetimine İhtiyaç Duyulmasının Nedenleri

Hem müşteriye hem de işletmenin kendisine yarar sağlayan tedarik zinciri yönetimine duyulan ihtiyacın temel nedenleri şöyle sıralanabilmektedir (Aktan, 1997: 45):

- Operasyonların iyileştirilmesi,
- Dış kaynak kullanımının artması,
- Taşıma maliyetlerinin artması,
- Rekabet avantajı sağlama isteği,
- Küreselleşmenin etkisi
- E-ticaretin öneminin artması,
- TZY ihtiyaç kaynakları,
- Stok yönetimi ihtiyacı,

e. Tedarik Zinciri Yönetiminin İşletmeye Sağlayacağı Faydalar

Tedarik zinciri yönetimi birçok organizasyonu başarıya götürmüştür. Michael Dell tedarik zinciri stratejisiyle bilgisayar üretimi işine yeni bir boyut kazandırmıştır. Wal-Mart tedarik zincirinin diğer bir başarılı örneğidir. Günümüzde neredeyse her başarılı firmanın stratejisi, tedarik zinciri uygulamalarına dayalıdır. TZY uygulamalarının yaygın faydaları şunlardır (Hoşgören, 2011: 27):

- Tedarik zincirindeki belirsizlik, hata, gecikme ve kayıpların azalması,
- İşlemler, bilgiler, uygulamalar, stoklar gibi işlerde daha az tekrar yapılması,
- Müşterilere hiç fayda sağlamayan ya da az fayda sağlayan işlerin elenmesi,
- Stok miktarının azalması,
- Yanıt süresinin kısılması,
- Teşvik mekanizmalarına olan talebin artması,
- Müşteri taleplerine daha esnek ve hızlı karşılık verme,
- Bilginin daha kolay paylaşılması,

Başarılı bir tedarik zincirine sahip olmak için tedarik zincirini oluşturan birimler arasında işbirliği sağlanmalıdır. Bu yüzden tedarik zincirine etki eden bütün birimler arasında (tedarikçi, tedarikçinin tedarikçisi, müşteri, dağıtım kanalları, üçüncü parti servis sağlayıcılar vs.) karşılıklı bilgi değişimi ve ortak planlama yapılması gereklidir. Bu işbirliği yapıldığında ortak hedef olarak da nihai kullanıcıların ihtiyaçları dikkate alınmalıdır. Yani TZY'nin temel işbirliğinin ortak noktası, müşterilerin ihtiyaçları sonucunda şekillenmelidir. Bu işbirliği birçok firmanın ortak çalışmasını gerektirdiği için belirli operasyonel seviyelerde çapraz koordinasyon sağlanarak operasyon işlemlerinin daha hızlı ve etkili yürütülmesi sağlanabilir. Bu tür bir yapının sağlıklı oluşturulması için de bütün taraflar arasında uzun vadeli işbirliğine dayanan bir güven ortamı oluşturulmalıdır. Sonuç olarak da kurulması planlanan işbirliğinde taraflar arasında ortak bir vizyon ve kültür oluşturulmasının yanında riskler ve kazançlar da herkesin yararına olacak şekilde adil bir paylaşım ile belirlenmelidir (Baki, 2004: 7).

2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE STRATEJİLER

Firmaların küresel rekabetin hakim olduğu pazarda faaliyetlerini sürdürebilmeleri için özgün bir tedarik zinciri oluşturmaları ve işletmenin diğer stratejilerini de içine alan bir anlayış ile vizyonlarını geliştirmeleri gerekmektedir. Sadece yenilikçi olmak için tasarlanmamış bu vizyon ile işletme, diğer stratejilerinin etkilerini de ileriye taşıyacaktır. Tedarik zincirinden daha fazla fayda sağlanabilmesi için beş temel disiplinin dikkate alınması gerekmektedir, bunlar (Cohen ve Roussel, 2005: 10)

- Operasyon stratejisi
- Dış kaynaklardan yararlanma (outsourcing) stratejisi
- Dağıtım kanalı stratejisi
- Müşteri hizmetleri stratejisi
- Varlık ağı stratejisi

Bu stratejiler ve bunların koordinasyonu konusunda işletmenin alacağı karar aynı zamanda işletmenin tedarik zinciri stratejisini de belirleyecektir.

a. Operasyon Stratejisi

Ürün ve hizmetlerin nasıl yönetileceği konusundaki karar, operasyon stratejisini belirlemektedir. Aşağıda belirtilen dört değişik kararın hangisinin kullanılacağı ya da bunların bir bileşkesinden mi yararlanılacağı tüm tedarik zincirini ve firmanın genel stratejisini önemli ölçüde etkilemektedir.

Stok yapılması: Müşteri talebinin yoğun, yüksek hacimde satılan ve standart ürünler için uygulanabilecek en iyi stratejidir. Üretim maliyetleri düşüktür ve stokta bu tarz ürünlerin bulunması müşteri taleplerinin seri bir şekilde karşılanması anlamına gelmektedir.

Sipariş üzerine üretim: Bu strateji daha çok kişiye özel ürünler ya da talep sıklığı düşük ürünler için tercih edilen bir stratejidir. Bu stratejide firmalar kesinleşen müşteri talebine göre üretim yapmakta ve bu stratejide

ürün yelpazesi geniş iken düşük düzeyde stok tutulmasına müsaade edilmektedir.

Sipariş yapılandırma: Bu strateji karma bir stratejidir. Ürünler kısmen belirli bir seviyede tamamlanır ve kesin sipariş alındıktan sonra tamamıyla üretimi bitirilir. Bu strateji bitmiş ürünün farklı türleri olduğunda, şirketin düşük düzeyde stok tutma isteği var ve daha kısa sürede teslimat gerekiyorsa tercih edilmektedir.

Sipariş projelendirme: Bu strateji sipariş temelinde çalışma stratejisi ile benzer pek çok özelliği paylaşmaktadır. Karmaşık ürün ve hizmetlerin benzersiz müşteri özelliklerine göre üretildiği endüstri alanlarında kullanılmaktadır.

b. Dış Kaynaklardan Yararlanma (Outsourcing) Stratejisi

Dış kaynaklardan yararlanma stratejisi kararı, şirketin var olan tedarik zinciri becerilerinin ve öz yeteneğinin analiz edilmesiyle başlar. Şirket dışından faydalanılmak istenen iş ortakları üç olası avantaj sunabilirler:

Ölçek: Faaliyet alanlarına göre uzmanlaşmış olan şirket dışı iş ortakları daha fazla kullanım oranına sahip olmaları, geniş müşteri kitleleri ve düşük birim maliyet avantajına sahip olmaları nedeniyle hizmetleri daha ucuza sağlamaktadırlar. Ayrıca bu tarz şirketler üretim miktarının herhangi bir imalat kapasitesi yatırımı yapılmaksızın artırılmasına imkan sağladığından şirketlere de fayda sağlamaktadırlar.

Kapsam: Yeni pazar ve yeni coğrafyalara açılma isteğinde olan şirketler dış kaynak kullanımı ile yeni müşterilere ve pazara erişebilmektedirler.

Teknolojik uzmanlık: Dış kaynak kullanımında faydalanılan iş ortakları bir şirketin öz yeteneği paralelinde geliştirmesi gereken ve ciddi yatırım harcamaları gerektiren üretim ya da süreç teknolojilerinde uzmanlaşmış olabilirler.

c. Dağıtım Kanalı Stratejisi

Kanal stratejisi ürün ve hizmetlerin satıcıdan nasıl alınıp, son kullanıcıya nasıl ulaştırılacağı ile ilgilidir. Bu tarz kararlar ürün ya da hizmet satışının distribütör ya da perakendeciler aracılığı ile ya da doğrudan internet veya satış modeli ile yapılıp yapılamayacağı konularını belirlemektedir. Hedeflenen pazar ve coğrafya karar üzerinde etkileyici rol oynamaktadır. Kar marjı, kullanılacak kanalın yapısına göre değişkenlik göstereceğinden optimal bir kanal karması seçilmelidir.

ç. Müşteri Hizmetleri Stratejisi

Müşteri hizmetleri stratejisi iki temel unsur üzerinde oluşturulmalıdır: Müşteri hesaplarının hacim ve karlılığı ile müşterilerin gerçekte ne istediklerinin tam olarak anlaşılması. Bütün müşteriler aynı hizmet düzeyine gereksinim duymamaktadır ancak bu bilgiler hangi müşterilerin daha değerli olduğunun belirlenmesini sağlamaktadır.

d. Varlık Ağı Stratejisi

Tedarik zinciri stratejilerinin son unsuru şirketin varlık ağı hakkında alacağı kararlardır. Fabrikalar, depolar, üretim araç gereçleri ve hizmet merkezleri bu ağın içerisinde yer almaktadır. Bu varlıkların konumları, ölçekleri ve fonksiyonları tedarik zincirinin performansı üzerinde önemli etkiye sahiptir.

Tedarik zincirinin çatısı sistemi kapsayan projelerin yerine getirilmesi için kademeli olarak sunulan kaynakların bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bu projeler, sistemin müşterilerine sunduğu ürün ve/veya hizmetlere karşılık gelmektedir. Bir tedarik sistemi sadece bir üretim sistemi değildir, belirlenen zaman dilimi içerisinde şirket tarafından üretilen ürün/hizmetlerin sayısı ve hacmi gibi konularla ilgili süreçlerde projeye bağlı olarak genişletilebilen ya da azaltılabilen bir üretim sistemidir. Eğer şirket yeni bir ürünü pazara sürüyor ya da var olan ürüne olan talep artıyorsa şirket daha fazla kaynağa ihtiyaç duyacaktır. Diğer taraftan, eğer şirket bir ürünün üretimini durdurur ya da ürüne olan talep azalıyorsa şirket bu durumda daha az kaynağa ihtiyaç duyacaktır (Govil ve Proth, 2002).

İKİNCİ BÖLÜM

BELİRSİZLİK İÇEREN KARAR SÜRECİNİN ANALİZİNDE KULLANILAN

BAZI METOTLAR ve UYGULAMALARI

1. BULANIK MANTIK

Her insan, günlük hayatında kesin olarak bilinemeyen, bazen de kesinmiş gibi görünen ancak kesinlik arz etmeyen durumlarla karşılaşmaktadır. Sonucu tam olarak bilinemeyen, her insan tarafından aynı şekilde algılanmayan, sübjektif yargılar içeren, belki soyut olarak ifade edilebilecek her durum belirsizlik olarak tanımlanabilir.

Belirsizlik, karar verme sürecini karmaşık hale getiren nedenlerin başında gelmektedir. Bu belirsizliklere klasik mantıkta bir çözüm bulmak genellikle oldukça güçtür, bazı durumlarda ise neredeyse imkânsızdır. Belirsizlik durumlarında kullanılabilecek pek çok yöntem bulunmaktadır. Bulanık mantık da belirsizliği ifade etmenin matematiksel yollarından biridir.

Bulanıklık bilimsel olarak belirsizlik olarak tanımlanmış ve bu belirsizlikleri ifade edebilmek amacıyla bulanık mantık geliştirilmiştir. Klasik mantıkta bir şey ya doğrudur ya da yanlıştır. Yani ikili bir mantık vardır. Bulanık mantıkta ise doğru ile yanlışın arasında birçok durum bulunmaktadır.

Karar vericiler tercihlerini yaparken, karar verirken ve gelecekle ilgili tahminlerde bulunurken belirsizlik altında bulunduklarından, kesinlik ifade eden nicel ifadelerin yerine genellikle nitel ifadeler kullanırlar. Böylelikle, karar vericiler bazen karmaşık, belirsiz, geniş sistemleri bir insani özellik olan yaklaşık değerlendirme yapabilme yeteneklerini kullanarak değerlendirmek durumunda kalırlar. Bulanık Mantık, bu tür karmaşık sistemlerin insan mantığı kullanarak modellenmesi için Lotfi Zadeh tarafından 1965'te önerilmiştir.

Bulanık mantıkta, temel olarak yaklaşıklık ve kesin olmama gibi insan düşüncesinde ve doğada var olan belirsizlik kullanılmaktadır ve kesin doğru

veya kesin yanlış yerine kısmen doğru ya da yanlışlık belirten tanımlar kullanılır. Böylelikle, günlük konuşmalarda kullanılan belirsiz ifadeler tanımlanabilmekte ve dilsel değişkenler denen bu niteliyiciler kullanılarak insan mantığı benzeri sonuç çıkarma işlemleri gerçekleştirilebilmektedir.

Bulanıklığı ifade etmek için kullanılan dilsel değişkenler, değerleri dilsel terimler olan değişkenlerdir. Genellikle, uzmanlar düşüncelerini sayısal değerler ile ifade etmektedirler. Değerlendirmeler net bir şekilde sayısal olarak ifade edilemediğinde, sayısal değerler yerine dilsel değerlendirmeler yapmak daha gerçekçi bir tercih olmaktadır. Söz konusu dilsel ifadelerin sınırlarını açıkça çizmek zor olmaktadır. Aslında bu dilsel ifadeler belirsizlik ifade etmektedirler. Karar verme problemlerinde karar vericilerin net olmayan ve eksik veriye sahip olması, kararların bireysel kabiliyetlere bağlı ve öznel olmasına neden olmaktadır.

Matematikte klasik mantık kümeleri ele alırken iyi tanımlanmış nesneler topluluğu olarak tanımlanmıştır. Burada iyi tanımlanmış nesne ile kastedilen herkes tarafından aynı şekilde algılanan yani kesin olan durumlardır. Bulanık mantık ile klasik mantık arasındaki temel farklılıklar Tablo-1' de verildiği gibi ifade edilmiştir.

Tablo-1: Bulanık Mantık ve Klasik Mantık Arasındaki Farklar

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
Kesin	Belirsiz (Kısmi)
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde
0 ya da 1	0 ile 1 arasında
İkili Birimler	Bulanık Birimler
A veya A Değil	A ve A Değil

a. Bulanık Küme

Kümeler, klasik olarak iyi tanımlanmış nesneler topluluğu olarak tanımlanmaktadır. Klasik küme tanımında herhangi bir nesne bir kümenin elemanıdır ya da değildir. Genel olarak matematiğin ilgilendiği sayılar için

klasik küme anlayışı yeterli olmakla beraber, doğadaki gerçek nesneleri ve soyut kavramları ifade etmekte klasik küme anlayışı yetersiz kalmaktadır.

Gerçek hayatta klasik küme teorisine göre bir elemanın kısmen bir kümeye ait olması kabul edilemediğinden, problemler yeterince tanımlanamamakta ve çözülememektedir. Klasik kümeden bulanık kümeye geçiş noktası, bulanık kümenin kısmen ait olma düşüncesine elverişli olmasıdır. Örneğin bir eleman, A kümesinin elemanıyken belli özellikleri dolayısıyla B kümesinin de elemanı olabilmektedir. Oysa klasik küme teorisinde bir eleman A kümesine ait ise asla B'de yer alamaz. Kısmen ne kadar ait sorusunu ise üyelik fonksiyonları açıklamaya yardımcı olur. Üyelik dereceleri bir elemanın ait olduğu kümeye ne kadar ait olduğunu, bir başka deyişle özelliklerinin o kümeye ne kadar yakın olduğunu gösteren değerlerdir (Zadeh, 1965).

Bulanık Küme, o kümenin elemanı olan ya da olmayan nesneler arasında kesin olarak ortaya konulmuş veya önceden tanımlanmış sınırların olmadığı bir nesneler kümesidir. Herhangi bir nesne, herhangi bir kümenin bir dereceye kadar elemanı olabilir ve mantıksal bir önerme bir dereceye kadar terimini doğrulayabilir. Kümedeki her bir öge ne derece kümenin elemanı olduğunu gösteren bir değerle ilişkilendirilmiştir. Bu değer $[0,1]$ aralığındadır. 0 ve 1 minimum ve maksimum üyelik derecesini gösterirken diğer tüm ara değerler kısmi üyelik derecesini ifade ederler (Bevilacqua vd., 2006).

Bulanık küme kuramında amaç, belirsizlik ifade eden, tanımlanması güç veya anlaşılması zor olan kavramlara üyelik derecesi atayarak onlara belirlilik getirmektir. Belirlilik getirme yaklaşımı, klasik mantıktaki iki değerli kümeler kuramının çok değerli kümeler kuramına dönüşümü ile sağlanır (Türkşen, 1991).

Bulanık küme; üyelik fonksiyonu, üyelik derecesi $[0,1]$ kapalı aralığında bir reel sayı ile ifade edilen bir küme olarak tanımlanır (Chang, 1996) ve aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\mu_A(x) \in [0,1] \quad (1)$$

b. Bulanık Dilsel Değişkenler

Dilsel değişken, değerleri anadildeki cümleler olan değişken ya da kelime ile kelime gruplarını sayılar gibi kullanan değişken olarak tanımlanmaktadır (Zadeh, 1965). Dilsel ifadeler karmaşık olan ya da iyi tanımlanmamış durumları nicel olarak ifade etmede kullanılmaktadır.

Bulanıklığı ifade etmek için kullanılan dilsel değişkenler, değerleri dilsel terimler olan ifadelerdir (Tsaur vd., 2002). Genellikle, uzmanlar düşüncelerini sayısal değerler ile ifade etmektedirler. Düşünceler net bir şekilde sayısal olarak ifade edilemediğinde, sayısal değerler yerine dilsel değerlendirmeler yapmak daha gerçekçi bir yaklaşım olmaktadır. Söz konusu dilsel terimlerin sınırlarını kesin olarak çizmek zor olmaktadır. Bu nedenle dilsel terimler bir belirsizlik ifade etmektedirler. Karar verme problemlerinde karar vericilerin net olmayan ve eksik veriye sahip olması, kararların bireysel kabiliyetlere bağlı ve öznel olmasına neden olmaktadır (Türkbey, 2003).

Söz konusu özneliği ve belirsizliği ortadan kaldırmak maksadıyla dilsel ifadelerde bulanık sayılar kullanılarak üyelik fonksiyonları verilmektedir. Bulanık kümelerin ana enstrümanı bulanık sayılardır.

c. Bulanık Sayılar

Bulanık sayılar her bir reel sayıyı $[0,1]$ kapalı aralığı ile eşleştiren fonksiyon olarak tanımlanabilir. Bulanık sayılar, reel sayıların bulanık bir alt kümesidir ve “güven aralığı” fikrinin gelişmiş bir şeklini göstermektedir (Kaptanoğlu ve Özok, 2006).

Bulanık bir sayı en az bir aralıkta tanımlıdır ve üyelik derecesi $[0,1]$ kapalı aralığında herhangi bir değer alır. Yani bulanık bir sayının kesin bir değeri yoktur, fakat alabileceği değerler ve bu değerlerin üyelik dereceleri bilinebilmektedir.

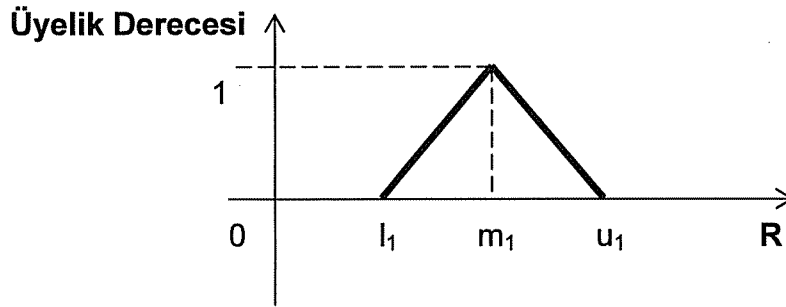
Bulanık sayılar bir aralık olarak tanımlanabilir ancak bu aralıkta alınan değerlere göre çeşitli isimler almaktadırlar. Örneğin; $(5,11)$ bulanık sayısı, $(5,8,11)$ üçgen bulanık sayı şeklinde, $(5,7,9,11)$ yamuk bulanık sayı şeklinde ya da daha farklı şekillerde tanımlanabilmektedir.

(1) Üçgen Bulanık Sayılar

Üçgen bulanık sayılar reel sayılarda sıralı üçlü gibi düşünülebilir. Ancak bulanık sayının sıralı üçlünden farkı elemanların küçükten büyüğe doğru yazılmasıdır. Her bir sayı üç bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenlerden birinci bileşen en alt değeri, ikinci bileşen yani ortadaki değer olabilecek optimum değeri ve üçüncü bileşen de en üst değeri gösterir. Matematikte 3'ün 2 komşuluğu denildiğinde (1,3,5) olarak anlaşılmaktadır.

Üçgen bulanık sayılar bir sayının komşuluğu olarak da düşünülebilir. Ama bu durumda sayının alt ve üst değerleri, en olası değere eşit uzaklıkta olur, hâlbuki böyle olma zorunluluğu yoktur.

$\mu_A(x): \mathbb{R} \rightarrow [0,1]$ olmak üzere üçgen bulanık sayılar Şekil-2'de gösterildiği gibi $A = (l_1, m_1, u_1)$ ifade edilmektedir.



Şekil-2: Üçgen Bulanık Sayıların Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

(2) Üçgen Bulanık Sayılarda İşlemler

$l_1 \leq m_1 \leq u_1, l_2 \leq m_2 \leq u_2$ olmak üzere $A(l_1, m_1, u_1)$ ve $B(l_2, m_2, u_2)$ bulanık sayıları verilsin.

Toplama İşlemi:

Sıralı üçlülerdeki toplama işlemine benzer şekilde yapılır. Birinci bileşenle birinci bileşen, ikinci bileşenle ikinci bileşen ve üçüncü bileşenle de üçüncü bileşen toplanır.

$$A + B = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (2)$$

Çıkarma İşlemi:

Sıralı üçlülerdeki çıkarma işlemine benzer şekilde yapılır. Birinci bileşenden üçüncü bileşen, ikinci bileşenden ikinci bileşen ve üçüncü bileşenden de birinci bileşen çıkarılır.

$$A - B = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (3)$$

Çarpma İşlemi:

$$A \times B = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2) \quad (4)$$

Bölme İşlemi:

A ve B'nin her ikisinin de pozitif olduğu durumlarda;

$$A / B = (l_1 / u_2, m_1 / m_2, u_1 / l_2) \quad (5)$$

A'nın negatif, B'nin pozitif olduğu durumlarda;

$$A / B = (l_1 / l_2, m_1 / m_2, u_1 / u_2) \quad (6)$$

Üçgen Bulanık Sayının Tersisi:

$$A^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right) \quad (7)$$

(3) Yamuk Bulanık Sayılar

Pozitif bir yamuk bulanık sayı (a_1, a_2, a_3, a_4) olarak gösterilebilir. Üyelik fonksiyonu ise;

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1, \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2, \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3, \\ \frac{x - a_4}{a_3 - a_4}, & a_3 \leq x \leq a_4, \\ 0, & x \geq a_4, \end{cases} \quad (8)$$

şeklinde ifade edilebilmektedir.

(4) Yamuk Bulanık Sayılarda İşlemler

Bulanık olmayan bir r sayısı (r, r, r, r) olarak ifade edilebilir. Dağılıma prensibine göre herhangi iki yamuk bulanık sayının toplamı ve farkı da yamuk bulanık sayı olacaktır; ancak iki yamuk bulanık sayının çarpımı yalnızca yaklaşık bir yamuk bulanık sayı olacaktır. $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, $B = (b_1, b_2, b_3, b_4)$ iki yamuk bulanık sayı ve r pozitif bir reel sayı olsun. A ve B bulanık sayıları ile bazı ana işlemler şu şekilde ifade edilebilir:

Toplama İşlemi:

$$A + B = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4) \quad (9)$$

Çıkarma İşlemi:

$$A - B = (a_1 - b_4, a_2 - b_3, a_3 - b_2, a_4 - b_1) \quad (10)$$

Çarpma İşlemi:

$$A \times B = (a_1.b_1, a_2.b_2, a_3.b_3, a_4.b_4) \quad (11)$$

Bölme İşlemi:

$$A / B = (a_1 / b_4, a_2 / b_3, a_3 / b_2, a_4 / b_1) \quad (12)$$

Yamuk Bulanık Sayının Tersisi:

$$A^{-1} = \left(\frac{1}{a_4}, \frac{1}{a_3}, \frac{1}{a_2}, \frac{1}{a_1} \right) \quad (13)$$

ç. Bulanık Sayıların Durulaştırılması (Defuzzification)

Bulanık olan bilgilerin kesin sonuçlar haline dönüştürülebilmesi için yapılan işlemlerin tümüne "Durulaştırma (Defuzzification)" denilir. Genel olarak uygulama alanına göre hangisinin kullanılacağına, kullanıcının karar verdiği yedi farklı durulaştırma yöntemi ana hatları ile aşağıda açıklanmıştır.

(1) En Büyük Üyelik İlkesi

Diğer adı yükseklik yöntemidir. Kullanımı için tepeleri olan çıkarım bulanık kümelerine gerek vardır. Cebirsel olarak

$$\mu_C(z^*) \geq \mu_C(z), \text{ tüm } z \in Z \quad (14)$$

şeklinde ifade edilir.

(2) Sentroid Yöntemi

Diğer adı ağırlık merkezi yöntemi olan bu yöntem netleştirme işlemlerinde en sık kullanılan yöntemdir ve cebirsel olarak

$$z^* = \frac{\int \mu_C(z).zdz}{\int \mu_C(z)dz} \quad (15)$$

şeklinde ifade edilir.

(3) Ağırlıklı Ortalama Yöntemi

Bu yöntem yalnızca simetrik üyelik fonksiyonları var ise kullanılabilir. Cebirsel olarak

$$z^* = \frac{\sum \mu_C(z).z}{\sum \mu_C(z)} \quad (16)$$

şeklinde ifade edilir.

(4) Ortalama En Büyük Üyelik Yöntemi

Birinci netleştirme ilkesine çok benzeyen bir yapısı vardır ve cebirsel olarak

$$z^* = \frac{a+b}{2} \quad (17)$$

şeklinde ifade edilir.

(5) Toplamların Merkezi Yöntemi

Durulaştırma yöntemleri arasındaki en hızlı yöntemdir. İki bulanık kümenin birleşimi yerine onların cebirsel toplamı kullanılır. Örtüşen kısımların iki defa toplama girmesi ile eleştirilen bu yöntem cebirsel olarak

$$z^* = \frac{\int z \cdot \sum \mu_C(z) dz}{\int \sum \mu_C(z) dz} \quad (18)$$

şeklinde ifade edilir.

(6) En Büyük Alanın Merkezi Yöntemi

Eğer çıkan bulanık küme en azından iki tane dışbükey alt bulanık kümeyi içeriyorsa, dışbükey bulanık kümelerin en büyük alana sahip olanının ağırlık merkezi durulaştırma işleminde kullanılır. Bu yöntemin formülü ise;

$$z^* = \frac{\int \mu_C(z) z dz}{\int \mu_C(z) dz} \quad (19)$$

(7) En Büyük İlk (Son) Üyelik Derecesi Yöntemi

Bu yöntem ise, tüm çıktıların birleşimi olarak ortaya çıkan bulanık kümede en büyük üyelik derecesine sahip olan en küçük (veya en büyük) bulanık küme değerini seçme esasına dayanır ve cebirsel olarak önce birleşimdeki en büyük yükseklik belirlenir:

$$yükseklik(C_k) = \max_{z \in Z} \mu_{C_k}(z), \quad (20)$$

Sonra ilk en büyük üyelik derecesi bulunur:

$$z^* = \min_{z \in Z} \left\{ z \in Z \mid \mu_{C_k}(z) = yükseklik(C_k) \right\} \quad (21)$$

2. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİK PROSES (BAHP)

Bulanık AHP' nin daha iyi anlaşılması için öncelikli olarak kısaca klasik AHP' nin ne olduğu ve neden Bulanık AHP' ye ihtiyaç duyulduğundan bahsetmek gerekmektedir.

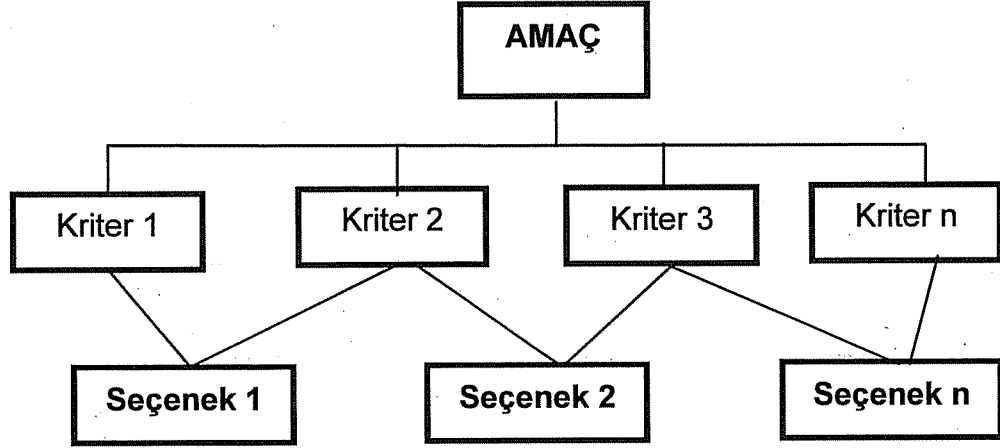
a. Analitik Hiyerarşik Proses (AHP):

Doğrusal programlama modelleri gibi pek çok karar verme yönteminde, seçeneklere ilişkin sayısal verilerle ifade edilen kriterler kullanılarak son karar verilmeye çalışılmaktadır. Hâlbuki karar problemlerinde sayısal verilerle ifade edilemeyen nitel kriterler de mevcuttur.

Sağlıklı ve doğru bir karar verilebilmesi için karar verme sürecine nicel kriterlerle birlikte nitel kriterlerin de dâhil edilmesi gereklidir. Hem nitel hem de nicel kriterleri karar verme sürecine dâhil edip tek bir çatı altında birleştiren yöntemlerden biri 1970'lerde Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş olan Analitik Hiyerarşik Proses (AHP)' dir.

AHP, insanın doğasında var olan ikili karşılaştırmalara dayanmaktadır. Bu ikili karşılaştırmalar ile seçeneklerin ve kriterlerin birbirlerine göre ne kadar önemli, tercih edilir veya baskın olduğunun değerlendirilmesi yapılmaktadır. En iyi alternatifin belirlenmesine yönelik olan bu yöntem, hem nicel hem de nitel faktörleri dikkate alması, kullanımının kolay ve basit olması nedeniyle karmaşık karar problemlerinin çözümünde sıkça kullanılmaktadır.

AHP, karmaşık problemleri, hiyerarşik bir yapıda ele alarak daha basit problem parçalarına indirgemektedir. Hiyerarşinin en tepesinde, ele alınan problemin ana amacı yer alır. Alt seviyelerde amacın değerlendirilmesinde kullanılan kriterler ve bu kriterlerle ilgili alt kriterler bulunur. Hiyerarşinin en altında ise amacın gerçekleştirilmesi için tespit edilmiş seçenekler yer alır. Örnek bir hiyerarşi, Şekil-3'te verilmiştir.



Şekil-3: Hiyerarşik Yapıya Örnek.

İyi bir hiyerarşi tasarımı için belirlenmesi gereken noktalar aşağıda özetlenmiştir (Saaty, 1994):

1. Genel amacın belirlenmesi,
2. Kriterlerin belirlenmesi,
3. Kriterlerin alt kriterlerinin belirlenmesi,
4. Konuyla ilgili görüşü alınacak kişilerin belirlenmesi,
5. Seçeneklerin belirlenmesi.

Karar problemine ilişkin hiyerarşik yapı kurulduktan sonra, hiyerarşide yer alan karar elemanları arasındaki ilişkiler, ikili karşılaştırmalar yapılarak sayısal olarak belirlenir. İkili karşılaştırmalar sonucunda, bir üst seviyedeki kritere bağlı olarak hangi karar elemanının daha önemli veya üstün olduğu a_{ij} gibi sayısal bir değerle ifade edilir. Burada a_{ij} ; i 'nci kriterin, j 'inci kritere göre ne kadar üstün olduğunu göstermektedir.

Karar verme sürecinde nitel ve nicel olmak üzere iki tip kriter kullanılabileceği için karar verici nicel kriterler kullandığı zaman değerlendirmeleri istediği taktirde gerçek sayısal veriler yardımıyla da yapabilir. Sayısal verilerle ifade edilemeyen nitel kriterlerin birbirlerine göre üstünlükleri ise Saaty (1994) tarafından geliştirilen Tablo-2'de gösterilen ölçek yardımıyla ifade edilmektedir.

Tablo-2’de gösterilen ölçek, AHP’ nin temel ölçeğidir. 1 ve 9 arasındaki sayılardan oluşan ölçek, yapılan birçok uygulama sonucunda elde edilmiştir. Bu ölçekte 2, 4, 6, 8 gibi ara değerler de vardır. Eğer karar verici, 1 ve 3 arasında kararsız kalırsa 2 değerini kullanabilir.

Tablo-2: AHP Önem Ölçeği (Saaty, 1994)

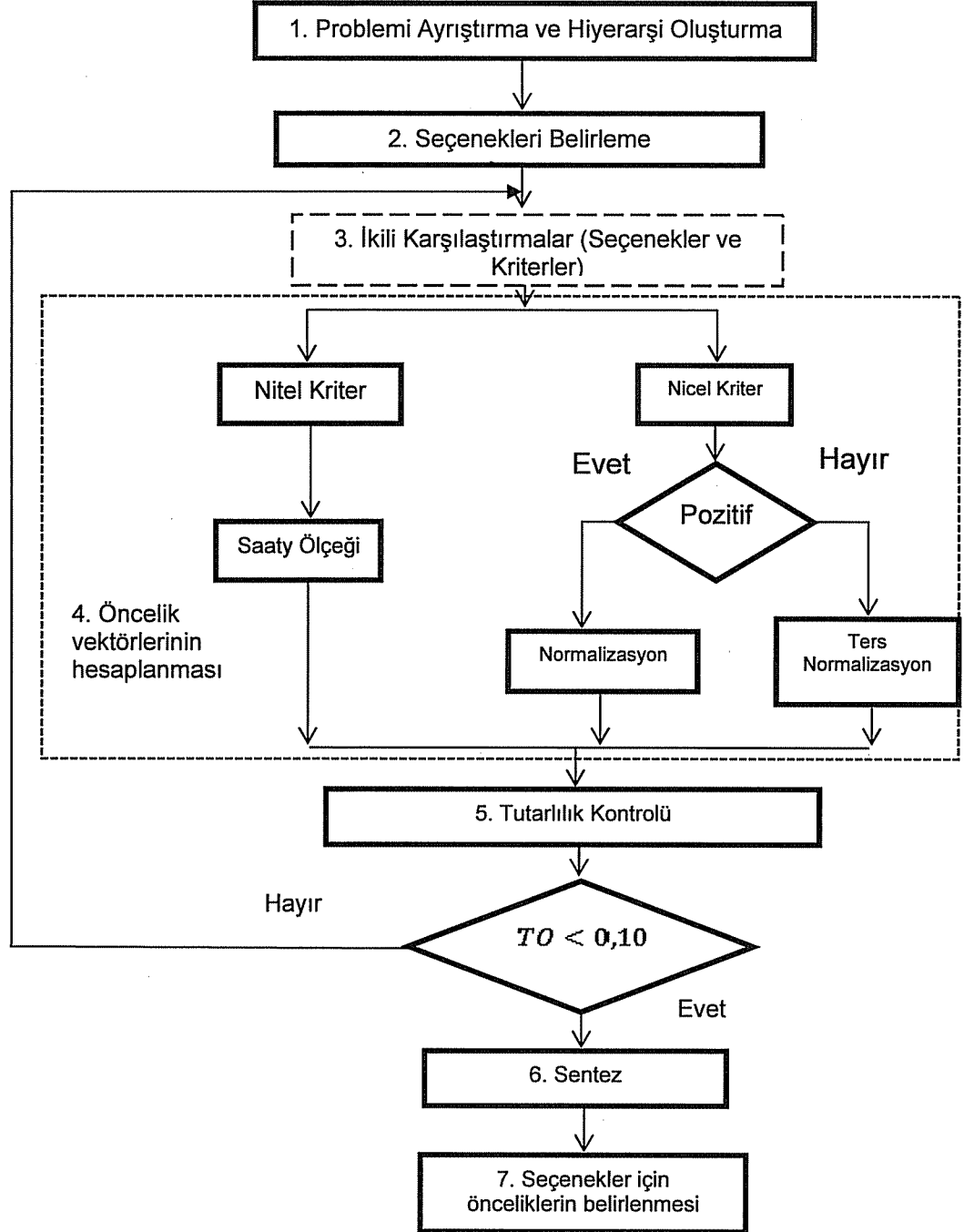
Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önem	İki faaliyet amaca eşit oranda katkıda bulunuyor
3	Birinin Diğetine göre orta derecede önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğetine orta derecede tercih ettiriyor.
5	Kuvvetli düzeyde önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğetine kuvvetli bir şekilde tercih ettiriyor
7	Çok kuvvetli düzeyde önem	Bir faaliyet güçlü bir düzeyde tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülüyor.
9	Aşırı düzeyde önem	Bir faaliyetin diğetine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar büyük güvenilirliğe sahip.
2,4,6,8	Ortalama Değerler	İki ardışık yargı arasına düşen değerler

Tablo-2’de gösterilen önem ölçeği kullanılarak hiyerarşinin en üst seviyesinden başlayarak en alt seviyedeki karar elemanlarına kadar ikili karşılaştırmalar yapılarak Tablo-3’teki gibi kare matrisler elde edilir. Karşılaştırma matrislerinde doğal olarak ana köşegende ‘bir’ değerleri yer almakta, terslik aksiyomu gereğince $a_{ij} = 1 / a_{ji}$ ilişkisi bulunmaktadır.

Tablo-3: Kriterler için İkili Karşılaştırma Matrisi

	Kriter 1	Kriter 2		Kriter n
Kriter 1	1	a_{12}		a_{1n}
Kriter 2	a_{21}	1		a_{2n}
.....				
Kriter n	a_{n1}	a_{n2}		1

İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasına kadar olan süreç dahil AHP'nin aşamalarını detaylı bir biçimde gösteren akış diyagramı Şekil-4'te verilmiştir.



Şekil-4: AHP Akış Diyagramı (Wang, 2001)

b. AHP'nin Avantajları ve Dezavantajları

Karar problemlerinin çoğunda uygulama imkanı bulunan AHP' nin karar vericilere sağladığı yararlar şöyle sıralanabilir (Narasimhan, 1983):

1. Karar verme sürecini biçimsel ve sistematik hale getirir ve doğru kararlar verilmesini sağlar.
2. Bilgisayarların kullanılması sonuçlara ilişkin duyarlılık analizlerinin yapılmasını mümkün kılar.
3. Yöneticiler arasındaki iletişimin iyileşmesine katkıda bulunması ve karar veren grubun üyeleri arasında uzlaşma ve karşılıklı anlaşmanın gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Böylece, yöneticilerin verilen kararı benimseyerek uygulamaları kolaylaşır.
4. AHP, karar vericinin amaca ilişkin tercihlerini doğru bir şekilde belirlemesine olanak veren ve uygulaması kolay bir yöntemdir.
5. Karmaşık problemleri basitleştiren bir yapısı vardır.
6. Karar vericinin karar probleminin tanımı ve unsurlarına ilişkin anlayış ve bilgilerini artırır.
7. Bir karar probleminde hem sübjektif hem de objektif düşüncelerin, hem nitel hem de nicel bilgilerin karar sürecine dâhil edilmesine olanak verir.
8. Karar vericinin yargılarının tutarlılık derecesini ölçmesine imkân verir.
9. Grup kararlarında kullanıma uygundur.
10. Duyarlılık analizi yaparak nihai kararın esnekliğini analiz etmeye imkân tanır.
11. AHP' ye ait yazılım paketi Expert Choice, karar vericinin uygulamayı hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirmesine imkan verir (Atsan ve Kuruüzüm, 2001).

AHP, karar problemlerinin çoğunda basitlik ve kullanım kolaylığına sahip olması nedeniyle uygulama alanı bulmuştur. AHP' de karşılaştırma matrisleri oluşturmak için gerçek değerler kullanılır ve sonuç olarak her kriterin ve her bir kritere göre seçeneklerin öncelik değerleri bulunur. Buna karşılık AHP yönteminin de bazı dezavantajları mevcuttur:

1. AHP, yapılan değerlendirmelerde karara, kriterlere ve seçeneklere ilişkin karşılaşılabilecek belirsizlikleri dikkate almamakta bu da verilecek kararı önemli ölçüde etkilemektedir (Cheng, 1996).

2. AHP'de yapılan değerlendirmeler tahminden kaynaklanan $1/9$, $1/8$,, 1 , 2 ,, 9 gibi tutarsız oranlar yaratmaktadır. İkili karşılaştırmalar matrisinin bir tarafı 2 ile 9 arasındaki sayılardan oluşurken, matrisin eşleniği bu sayıların karşılığı olan $1/2$ ile $1/9$ arası sayılardan oluşur. Matrisin bir tarafının ağırlık oranı $1/2 - 1/9 = 0,4$ iken eşleniğinin ağırlık oranı $9 - 2 = 7$ ile kıyaslanmaktadır (Cheng, 1996).

3. AHP yönteminde karar vericilerin karar üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Karar vericilerin yanlış değerlendirmeler yapması verilecek kararın da yanlış olmasına sebep olabilmektedir. Bu da seçeneklerin sıralamasının her zaman doğru olmayacağı anlamına gelmektedir (Cheng, 1996).

4. AHP yöntemiyle çözülmüş olan bir karar problemine mevcut seçeneklerden daha kötü bir seçenek eklenmesi halinde seçeneklerin sıralanmasının değişme olasılığı vardır. Bu da AHP yöntemiyle çözülmüş olan karar problemlerinin her zaman doğru sonuçları garanti etmeyeceğini göstermektedir.

5. Karar probleminin hiyerarşisinde yer alan seviye sayısı ve karşılaştırılacak eleman sayısı arttıkça problem daha da karmaşık hale gelmekte bu da zaman kaybına neden olmaktadır.

Bahsedilen dezavantajlardan dolayı AHP, bulanık mantıkla birlikte kullanılarak karar problemlerine çözüm aranmış ve konuya ilişkin çeşitli yöntemler ortaya atılmıştır.

c. Bulanık AHP

Bulanık küme teorisinin kullanımına en uygun alanlardan biri karar analizidir. Çok ölçütlü karar verme problemleri içerdikleri karmaşık değerler sözel olabilen, ancak çok iyi tanımlanamayan ölçütler nedeniyle, bulanık küme teorisi kullanılarak modellenmeye çok uygundurlar.

İnsanların günlük hayatlarında verecekleri kararlarda çoğu zaman somut kavramların yanında soyut kavramlar da etkili olmakta ve ortaya bir belirsizlik çıkmaktadır. Bu belirsizlik durumunda karar vermek zorunda olan insan çeşitli çözüm yolları aramış ve bulanık mantığı ortaya koymuştur. Bulanık mantık insanın düşünme mantığına çok yakın olmasından dolayı, bu mantığı dikkate alan teknikler kullanılarak alınan kararlar daha isabetli olmaktadır.

Bulanık mantık sayesinde karar verme sürecindeki belirsizliği gidermek mümkün olabilmektedir. Klasik AHP yönteminde karar vericiler sınırları belli gerçek sayıları kullanırken çok zorlanmaktadırlar. Bulanık AHP (BAHP) sayesinde karar vericiler ikişerli karşılaştırmalar yaparken "İyi", "Daha İyi" vb. ifadeleri kullanarak değerlendirme yapabilmektedirler.

Thomas L. Saaty (1980) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yaygın olarak kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden bir tanesidir. Fakat klasik AHP yöntemi, belirsizlik ve kararsızlık durumlarını ele almada yetersiz olduğundan eleştirilmektedir (Deng, 1999). Ayrıca AHP yöntemi, uzman kişilerin bilgilerini ele alsa da, insani düşünme tarzını yansıtamamaktadır (Kahraman vd., 2003). Bu eksikliklerin üstesinden gelebilmek için BAHP yöntemi önerilmiştir. İkili karşılaştırmalarda kullanılan dilsel değişkenlerin sayısallaştırılması ve farklı düşüncelerin ortak bir paydada birleştirilmesinin zorluğu BAHP yöntemi ile giderilebilmekte, böylelikle karar verme sürecindeki belirsizliğin daha kolay üstesinden gelinebilmektedir.

Literatürde pek çok araştırmacı tarafından bulanık küme teorisi ve hiyerarşik yapı kullanılarak çok ölçütlü karar verme sürecinde en iyi alternatif belirlenmeye ve bu alternatifler sıralanmaya çalışılmıştır. Karar vericiler ikili kıyaslamalarını işlemin bulanık bir yapıya sahip olmasından dolayı sabit değerlerle ifade etmek yerine bir aralık olarak ifade etmeyi tercih etmektedirler. Bunlardan en sıklıkla kullanılanı şüphesiz Bulanık AHP yöntemidir.

Bu çalışmada Chang'in Genişletilmiş Mertebe Analizi yöntemi uygulandığından bu yöntem detaylı olarak açıklanmış, diğer BAHP yöntemleriyle ilgili özet bilgiler ve kıyaslamalar ise Tablo-4'te verilmiştir.

Tablo-4: Bulanık AHP Yöntemlerinin Kıyaslanması (Büyüközkan vd., 2004)

Referans	Yöntemin Öne Çıkan Özellikleri	Avantajı	Dezavantajı
Van Laarhoven ve Pedrycz (1983)	Saaty'nin AHP yönteminin üçgen bulanık sayılarla birlikte genişletilmiş Bulanık ağırlıkların ve bulanık performans puanlarının tespitinde Lootsma'nın logaritmik en küçük kare yöntemi kullanılır	Karar vericilerin görüşleri karşılaştırma matrisi ile modellenenir.	Lineer denklemlerde her zaman bir çözüm yoktur. Küçük bir problem için sayısal hesaplama ihtiyacı çok büyüktür. Sadece üçgen bulanık sayıların kullanılmasına izin verir.
Buckley (1985)	Saaty'nin AHP yönteminin ikizkenar yamuk bulanık sayılarla birlikte genişletilmiştir. Bulanık ağırlıkların ve bulanık performans puanlarının türetilmesinde geometrik ortalama yöntemi kullanılır.	Bulanık duruma uyarlamak kolaydır. Karşılıklı karşılaştırma matrisinde tek bir çözümü garanti etmektedir.	Çok fazla hesaplama gerektirmektedir.
Boender ve Arkadaşları (1989)	Van Laarhoven ve Pedrycz'in yönteminin geliştirilmiştir. Yerel önceliklerin normalize edilmesi için daha sağlam bir yaklaşım sunulur.	Birden çok karar vericinin fikirleri modellenenir.	Çok fazla hesaplama gerektirmektedir. Sadece üçgen bulanık sayıların kullanılmasına izin verir.
Chang (1996)	Yapay derece değerleri Basit seviye sıralaması Birleşik toplam sıralama	Hesaplama gereksinimi diğer yöntemlere göre azdır. Klasik AHP yönteminin adımları takip edilir, ek bir işlem gerektirmez.	Sadece üçgen bulanık sayıların kullanılmasına izin verir
Cheng (1996)	Bulanık standartlar geliştirir. Performans puanları üyelik fonksiyonları ile gösterilir. Birleşik ağırlıkları hesaplamak için entropi kullanılır.	Hesaplama gereksinimi çok düşüktür.	Entropi olasılık dağılımı bilindiği zaman kullanılır. Yöntem hem olasılık hem de olabilirlik ölçülerine dayanmaktadır.

ç. Bulanık AHP ile İlgili Uygulamalar

Bulanık AHP ile ilgili ilk çalışmayı, Tablo-4'te belirtildiği gibi, bulanık sayılarla ifade edilen bulanık oranları karşılaştıran Van Laarhoven ve Pedrycz 1983 yılında gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra Buckley 1985'te yamuk bulanık sayıları kullanarak bir model geliştirmiştir.

Stam ve diğ. (1996), o dönemde geliştirilen yapay zekâ tekniklerinin AHP yönteminde tercih puanlamalarının belirlenmesi veya yaklaşık olarak elde edilmesinde nasıl kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Chang (1996), bulanık AHP'nin ikili karşılaştırma ölçeği için üçgen bulanık sayıları ve ikili karşılaştırmaların yapay derece değerleri için derece analizi yöntemini kullanarak bulanık AHP'nin ele alınmasında yeni bir yaklaşım ortaya koymuştur.

Cheng (1996), denizden atılan taktik füze sistemlerinin değerlendirilmesinde, üyelik fonksiyon değerine dayanan bir bulanık AHP yöntemi önermiştir.

Weck ve diğ. (1997), bulanık mantık matematiğini klasik AHP'ye uyarlayarak farklı üretim çevrim alternatiflerinin değerlendirilmesi için bir yöntem sunmuşlardır. Değerlendirilen her üretim çevrimi, bir bulanık küme oluşturmuş ve her bulanık kümenin ağırlık merkezinin yüzeyini oluşturarak durulaştırılmıştır.

Kahraman ve diğ (1998), klasik AHP'den elde edilen ağırlıkları bulanık objektif ve sübjektif yöntemde kullanmışlar ve bulanık ağırlıklı bir değerlendirme yapmışlardır.

Lee ve diğ. (1999), AHP'yi oluşturan mantığı gözden geçirmişler ve bu mantığa dayanarak karşılaştırma aralığı kavramını ileri sürmüşlerdir. Global tutarlılığı ve karşılaştırma sürecinin bulanıklığını sağlamak amacıyla stokastik optimizasyona dayalı bir yöntem önermişlerdir.

Cheng ve diğ. (1999), dilsel değişken ağırlıklarına dayalı AHP yöntemini kullanarak, silah sistemlerinin değerlendirmesi için bir yöntem önermişlerdir.

Chan ve diğ. (2000a), bulanık çevredeki soyut ve somut faydaları ölçebilmek için teknoloji seçim algoritması sunmuşlardır. Bulanık kümeler teorisini, hiyerarşik yapı analizi ve ekonomik değerlendirmelerle yaptıkları bir uygulama ile açıklamışlardır. Hiyerarşik yapı oluşturularak, her teknoloji alternatifinin öncelikli ağırlığı bulunmuş ve buna bulanık uygunluk indeksi adı verilmiştir. Farklı teknolojilerin bulanık uygunluk indeksleri sıralanmış ve teknolojiler için öncelikli sıralamada bulunmuştur. Chan ve diğ. (2000b), simülasyon ve çok kriterli karar verme tekniklerini kullanan bütünleşik bir yaklaşım önermişlerdir. Tasarım süreci, alternatif tasarımların simülasyon yöntemiyle oluşturulması ve test edilmesini içermiştir. En uygun tasarımın seçimi (AHP'ye dayalı olarak), simülasyon çıktılarının analiz edilmesiyle ortaya konulmuştur.

Leung ve Cao (2000), AHP'deki alternatifler için tolerans sapmasını göz önünde bulundurarak bulanık tutarlılık tanımı önermişlerdir. Temelde, tolerans sapmalarına izin veren göreceli önemlerin bulanık oranları, yerel önceliklerin üyelik dereceleri üzerinde kısıt olarak formüle edilmişlerdir.

Kuo ve diğ. (2002), yeni bir mağazayı düzenlemek için bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Önerilen sistemin ilk bileşeni, bulanık AHP yöntemi ile hiyerarşik yapının oluşturulması olmuştur.

Kahraman ve diğ. (2004), İstanbul'da bulunan üç 'catering' firması arasından müşteri memnuniyetini en çok sağlayan firmayı bulanık AHP yöntemi kullanarak seçmişlerdir. Üçgen bulanık sayılar anketler aracılığıyla müşteriler ve uzmanlar tarafından oluşturulmuş ve bunlar ikili karşılaştırma matrislerinde kullanılmıştır.

Sheu (2004), arz ve talebin karmaşık ve belirsiz olduğu durumlarda global lojistik stratejilerinin tanımlanması için bulanık AHP yöntemi ve bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımını bütünleştiren melez bir bulanık yöntem önermiştir.

Erensal ve diğ. (2006), teknoloji yönetiminde rekabet avantajı, rekabet öncelikleri ve yetkinlikleri arasındaki bağlantıyı bulanık AHP yöntemi ile analiz etmişlerdir. Wang ve diğ. (2007), enerji santralinde bakım stratejilerinin seçimi için bulanık AHP yöntemi uygulanmıştır. Klasik bulanık önceliklendirme yönteminden farklı olarak, doğrusal olmayan kısıtlı optimizasyon problemini çözerek tutarlı veya tutarsız bulanık matrislerden kesin öncelikler türetmeyi amaçlamışlardır.

Lee ve diğ. (2008), Tayvan'da üretim sektöründeki bilgi işlem departmanlarının performansını bulanık AHP ve "balanced scorecard" yaklaşımı ile değerlendirmişlerdir. Hiyerarşik yapıyı oluşturmak ve performans kriterlerini belirlemek için "balanced scorecard" yöntemi kullanılırken, bulanık AHP belirsizliği tolere etmek amacıyla kullanılmıştır. Durán ve Aguilo (2008) bilgisayar destekli makine seçimi için kullandıkları bulanık AHP yaklaşımında Saaty'nin AHP yaklaşımı ile bulanık küme teorisinin birleşimini kullanmışlardır.

Vahidnia ve diğ. (2009) hastane yeri seçiminde bulanık AHP yaklaşımı ve onun türevlerini kullanmışlardır. Bu çalışmada çok ölçütlü karar analizi süreci için bulanık AHP yaklaşımı ile coğrafi bilgi sisteminin birleşimini kullanmışlardır. Güngör ve diğerleri (2009) personel seçimi problemi için bulanık AHP yaklaşımını kullanmışlar ve elde edilen sonuçları Yager' in ağırlıklı hedef metodu ile karşılaştırmışlardır. Kahraman vd. (2009) enerji alternatifleri arasından seçim yapmak için bulanık çok ölçütlü bir yöntem kullanmışlardır. Bu yöntem bulanıklık altında AHP yaklaşımı tabanlıdır.

Chamodrakas ve ark. (2010) elektronik pazarda tedarikçi seçimi için iki aşamalı bir yaklaşım kullanmıştır. Birinci aşamada zor kısıtların güçlendirilmesi ile tedarikçilerin ilk görünümü değerlendirilmiş ve ikinci aşamada Bulanık Tercih Programlama yaklaşımının yeniden düzenlenmiş hali ile tedarikçilerin son değerlendirilmesi yapılmıştır. Bulanık AHP yaklaşımı tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Bulanık AHP ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar Tablo-5'te sunulmuştur.

Tablo-5: Bulanık AHP ile İlgili Yapılan Çalışmalar.

S. No:	Referans	Çalışma Alanı
1	Stam ve diğerleri (1996)	Yapay zeka tekniklerinin tercih puanlamalarının belirlenmesi
2	Chang (1996)	İkili karşılaştırma ölçeği için üçgen bulanık sayıları ve yapay derece değerleri için merteye analizi yöntemi
3	Cheng (1996)	Denizden atılan füze sistemlerinin değerlendirilmesi
4	Weck ve diğerleri (1997)	Bulanık mantığı klasik AHP'ye uygulayarak farklı üretim çevrim alternatiflerinin değerlendirilmesi
5	Kahraman ve diğerleri (1998)	Klasik AHP'den elde edilen ağırlıkların bulanık mantıkla kullanımı
6	Lee ve diğerleri (1999)	Karşılaştırma sürecinde bulanıklığı sağlamak için stokastik optimizasyona dayalı bir yöntem önerilmesi
7	Cheng ve diğerleri (1999)	Dilsel değişken ağırlıklarına dayalı AHP ile silah sistemlerinin değerlendirilmesi
8	Chan ve diğerleri (2000a)	Bulanık çevredeki faydaları ölçebilmek için teknoloji seçim algoritması
9	Chan ve diğerleri (2000b)	Simülasyon ve ÇKKV tekniklerini kullanan bütünleşik bir yaklaşım
10	Leung ve Cao (2000)	Alternatifler için bulanık tutarlılık tanımı
11	Kuo ve diğerleri (2002)	Yeni bir mağaza düzenlenmesi için karar destek sistemi
12	Kahraman ve diğerleri (2004)	Üç firma arasından müşteri memnuniyeti en yüksek olanın BAHP kullanarak seçilmesi
13	Sheu (2004)	Belirsizlik ortamında global lojistik stratejilerin tanımlanması için BAHP ve bulanık ÇKKV yaklaşımı
14	Erensal ve diğerleri (2006)	Teknoloji yönetiminde kriterler arası bağlantının BAHP ile analizi
15	Wang ve diğerleri (2007)	Enerji santralinde bakım stratejilerinin seçimi
16	Lee ve diğerleri (2008)	Üretim sektöründeki bilgi işlem departmanlarının performansının değerlendirilmesi
17	Duran ve Aguilo (2008)	Bilgisayar destekli makine seçimi
18	Vahidnia ve diğerleri (2009)	Hastane yeri seçimi
19	Güngör ve diğerleri (2009)	Personel seçimi
20	Kahraman ve Kaya (2010)	Enerji alternatifleri arasından seçiminde BAHP yaklaşım
21	Chamodrakas ve diğ. (2010)	Elektronik pazarda tedarikçi seçimi

d. Chang'in Mertebe Analizi Yöntemi

Değerlendirilecek olan alternatifler, elemanları $x_1, x_2, \dots, x_n$ olan nesneler kümesi, kullanılacak kriterler de elemanları $u_1, u_2, \dots, u_m$ olan bir amaç kümesi olarak tanımlansın. Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemine göre her bir alternatif bir amacı gerçekleştirmek üzere ele alınır. "Genişletilmiş" ifadesi ile nesneler kümesinde yer alan her bir nesnenin her bir amacı ne kadar gerçekleştirdiği ifade edilmektedir. Bu yöntemle göre, her bir nesne ele alınarak her amaç için g_i değeri oluşturulur. Her bir amaç-nesne kümesinin ikili karşılaştırmasından m tane genişletilmiş analiz değeri aşağıdaki şekilde elde edilir.

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

Burada tüm $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, \dots, m$) değerleri üçgen bulanık sayılardır.

Chang'ın Genişletilmiş Mertebe Analizi Yönteminin adımlarını sıralayacak olursak (Kahraman, 2004);

Probleme ait hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra, hiyerarşide yer alan elemanların ikili karşılaştırmaları bulanık sayılar veya dilsel değişkenler kullanılarak yapılır. Karşılaştırmalarda dilsel değişkenler kullanılmışsa, bu değişkenler daha sonra bulanık sayılara dönüştürülerek işlemlere devam edilir. İkili karşılaştırmalarla matrislerin elde edilmesinden sonra aşağıda anlatılan yöntemin adımları sırasıyla uygulanarak çözüm elde edilir

Adım 1: Kriterlerin ve seçeneklerin sentetik değerleri (bulanık yapay büyüklük değeri), i 'nci nesneye göre şöyle tanımlanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (22)$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ ifadesini elde etmek için m değerleri üzerinde bulanık

toplama işlemi belirli bir matris için aşağıdaki gibi gerçekleştirilmektedir:

$$\sum_{j=1}^m M^j_{g_i} = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (23)$$

ve $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1}$ ifadesini elde etmek için, $M^j_{g_i}$ ($j=1,2,\dots,m$) değerleri üzerinde bulanık toplama işlemi;

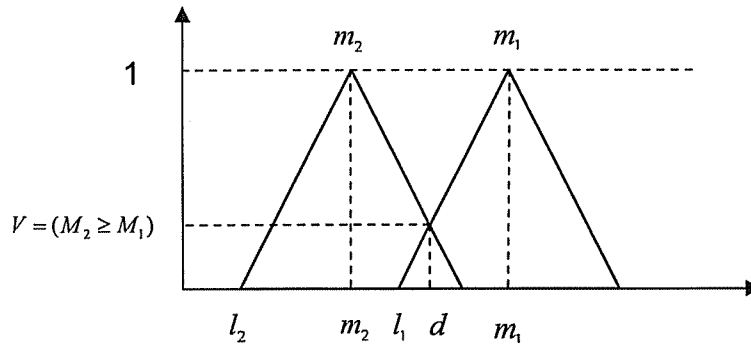
$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (24)$$

şeklinde hesaplanır ve daha sonra (24) numaralı denklemdeki vektörün tersinin hesaplanması gerekmektedir.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (25)$$

Adım 2: Bulunan sentez değerleri karşılaştırılarak hiyerarşide yer alan karar elemanlarının öncelik değerleri belirlenir. Ancak sentetik değerler, üçgen bulanık sayılar olduğu için karşılaştırmalar yapılırken aşağıdaki hususların dikkate alınması gerekir.

$M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ iki konveks üçgen bulanık sayı iken $M_2 \geq M_1$ eşitliğinin olabilirlik derecesinin grafiksel gösterimi Şekil-5'te sunulmuştur.



Şekil-5 : İki Konveks Bulanık Sayının (M_1 ve M_2 'nin) Kesişimi (Yıldız, 2003)

$$V = (M_2 \geq M_1) \quad (26)$$

$M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ konveks bulanık sayılar olmak üzere

$$V = (M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{dd} \end{cases} \quad (27)$$

M_2 'nin M_1 'den büyük olma olabilirliği Şekil-5'te ve (27) numaralı eşitlikte sunulduğu üzere bu iki bulanık sayının kesişim noktasındaki üyelik fonksiyonunun değerine eşittir.

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırmak için $V = (M_1 \geq M_2)$ ve $V = (M_2 \geq M_1)$ değerlerinin her ikisine de ihtiyaç duyulur.

Adım 3: Konveks bir bulanık sayının k konveks bulanık sayıdan M_i ($i = 1, 2, \dots, k$) daha büyük olma olasılık derecesi şu şekilde tanımlanabilir:

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i) \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \end{aligned} \quad (28)$$

$k = 1, 2, 3, \dots, n; k \neq j$ için $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ olduğu düşünülürse ağırlık vektörü şu şekilde bulunur:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (29)$$

Adım 4: Normalize edilmiş ağırlık vektörü ise;

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (30)$$

olarak bulunur.

Burada, W ağırlık vektörü bulanık bir sayı değildir. Chang'ın geliştirdiği yöntem, kullanım kolaylığı ve işlem adımlarının klasik AHP'ye benzerliği nedeniyle sıkça kullanılan bir tekniktir.

e. Chang'in Mertebe Analizi Yöntemi ile İlgili Uygulamalar

Mertebe Analiz Tekniği, kullanım kolaylığı ve işlem adımlarının deterministik AHP tekniğine yakınlığı nedeniyle literatürde yaygın olarak kullanılmıştır. Kwong ve Bai (2003), müşteri talepleri için önem ağırlıklarını tespit etmek amacıyla mertebe analiz tekniğini kullanmışlardır.

Kahraman vd. (2003), tesis yeri yerleşim problemlerinin çözümü için nitel ve nicel kriterler kullanarak dört farklı bulanık çok kriterli grup karar verme yaklaşımını birbiriyle kıyaslamışlardır.

Bunun yanında, Bozdağ vd. (2003), somut ve somut olmayan faktörleri hesaba katarak en iyi bilgisayar destekli imalat sistemini seçmek için mertebe analiz tekniğini kullanmışlardır. Ayrıca, Kahraman vd. (2004), müşteri istek ve beklentileri doğrultusunda İstanbul'da faaliyet gösteren üç adet gıda firması arasında bir belirleme yapmışlardır.

Büyüközkan vd. (2004), yazılım geliştirme stratejisinin seçimi için bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımı sunmuşlardır. Tang ve Beynon (2005), bir araç kiralama firması için satın alınacak otomobil çeşidinin seçimi amacıyla problemin doğası gereği içerdiği belirsizliği karar sürecine dahil etmek amacıyla bulanık AHP kullanılmıştır.

Akman ve Aklan (2006), Kocaeli'de otomotiv yan sanayiinde faaliyet gösteren bir firmada tedarikçilerin performansının değerlendirilmesi problemini incelemişlerdir. Erensal vd. (2006), teknoloji yönetimi açısından rekabetçi avantajlar, rekabetçi öncelikler ve bir firmanın rekabetçiliği arasındaki bağlantının anlaşılması amacıyla bulanık AHP modeli oluşturmuşlardır.

Bozbura vd. (2007), Türkiye için, sırasıyla kurumsal ve insan sermaye ölçüm göstergelerinin belirsizlik altında önceliklendirme kalitesini geliştirmek amacıyla bulanık AHP kullanmışlardır. Chan ve Kumar (2007), bir üretici firma için en iyi küresel tedarikçinin tespit edilmesinde mertebe analiz tekniği kullanılmıştır. Literatürde Chang'in mertebe analizi yöntemi ile ilgili yapılan çalışmalar Tablo-6'da sunulmuştur.

Tablo-6: Chang'in Mertebe Analizi Yöntemi ile İlgili Çalışmalar (Kaplan, 2007).

S. No:	Referans	Çalışma Alanı
1	Kwong ve Bai (2003)	Müşteri talepleri önem ağırlıklarının tespit edilmesi
2	Kahraman ve diğerleri (2003)	Tesis yeri seçimi/yerleşimi
3	Bozdağ ve diğerleri (2003)	Bilgisayar destekli üretim sistemi seçimi
4	Kahraman ve diğerleri (2003)	Gıda firması seçimi
5	Büyüközkan (2004)	Market yeri seçimi
6	Büyüközkan ve diğerleri (2004)	Yazılım geliştirme stratejilerinin seçimi
7	Tang ve Beynon (2005)	Otomobil türlerinin seçimi
8	Güner (2005)	Tedarikçi seçimi
9	Erensal ve diğerleri (2006)	Rekabetçi avantajlar, öncelikler ile rekabetçilik arasındaki bağlantının belirlenmesi
10	Akman ve Alkan (2006)	Tedarikçi performanslarının değerlendirilmesi
11	Chan ve Kumar (2007)	Tedarikçi seçimi
12	Bozbura ve diğerleri (2007)	Sermaye ölçüm göstergelerinin önceliklendirilmesi

3. OYUN TEORİSİ

Günümüzde bireylerden işletmelere, bölgesel işletmelerden evrensel olanlara kadar her aşamada karar verme süreçleri, stratejik planlama ve stratejik düşünce biçimine giderek oturmuştur. Daha sağlıklı kararlara ulaşabilmek için de rakiplerinin kararları, planları hakkında bilgi toplamak, ona göre kararlar almak ve stratejiler geliştirmek gereklidir. Bu da oyun teorisinin ilgi alanı içerisine girmektedir.

Oyun Teorisi ile ilgili farklı kaynaklarda çeşitli tanımlar bulunmaktadır. Halaç'a (1995: 72) göre oyun, "zamanla ortaya çıkacak olan belli sonuçları (outcomes) önceden kestirmek için karar verme zorunluluğunda kalan tarafların, menfaat çatışmalarının veya rekabetinin yansıtılması" olarak tanımlanmaktadır. En genel tanımıyla Oyun Teorisi, "karmaşık çıkarların mücadelesini açıklayan matematiksel bir yaklaşımdır." Çıkarların çatışması ekonomide (sendika yöneticisi ile işveren arasındaki ücret görüşmeleri, oligopol piyasasındaki durumlar vb.) olağan olduğundan, son yıllarda oyun kuramına ilgi oldukça artmıştır (Öztürk, 2007: 353).

Yukarıda da bahsedildiği gibi endüstriyel ve ekonomik başta olmak üzere, günlük hayatta karar verme sürecinin yapısı gereği birçok durumda karşılıklı bir bağımlılık söz konusudur. Bir karar vericinin en iyi seçimi, diğerinin seçimine bağlıdır. Yani Oyun Teorisi, "bir karar vericinin kazançlarının, diğerlerinin kararlarına bağlı olduğu karşılıklı stratejik karar almanın yer aldığı durumları inceleyen uygulamalı matematiğin bir dalıdır."

Oyun Teorisi, karar vericilerin kazançlarını en büyükmek ya da kayıplarını en küçükmek için karşılıklı olarak farklı eylemler seçtiği durumlar üzerine yoğunlaşan bir metodolojidir. Genelde, verdikleri kararların birbirlerini etkilediğini bilen karar vericilerin hareketleri ile ilgilenir (Romp, 1997: 1).

a. Oyun Teorisinin Tarihsel Gelişimi:

Oyun teorisi, M.S. 500'lü yıllarda Babilli Talmud'un evlilik sözleşmelerinde olası durumlara göre eşlerin miras paylaşımına kadar eskiye dayansa da 17. yüzyıl ve sonrasında daha fazla üzerinde çalışılmıştır.

1700'lü yıllarda James Waldgrave, tasarladığı bir kart oyunu çözümü için mini-maks (minimum-maksimum) karışık çözüm stratejisini ortaya çıkarmıştır (Aktan ve Bahçe, 2007: 5).

1838 yılında Augustin Cournot'un Refah Teorisinin Matematiksel Prensipleri konulu araştırmalarında monopol, duopol ve oligopol piyasalarla ilgili analizlerden de bahsedilmiştir. Bu analizlerde sıfır maliyetle üretim yapan birden fazla firmanın davranışları incelenmiştir. İncelemeye göre firmalar anlaşma yoluna gitmemekte, birbirlerinin arz miktarlarını veri alarak kazancını maksimize edecek kendi arz miktarını ayarlamaktadır. Bu çalışmalar sonucunda elde edilen matematiksel modelde Nash dengesinin sınırlı uyarlaması olan çözüm fikri kullanılmıştır.

Gerçek anlamda, oyun teorisinin ortaya çıkışı 1920'li yıllarda Emile Borel ve John Von Neumann isimli iki matematikçinin çalışmaları ile gerçekleşmiştir. İki matematikçi, çalışmalarında iki oyuncunun karşılıklı olarak birbirlerinin kazanç ve kayıp değerlendirmelerini bildikleri sıfır toplamı oyunları incelemişlerdir. Oyunculardan biri diğerinin kazançlarını minimize

etmek isterse, o da kendine en yüksek minimal kazancı garanti edecek stratejiyi arayacaktır. Borel'in 1927 yılında iki kişilik oyunlar için minimum-maksimum çözümü bulmada verdiği ilk modern formülasyonu üzerine 1928 yılında John Von Neumann ilk minimaks teoremini ispatlamıştır (Roux, 2004:330).

1930 yılında F. Zeuthen yayımladığı "Problems of Monopoly and Economic Warfare" (Monoplün Sorunları ve Ekonomik Mücadele) adlı çalışmasında, Harsanyi'nin daha sonraları Nash'in pazarlık çözümüyle aynı olduğunu gösterdiği pazarlık problemi çözümünü kurmuştur (Aktan ve Bahçe, 2007).

1938'de Ville'nin, minimum-maksimum teoreminin, hala kısmen topolojik olan, ilk basit ispatını gerçekleştirmesinin ardından, Von Neumann ve Morgenstern, Ville'nin teoremini yeniden gözden geçirip, daha basit versiyonunu ispatlamışlardır. 1944 yılında Von Neumann ve Morgenstern "Theory of Games and Economic Behaviour" (Oyunlar Teorisi ve Ekonomik Davranış) adlı kitabı yayınlamışlardır. Sıfır toplamı iki kişilik oyun teorisini açıklayan bu çalışma, oyun teorisine ilişkin faydanın transferini kapsayan işbirlikçi oyunların şeklini açıklamaktadır. 1950'de, Melvin Dresher ve Merrill Flood günümüzde de hala "Prisoner's Dilemma" (Mahkum Açmazı) olarak bilinen oyunu ortaya çıkarmışlardır. Bu oyunda geçen ikilem hikâyesi Albert William Tucker'ın iki kişili ikilem oyunu ile birleştirilmiştir (Aktan ve Bahçe, 2007: 6).

Von Neumann'ın kitabı kendisinden sonraki araştırmacılara yol gösterici ve ilham kaynağı olmuştur. Bunlardan en dikkat çekici olanı, oyun teorisini açısından dönüm noktası olarak kabul edilen ve daha sonra kendisine Nobel ödülü kazandıracak olan dört temel çalışmanın 1950'li yıllarda John Forbes Nash tarafından yapılmasıdır.

Oligopolistik piyasalarla ilgili olan "Equilibrium Points in N-Person Games" (N Kişili Oyunlarda Denge Noktası), "Non-Cooperative Games" (İşbirliksiz Oyunlar), "Nash Dengesi" olarak adlandırılan işbirliksiz oyunlar için stratejik dengenin varlığını ispatlamıştır. Daha sonra da "Bargaining Problem"

(Pazarlık Problemi) ve “Two Person Cooperative Games” (İki Kişili İşbirlikçi Oyunlar) çalışmaları ile aksiyomatik pazarlık teorisini kanıtlamıştır. Böylece teorinin gelişim süreci sıfır toplamı olmayan oyunlara doğru yönelmiştir (Aktan ve Bahçe, 2007: 6).

John Forbes Nash, 1950-53 yılları arasında peşi sıra yayınladığı bu makaleler ile oyun teorisini geliştirmiş ve hem rekabetçi hem de işbirlikçi oyunlarda kullanılabilecek bir denge kavramını ortaya çıkarmıştır. Nash, oyuncuların kendi aralarında işbirliği yaptıkları ve yapmadıkları oyunlar arasında ciddi bir mesafe koymuştur. Von Neumann'ın gerçek hayat ile çelişen teorisine karşı, tamamen gerçek hayatı izaha yönelik olan Nash'in teoremi siyasetten ekonomiye, biyolojiden başka alanlara kadar pek çok yerde uygulamaya girmiştir. Halen oyun teorisinin ağır yükünü onun ortaya attığı “Nash Dengesi” kavramı çekmektedir. Nash'ten sonra da bilim adamlarının Oyun Teorisi'ne ilgisi azalmadan devam etmiştir.

Bu alanda çalışmış araştırmacılardan bazıları ve Oyun Teorisi'ne yapmış oldukları katkılar kronolojik olarak şu şekilde sıralanabilir:

- Martin Shubik, 1959'da yayımlanan “Strateji ve Pazar Yapısı: Rekabet, Oligopoli ve Oyun Teorisi” isimli kitabında rekabetçi oyun teorisini ilk defa oligopollere uygulamıştır.
- 1965'te Reinhard Selten, ikincil oyun Nash Dengesi (subgame Nash Equilibrium) kavramını kullanarak Nash Dengesi'ni yayvan biçimdeki oyunlarda (oyuncuların sıra ile stratejilerini seçtikleri oyunlar) kullanılabilecek şekilde geliştirmiştir.
- 1967-68 yıllarında üç seri makalesi ile John C. Harsanyi, teorinin oyuncuların eksik bilgi sahibi olduğu oyunlara nasıl uygulanabileceğini göstermiştir.
- İsrailli matematikçi Robert Aumann tekrarlı oyunlar üzerine yaptığı çalışmalar ile Oyun Teorisi literatüründeki yerini almıştır.
- Selten, oyuncuların sürekli aynı durumlar ile karşılaştığı tekrarlanan oyunlar üzerine strateji seçimleri ile yaptığı çalışmalar üzerine teoriye büyük katkıda bulunmuştur.

b. Oyun Teorisinde Temel Kavramlar

Bir oyun modelinde kullanılan temel kavramlar oyuncu, strateji, kazanç ve bilgidir. Bunlar genel olarak oyunun kuralları olarak da bilinmektedir. Kazancını maksimum yapmak isteyen oyuncu, sahip olduğu bilgilere dayanarak farklı stratejiler kullanmaktadır (Rasmusen, 2007: 12).

(1) Oyun ve Oyuncu Kavramları

Günümüz pazar koşullarında, küreselleşmenin de etkisiyle iktisadi hayatın temel öğelerinden biri ve belki de en önemlisi rekabettir.

Bireylerin, işletmelerin, devletlerin ve zaman zaman da orduların bir olayda çıkarlarının kesişmesi, aralarında şiddetli çatışmalara neden olabilir. Bu durumlarda, birbirlerine rakip iki veya daha fazla taraf vardır ve taraflardan birinin yapacağı herhangi bir hareketin başarılı olup olmayacağı diğer tarafın hareketine bağlı olacaktır. Taraflardan birinin aldığı kararın karşı tarafın aldığı karara bağlı bulunduğu hallerde rekabet meydana gelmekte, çatışma başlamaktadır.

Gerçekte, çatışma durumları birbirini etkileyen son derece karmaşık faktörlerin etkisi altında bulunmaktadır. Bu durumların analizi çok güç ve son derece karmaşıktır. Bu nedenle matematiksel bir analizi mümkün kılmak için, önemsiz faktörleri analiz dışında tutmak, basitleştirilmiş modeller inşa etmek gerekmektedir. Bu şekilde hazırlanan modellere de "OYUN" denmektedir. (Fudenberg ve Maskin, 1991)

Oyunun tanımını oluşturan kavramların ilki "oyuncu" kavramıdır. Bir oyunda her bir karar veren birime oyuncu denir. Bir başka deyişle, oyunda çıkarları çatışan grup veya şahıslara "oyuncu" denir. Her oyunun bir amacı vardır ve bir oyunda en az iki oyuncu veya rakip olmalıdır. Oyuncuların hedefi bu amaca olanakları elverdiğince yaklaşmak ve rakiplerini yenilgiye uğratmaktır. Ayrıca, oyuncuların veya rakiplerin akılcı hareket ettikleri ve rekabet durumunda kazanmak için en iyisini yaptıkları varsayılmaktadır (Cinemre, 2004: 287).

(2) Oyunun Kuralları ve Stratejiler

Bir oyunun oynanabilmesi için oyuna taraf olan oyuncuların belirli kurallar altında birleşmeleri gerekmektedir. Kuralların olmaması durumunda taraflar stratejilerini belirleyemeyeceklerdir. Bu kurallar satranç oyununda olduğu gibi her taşın nasıl hareket edeceği olabileceği gibi, şirketlerin ticaretini bir düzende tutan ticaret kanunu ya da uluslararası anlaşmalarla belirlenen kurallar olarak da ifade edilebilir.

Oyun Teorisi'nin temel kavramlarından birisi de strateji kavramıdır. Tıpkı oyun ve Oyun Teorisi için yapıldığı gibi strateji ile ilgili de birçok tanım yapılmıştır:

- Strateji, oyunun başından sonuna dek ortaya çıkabilecek bütün durumlar için oyuncuların tercihlerini belirten kararlar bütünüdür. (F.Nash, 1951)
- Strateji, bir girişimin amaçlarının ve uzun dönem beklentilerinin belirlenmesi, bu amaçlar ve beklentiler doğrultusunda gerekli kaynakların tahsis edilip harekete geçilmesidir (Chandler, 1962).
- Strateji, amaçların, hedeflerin belirlenmesi ve bunlara ulaşabilmek için bir kişinin veya şirketin nasıl olması gerektiğinin tanımlanmasıdır (Andrews, 1971: 26).

Özetle strateji; oyuncuların belirli bir zaman dilimi içerisinde rakibinin olası hareketlerine karşı önceden belirlenen ve olanaklı alternatiflerden rakibin hareket tarzlarını saptayan kurallar bütününe denir. Bir oyunda strateji sayısı sonlu ya da sonsuz olabilir (Özdil, 1998).

Oyun Teorisi'nde denge noktalarının durumuna göre çeşitli strateji tiplerinden bahsedilmektedir. Oyuncular, oyundaki kar ve zarar durumlarını dikkate alarak salt bir strateji kullanabilecekleri gibi, farklı stratejilerin kombinasyonu olan karma bir strateji de benimseyebilir. Oyun Teorisi'nde stratejiler aşağıdaki başlıklar altında incelenebilir:

(a) Salt (Tam) Strateji ve Karma Strateji:

Oyunda tek bir denge noktası varsa hamle sayısı ne olursa olsun oyuncular bütün oyun boyunca tek bir strateji kullanacaklardır. Oyuncunun kullandığı bu tek stratejiye **Salt (Tam) Strateji** denir.

Bazı oyunlarda ise birden fazla denge noktası vardır. Bu durumda oyuncular hamlelerinin bir kısmında bir strateji, diğer kısımlarında başka bir strateji uygulama imkânına sahiptirler. Bu şekilde oyuncuların bir oyun süresince birden fazla hareket tarzını seçebilmelerine ve çeşitli kararları bir arada benimsemelerine **Karma Strateji** denir. Karma stratejiler belirli bir olasılık dağılımına göre seçilir. A oyuncusu için herhangi bir karma strateji olasılık vektörü;

$$X_i = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$$

olarak gösterilir. Burada x_i ($i=1,2,3,\dots,m$) A oyuncusunun i'nci stratejisinin (A_i) seçilme olasılığıdır. B oyuncusu için karma strateji olasılık vektörü ise;

$$Y_j = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$$

olarak gösterilir. Buradaki y_j ($j=1,2,\dots,n$) ise, B oyuncusunun j'inci stratejisinin (B_j) seçilme olasılığıdır.

Olasılıksal olarak, x ve y vektöründeki x_i ve y_j değerleri negatif olmamalıdır. Yani;

$$x_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$y_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum x_i = \sum y_j = 1 \quad (31)$$

olmalıdır. Sonuçta karma strateji, mümkün salt stratejilerin rasgele fakat belirli oranlarda birleşik olarak kullanılması olduğundan, normal olasılık ile ilgili koşulları da içermektedir.

(b) Makul Strateji

Rasyonelliğin ortak bilgi olduğu varsayılan bir oyunda oyuncular, mahkûm stratejilerini eleyerek geriye kalan stratejilerden oluşan stratejiler alt kümesinden oyuna devam ederler. Bu süreçte mahkûm strateji olmadığı için artık direkt eleme yapamayacaklardır. Mahkum stratejilerin eliminasyonundan sonra eleme yapılamayacak konuma gelen bu stratejiler alt kümesine “makul stratejiler” denir. Bu aşamaya gelene kadar en iyi sonucu veremeyecek olan stratejiler elenmiş olduğundan oyuncu her zaman optimal stratejilerini makul stratejiler kümesinden seçer. Ancak bir oyuncunun en optimal stratejiyi seçtiğine inanması rakipleri hakkındaki bilgi ve inançlarının da doğru olduğunu göstermez. Rakip oyuncuların irrasyonel davranması, oyuncunun optimum stratejisinin anlamlılığını ortadan kaldırır. Bu nedenle oyuncular diğer oyuncuların seçimlerini tam olarak bilmeseler bile bütün oyuncuların rasyonel davrandığını varsayar.

(c) Optimal Strateji

Oyun Teorisi'nin amacı rekabet etmekte olan ve beklentileri çatışan iki oyuncu için rasyonel hareket yollarını belirlemektir. Denge noktası bulunan sıfır toplamli oyunlarda bir oyuncu için optimal strateji, mümkün olan en büyük ortalama kazancı garanti edecek stratejidir. Rakip için optimal strateji ise, en küçük ortalama kaybı garanti edebilecek bir stratejidir.

Denge noktası olmayan oyunlarda ise optimal (en uygun) stratejiyi verecek tek bir strateji mevcut değildir. Bu durumda en uygun strateji karma stratejinin uygulanması ile elde edilir.

(ç) Üstün Strateji

Üstün stratejiler oyunda tercih edilen ve diğer stratejilerden bazılarını devre dışı bırakan stratejiler olarak tanımlanır (Esin, 1988: 301).

Bir oyun matrisinde bir sütunun tüm elemanları başka bir sütunun karşılıklı elemanlarından büyük veya eşit ise, ya da aynı şekilde bir satırın tüm elemanları başka bir satırın karşılıklı elemanlarından büyük veya eşit ise, bu tür stratejiye üstün strateji adı verilir.

Oyuncuların tek bir strateji seçme haklarının olduğu tam stratejili bir oyunda oyuncuya diğer stratejilerinden daha fazla kazanç sağlayan, diğer oyuncuların stratejilerinden bağımsız, her zaman optimal olan stratejilerine “baskın (üstün) strateji” denir. Bir oyuncu bir stratejisi ile diğer oyuncuların tüm stratejilerine karşılık her zaman daha iyi kazanç sağlıyorsa bu strateji kesin baskın (üstün) stratejidir (Yılmaz, 2009: 10).

Bir oyunda oyuncuların hiçbir zaman oynamayacakları strateji ise “kesin mahkûm strateji” olarak tanımlanır. Oyuncular bu stratejinin hiçbir oyuncu tarafından seçilmeyeceğini kabul ederek bu mahkûm stratejiyi silerler. Bu nedenle oyuncular kesin mahkûm stratejiyi baştan elemektedirler. Rasyonel oyuncuların kesin mahkûm stratejileri seçmemelerinin nedeni, bu tür stratejilerin diğer oyuncuların seçecekleri stratejilere karşılık en iyi tepki olmamasından kaynaklanmaktadır. Rasyonel bir oyuncunun bu stratejiyi seçmeyeceğini bilmesi gerekmektedir. Yani oyuncuların hepsi birbirlerinin rasyonel olduğunu bilmelidir. Bu durum “rasyonelliğin ortak bilgi olması” olarak tanımlanmaktadır.

(d) Eş Strateji

Bir oyun matrisinde bir sütunun tüm elemanları başka bir sütunun karşılıklı elemanlarına eşit ise, ya da aynı şekilde bir satırın tüm elemanları başka bir satırın karşılıklı elemanlarına eşit ise, bu tür stratejilere eş stratejiler adı verilir. Eş stratejiler, adından da anlaşılacağı üzere hangisi seçilirse seçilsin, oyuncuya eş kazanç ya da kaybı getiren stratejilerdir.

		Sütun Oyuncusunun Stratejileri			
Satır Oyuncusunun Stratejileri		A	B	C	Ç
	1	2	2	3	2
	2	7	5	8	7
	3	3	4	2	3
	4	2	2	3	2

Şekil-6: Oyun Matrisi (Eş Stratejilerin Gösterimi)

Şekil-6'da örnek olarak verilen oyun matrisine baktığımızda sütun oyuncusu için, A ve Ç stratejilerinin kazançlarının (2,7,3,2), bire bir eşit oldukları görülebilir. Bunlardan biri diğerine tercih edilemez. Bu yüzden birini, A veya Ç'yi göz ardı etmek mümkündür. Bu yolla oyunun 4x4 olan boyutu 4 x 3'e indirgenmiş olur. Benzer şekilde satır oyuncusu için 1 ve 4'üncü stratejiler (2,2,3,2) de eş stratejiler olduklarından biri göz ardı edilebilir. Böylece oyun 3 x 3 boyutuna indirgenmiş olur.

(3) Oyunların Stratejik Biçimli Gösterimi

Statik oyunların matris ile gösterimine stratejik biçimli ya da normal form denir. Bu tür oyunlarda oyuncuların olası seçeneklerinden oluşan strateji profili, her oyuncu için bir fayda düzeyini gösterir. Statik oyunlarda, oyuncular stratejilerini aynı zamanda seçtikleri için oyuncuların hareketlerinin kombinasyonu ya da strateji profili matris şeklinde gösterilir.

Bir oyunda n sayıda oyuncunun olduğu bir oyuncular kümesindeki i , herhangi bir oyuncuyu temsil etmektedir. Oyuncuların sahip oldukları stratejiler kümesinde herhangi bir i oyuncusunun strateji kümesi S_i ile ifade edilir. S_i içinde yer alan, i oyuncusunun herhangi bir stratejisi ise s_i ile gösterilir (Yılmaz, 2009: 9). Tüm oyuncuların olası tüm stratejilerinden oluşabilecek strateji profili (32) numaralı eşitlikteki gibi kartezyen çarpım ile gösterilir.

$$S = S_1 \times S_2 \times \dots \times S_n \quad (32)$$

Herhangi bir strateji profili, $s = (s_1, s_2, \dots, s_n) \in S$, oyundaki n oyuncunun her biri için bir stratejiyi ifade eden n adet elemanı olan sıralı bir kümedir. Bir strateji profili aynı zamanda n boyutlu bir vektör olarak da nitelendirilebilir. n oyunculu bir oyunun normal formda gösteriminde oyuncuların fayda fonksiyonları u_i olarak ifade edilirse ($i=1,2,\dots,n$) oyun (33) numaralı eşitlikte olduğu gibi matematiksel olarak gösterilir:

$$G = \{S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\} \quad (33)$$

İki oyunculu ve iki stratejili bir oyunda stratejik gösterim Tablo-7’de verilmiştir.

Tablo- 7: İki Oyunculu Stratejik Biçimli Bir Oyunun Genel Gösterimi.

	s_1	s_2
s_1	$u_1(s_1, s_1), u_2(s_1, s_1)$	$u_1(s_1, s_2), u_2(s_1, s_2)$
s_2	$u_1(s_2, s_1), u_2(s_2, s_1)$	$u_1(s_2, s_2), u_2(s_2, s_2)$

(4) Oyunda Elde Edilen Kazanç ve Kayıplar:

Oyunun oynanması süresince her bir stratejiye karşılık gelen, her oyuncunun bir kazancı ya da bir kaybı söz konusudur. Bu kazanç ya da kayıplar artı sonsuz ile eksi sonsuz arasında yer alabilir. Bu değerler sayısal olarak ifade edilebileceği gibi, oransal olarak da ifade edilebilir. Kazançlar ya da kayıpların birimleri her durumda aynı ölçü biriminde olması gerekmektedir. Oyuncuların strateji seçimlerinden ortaya çıkan kazanç ve kayıpları göstermek için kullanılan matrise ise kazanç matrisi adı verilmektedir.

Kazanç matrisinde aksi belirtilmedikçe, matris satır oyuncusuna göre kurulur. Şekil-7’deki matriste olduğu gibi a_{ij} değeri, satır oyuncusunun (A oyuncusu) i ’nci stratejisini uygularken sütun oyuncusunun (B oyuncusu) j ’inci stratejisini uygulaması durumunda satır oyuncusunun elde edeceği kazancı göstermektedir.

A oyuncusunun m , B oyuncusunun n adet stratejisi olsun. Buna göre oyunun $m \times n$ matrisi Şekil-7’deki gibi olur.

Şekil-7’deki matriste $m \times n$ mümkün oynama biçimi vardır. $i = 1, 2, \dots, m$ $j = 1, 2, \dots, n$ ve $a_{ij} \geq 0$ olmak üzere, a_{ij} A oyuncusunun i ’nci stratejisini seçmişken, B oyuncusunun j ’inci stratejisini seçmesi durumu, B oyuncusunun A oyuncusuna yapacağı ödemeyi göstermektedir. a_{ij} değerinin negatif olması durumunda ise bunun tam tersi söz konusudur. Bu durum B

oyuncusunun A oyuncusundan alacağı olduğunu göstermektedir. Değerin sıfır olması halinde ise ödeme söz konusu değildir (Esin, 1988: 325).

$$\begin{matrix} & \text{B Oyuncusu } (\underline{v}) \\ \text{A Oyuncusu } (\bar{v}) & \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Şekil-7: İki Oyunculu Bir Oyunun $m \times n$ Matris Gösterimi

(5) Oyunun Sonucu – Denge Noktası:

Her oyuncunun rasyonel olarak hareket ettikleri varsayımı altında, oyuncuların oyunu bitirmeleri sonucunda ulaştıkları noktaya, oyunun sonu ya da denge noktası adı verilir. Oyun teoreminde bu denge noktasına Nash dengesi adı verilmektedir. Bu noktada her oyuncunun oynayacağı strateji belli olup, sözü edilen bu stratejiyi kullanmak için karar verilen hareketler uygulanır.

(6) Oyunun Değeri

Oyunun sonunda taraflar arasında yapılacak ödeme miktarı, oyunun değeridir ve v ile gösterilir. Bir oyunda, satır en küçüklerinin en büyük değeri (maksimin $\underline{v}$) ile sütun en büyüklerinin en küçük değerinin (minimaks $\bar{v}$) birbirine eşit olması, oyunun denge noktası olduğunu göstermektedir. Denge noktası aynı zamanda oyunun değerini de belirtmektedir.

Herhangi bir oyunun eyer noktası var ise, o oyun denge konumundadır ve bu konumda her oyuncu için en iyi sonuç elde edilmiş demektir. Denge noktası olduğunda hiçbir oyuncu kendi durumunu iyileştirmek için rakibinin stratejisinden faydalanamamaktadır. Çünkü oyuncuların birisinin stratejisini değiştirmesi her iki oyuncunun da kayıplarının artmasına yol açacaktır. Denge noktası oyuncuların bu noktayı veren stratejilerinde sabit kalmaları gerekliliğine dikkat çekmektedir (Cinemre, 2004: 398).

c. Oyunun Başlıca Özellikleri

Bir oyunda iki veya daha fazla oyuncu (veya rakip) bulunmakta ve oyuncuların seçeceği alternatiflerin kombinasyonu ile bir karar matrisi elde edilmektedir. Genel olarak oyun modellerinde aşağıdaki özellikler bulunmaktadır (Halaç,1995: 73);

1. n oyuncu sayısını göstermek üzere $n \geq 2$ dir. $n=2$ olan oyunlara “iki kişili oyun”, $n > 2$ olan oyunlara “ n kişili oyun” adı verilir.

2. Her bir oyuncu rasyonel davranmakta ve kendi çıkarını dikkate alarak karar vermektedir. Oyun teorisyenleri bireylerin rasyonel olduklarını söylerken bireylerin seçimlerini tutarlı bir şekilde yaptıklarından bahsetmektedir. Burada seçimlerini tutarlı bir şekilde yapan karar verici, kazancını maksimize etmeye çalışmaktadır.

3. Oyunun sonucu; oyunu kazanma, kaybetme veya oyundan çekilme olarak belirlenmiştir. Her bir sonuç (outcome) veya ödeme; negatif, pozitif veya sıfır olmak üzere her oyuncunun diğerine yapacağı ödemeler ile belirlenmiştir.

4. Tarafların seçenekleri bellidir ve her bir oyuncunun davranışlar seti ($S_1, S_2, S_3, \dots$ gibi) rakibince bilinmektedir.

5. Her bir oyuncunun seçenek yani strateji sayısı sonludur.

Teorinin uygulanması sırasında ortaya çıkabilecek karmaşık durumların etkisini azaltmak maksadıyla oyunun modellenmesi sırasında dikkat edilmesi gereken varsayımlardan bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Esin,1988: 322):

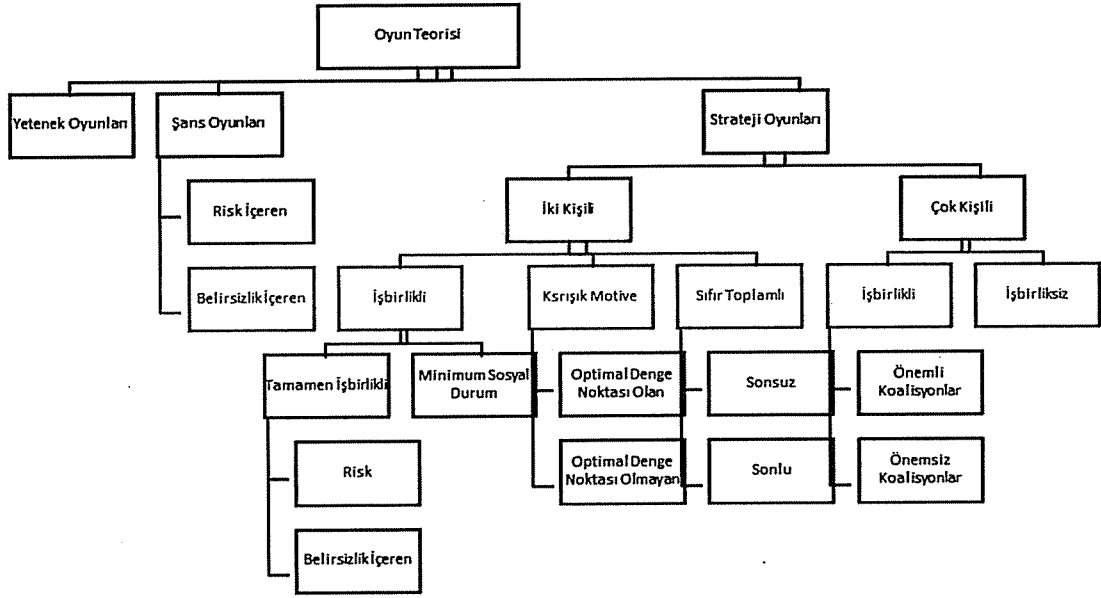
- ✓ Oyuncular sonlu sayıdadır,
- ✓ Oyuncuların tüm olası stratejileri sonlu sayıdadır,
- ✓ Her oyuncu hem kendisi için hem de rakibi için olası stratejileri bilmektedir. Bununla beraber oyuncular rakiplerinin bu stratejilerden hangisini uygulayacağını bilmemektedir,

- ✓ Oyuncular hangi stratejiyi seçerse seçsin her birinin karı ya da zararı sınırlıdır,
- ✓ Oyuncuların kazançları ya da zararları kendi verecekleri kararlara bağlı olduğu kadar rakibinin vereceği karara da bağlıdır,
- ✓ Tüm olası hareket tarzları veya oynanacak stratejiler aynı ölçü biriminde, hesaplanabilir nitelikte olmalıdır.

ç. Oyunların sınıflandırılması

Oyun teorisi rekabetçi ortamlarda karar verme süreçleri ile ilgilenen matematiksel bir teoridir ve rakibin karar süreçlerine de özel bir önem vermektedir (Hillier ve Liberman, 2001: 433). Oyun teorisini, çok kişili karar verme süreci veya karar analizi olarak nitelendirmek ve çeşitli sınıflara ayırmak mümkündür. Ayrıca, amaç, oyuncu sayısı, kazançlar, risk ve işbirliği durumları gibi konular oyun teorisi hakkında yapılan sınıflandırmalarda kullanılmaktadır. Kelly (2003) tarafından çeşitli kıstaslara göre oluşturulan sınıflandırma Şekil-8'de verilmektedir

Kelly (2003)'nin sınıflandırmasına ilave olarak Oyunlar statik ve dinamik olmak üzere iki sınıfta incelenebilir. Statik oyunlarda zaman kavramı yoktur. Oyuncular hareketlerini bir kez ve aynı anda seçmektedirler. Aynı anda seçmeleri kronolojik olarak seçim anlamında değil, birbirlerinin seçimlerini görmemesi anlamındadır. Statik oyunlarda, oyunun sonunda her oyuncunun seçtiği stratejiye göre fayda düzeyi belirlenir (Yılmaz, 2009: 7). Dinamik oyunlarda ise, oyuncuların stratejilerinde bir ardıcılık söz konusudur. Bu tür oyunlarda bir oyuncu stratejisini uyguladığında diğer oyuncu da oyunda ne olduğu bilgisine sahip olur (Yılmaz, 2009: 7).



Şekil-8: Oyunların Sınıflandırılması. (Kelly, 2003)

Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinin daha iyi anlaşılması maksadıyla aşağıda iki kişili oyunlar ve çözüm yöntemleri açıklanmıştır.

(1) İki Kişili Sıfır Toplamlı Oyunlar

İki kişili sıfır toplamlı oyunlar, iki rakip oyuncunun yer aldığı oyunlardır. İki den fazla oyuncunun aralarında anlaşıp oyuna dahil olmaları oyunun niteliğini değiştirmez (Esin,1988: 324). Oyuna katılan her iki oyuncunun akıllıca hareket edeceği ve kazancını en büyükmeye çalışacağı, eğer kazanç şansı yoksa kaybını en küçükmeye çalışacağı varsayılır. Oyunun üç tür sonucu vardır: kazanmak, kaybetmek ya da oyundan çekilmek. Sıfır toplamlı oyundan kasıt ise, oyunun sonunda oyuncuların elde ettikleri kar ve zararın toplamının sıfıra eşit olmasıdır. Sonuç olarak, bir tarafın kazancı diğer tarafın kaybına eşittir.

Bir oyunda rakip oyuncu işbirliğine yanaşmıyorsa, yani hedefinden sapma hareketinde bulunmuyorsa, mümkün olan en ağır cezalandırmayı alması öngörülür. İşbirliği yapmayan oyuncu açısından ise en iyi alternatif kendisini cezadan korumaktır. Bu durum maksimin stratejiyi açıklamaktadır.

Maksimin ve minimaks stratejilerinin önemi, oyuncuların bu stratejilerden nasıl etkilendiğinin sınırlarının görülebilmesidir (Yılmaz, 2009: 8).

Teorik olarak maksimin strateji satır oyuncusu için ödemeler matrisinde minimum değerli stratejiler arasından maksimum stratejiyi seçmektir. Minimaks strateji ise sütun oyuncusu için maksimum değerli stratejiler arasından minimum stratejiyi seçmektir (Özkan, 2005: 223). Bu şartlarda her iki oyuncu da karşılaşabilecekleri en kötü durumları hesaplayıp, ona göre hareket etmektedir. Maksimin stratejisine göre, satır oyuncusu herhangi bir i stratejisini seçtiğinde, sütun oyuncusu daima a_{ij} değerini en küçük yapacak stratejiyle hareket eder. Bu sebeple satır oyuncusu, rakibi açısından da oyuna bakarak, rakibinin her bir stratejisi için en az ne kadar kazanabileceğini hesaplamaktadır. İki oyunculu bir oyuna ait kazanç matrisinin gösterimi Tablo-8'deki gibidir.

Tablo-8: İki Oyunculu Bir Oyuna Ait $m \times n$ Kazanç Matrisi

		Sütun Oyuncusu			
		$\underline{v}_1$	$\underline{v}_2$	...	$\underline{v}_i$
Satır Oyuncusu	$\underline{v}_1$	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
	$\underline{v}_2$	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$
	$\underline{v}_i$	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}

Tablo-8'deki $\underline{v}_i$ satır oyuncusunun i 'nci stratejisini seçmişken sütun oyuncusunun seçebileceği mümkün bütün stratejileri içindeki en küçük a_{ij} değerini yani, sütun oyuncusunun kendisine yapacağı en az ödemeye karşılık gelen stratejiyi ifade eder. Her satırın en küçük değerlerinden oluşan $\underline{v}_i$ değeri ($\min(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})$ değerleri) oyun matrisinin sağ tarafına oluşturulacak olan satır en küçükleri sütununa yazılır, maksimin ilkesi gereği

satır oyuncusu bu en küçük değerleri içinden en büyük a_{ij} değerini veren stratejiyi seçer.

Maksimin ilkesi için;

$$\underline{v} = \max_i \min_j a_{ij} \quad \underline{v} = \max_i \underline{v}_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (34)$$

Minimaks ilkesi için;

$$\bar{v} = \min_j \max_i a_{ij} \quad \bar{v} = \min_j \bar{v}_j \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (35)$$

(34) numaralı denklemde yer alan $\underline{v}$ değeri satır oyuncusunun maksimin değeri olup, oyunun da alt değeridir. Satır oyuncusu maksimin stratejisiyle devam ettiği sürece, sütun oyuncusu hangi stratejiyi kullanırsa kullansın $\underline{v}$ kadar kazanmayı garantilemiş olur. Sütun oyuncusunun amacı en kötü değerlerin en azı kadar kaybettirecek bir strateji seçmek olduğu için yüksek değerlerden küçük olanını seçecektir. (35) numaralı denklemdeki $\bar{v}_j$ sütun en büyükleri değerleridir ve matrisin altında oluşturulan sütun en büyükleri kısmına yazılır.

(a) Birden Fazla Denge Noktası Olan Oyunlar

Bazı oyunlarda birden fazla denge noktası olabilmektedir. Bu durum ilk bakışta denge noktası tanımlamasına ters düşüyor gibi gözükmemektedir. Denge noktasının birden fazla olduğu oyunlarda, oyuncuların birisi tarafından denge noktalarının belirlendiği stratejilerin uygulanması ile oyunun sonucu değişmemektedir. Bu tür oyunlarda alternatif strateji söz konusu olmaktadır (Esin, 1988: 335).

(b) Denge Noktası Olmayan Oyunlar

Teorik olarak bir oyunda denge noktasının olmaması; oyun matrisinde, satır oyuncusunun minimum kaybı ile sütun oyuncusunun maksimum kazancının kesiştiği bir strateji olmaması anlamına gelmektedir (Esin, 1988: 339).

Oyunun eyer noktasının olmaması oyunun kararsız olduğunu göstermektedir ki gerçek hayatta tam stratejili oyunlarla karşılaşma olasılığı küçüktür. Yani oyuncular tam strateji yerine karma strateji kullanmak durumunda kalmaktadırlar. Bu nedenle, oyunlarda çoğunlukla karma stratejiler kullanılır (Cinemre, 2004: 399).

(2) İki Kişili Sıfır Toplamlı Olmayan Oyunlar

Sıfır toplamlı olmayan oyunlar, sabit toplamlı ve sabit toplamlı olmayan oyunlar olarak iki şekilde incelenebilir.

(a) Sabit Toplamlı Oyunlar

İki kişili sabit toplamlı bir oyunda oyuncuların kazançları toplamı c ($c \neq 0$) sabitine eşittir. Sıfır toplamlı oyunlarla aynı çözüm yöntemi kullanılmakla birlikte bu oyunlardan tek farkı, kazancın (ya da diğer oyuncu açısından kaybın) sıfırdan farklı sabit bir sayı olmasıdır (Cinemre, 2004: 424). Sabit toplamlı oyunlar eksik bilgili oyunlardır. Tarafların olası stratejileri bellidir ancak hangi stratejiyi seçeceği öngörülemez, çünkü kararlar aynı anda verilir (Kural, 2007).

(b) Sabit Toplamlı Olmayan Oyunlar

Günlük hayatta sabit toplamlı olmayan oyunlarla karşılaşma olasılığı daha yüksektir. Sabit toplamlı olmayan oyunlarda bir oyuncunun kazancı diğer oyuncunun kaybına eşit değildir. Her iki oyuncu da kazanabilir ya da kaybedebilir.

(c) Nash Dengesi

Nash dengesinde oyuncular her zaman rakiplerinin oynayacağını düşündükleri stratejilere karşı kendisi açısından en çok faydayı sağlayacak en iyi stratejiyi kullanmaktadır.

Nash dengesinde temel unsur, bir denge noktasının varoluşudur. John Nash, von Neumann minimaks teoremi genelleştirilmesinin temeli olarak en iyi cevap yaklaşımını seçmiştir. Nash'e göre, iki kişili bir oyunun

çözümüne aday olacak bir strateji çiftindeki stratejinin her biri, rakibinin oynayacağını tahmin ettiği karşıt stratejiye en iyi cevap verebilme niteliğini taşıması gerekmektedir. Her bir oyuncu stratejilerinin oyuncunun kendi ödülünü maksimize ettiği durumu ifade etmektedir. Her oyuncunun stratejisi, diğer oyuncuların oynayacağını tahmin ettiği stratejilerine karşı optimaldir. Bu özellikleri olan bir strateji çifti (kombinasyonu) Nash dengesi olarak adlandırılmaktadır ve işbirlikçi oyunların temelini oluşturmaktadır (İnci, 2009:10).

Matematiksel olarak stratejik biçimli bir oyun $G = \{N, (S_i), (u_i)\}$ olarak tanımlandığında, eğer her i oyuncusunun s_i^* stratejisi diğer $(n-1)$ oyuncunun $(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*)$ stratejilerine en iyi tepkisi ise, $s^* = (s_1^*, \dots, s_n^*)$ strateji profili tam strateji Nash dengesidir. Bu durum aşağıdaki eşitliklerde matematiksel olarak gösterilmiştir:

$$u_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*) \geq u_i(s_1, \dots, s_{i-1}, s_i, s_{i+1}, \dots, s_n), \forall i \in N, \forall s_i^* \in S_i$$

veya kısaca

$$u_i(s_i^*, s_{i-1}^*) \geq u_i(s_i, s_{i-1}), \forall i \in N, \forall s_i^* \in S_i \quad (36)$$

Burada s_i^* , i oyuncusunun faydasını en büyükleyen değerdir. Bu da bir sonraki denklemden ifade edilmiştir.

$$s_i^* = \max_{s_i \in S_i} u_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*) \quad (37)$$

Bu denklemlerden yola çıkarak $G = \{N, (S_i), (u_i)\}$ stratejik biçimli bir oyunun çözümünün $(s_1^*, \dots, s_n^*)$ strateji profili olduğu varsayıldığında, eğer $(s_1^*, \dots, s_n^*)$ strateji profilinin Nash dengesi değilse bunun açıklaması şöyle yapılır: Belirli bir i oyuncusu için s_i^* stratejisi, $(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*)$ strateji profiline en iyi tepki değildir. Yani i oyuncusu için $s_i'' \in S_i$ gibi daha yüksek fayda sağlayan başka bir strateji var demektir (Yılmaz, 2009: 21).

d. Çözüm Yöntemleri

Oyun teorisinde, herhangi bir oyunun çözümü için oyun türüne göre çeşitli çözüm alternatifleri vardır. Hangi çözüm yönteminin kullanılması gerektiğine karar verilirken oyunun denge noktasının olup olmadığı, oyunun kaç boyutlu olduğu gibi durumlara dikkat edilir.

Eyer noktası bulunmayan oyunlarda oyuncuların en iyi stratejilerini ve oyunun değerini bulmak için aşağıdaki yöntemler kullanılmaktadır:

- ✓ Cebirsel yöntem,
- ✓ Grafiksel yöntem,
- ✓ Matris,
- ✓ İterasyon,
- ✓ Doğrusal programlama.

Bu bölümde yapılan çalışmaya ışık tutması açısından Doğrusal Programlama ve Cebirsel Yöntem anlatılacaktır.

(1) Doğrusal Programlama ile Çözüm

Stratejilerin $2 \times n$ veya $m \times 2$ 'ye indirgenemediği, denge noktası olmayan oyunlar için doğrusal programlama yöntemi uygulanmadan önce, problemin doğrusal programlamaya uygun olarak modellenmesi, yani kanonik formunun oluşturulması gerekmektedir.

Modelleme esnasında öncelikli olarak oyunun değeri olan V değerinin pozitif olduğu kabul edilir. Böyle bir durumda eğer oyun matrisinde negatif a_{ij} değeri varsa, oyun matrisinin her bir elemanına L gibi bir sabit sayı eklenerek tüm negatif a_{ij} değerlerinin pozitif olması sağlanır. Oyunun çözümünde ise bulunan değerden eklenen L değeri çıkarılarak oyunun gerçek değeri bulunmuş olur (Cinemre, 2004: 418).

Satır oyuncusu, stratejilerini $p_1, p_2, \dots, p_m, (\sum_{i=1}^m p_i = 1)$ olasılıkları ile oynadığında sütun oyuncusunun ' B_n ' strateji seçimlerine karşılık satır oyuncusunun beklenen kazancı (38) numaralı denklem sistemiyle açıklanır.

$$B_1 \text{ için } E_1 = a_{11}p_1 + a_{21}p_2 + \dots + a_{m1}p_m$$

$$B_2 \text{ için } E_2 = a_{12}p_1 + a_{22}p_2 + \dots + a_{m2}p_m$$

$$\dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots$$

$$B_n \text{ için } E_m = a_{1n}p_1 + a_{2n}p_2 + \dots + a_{mn}p_m \quad (38)$$

Satır oyuncusu için oyunun değeri onun elde etmeyi garantilediği en az kazançtır. Bu nedenle v değeri oyunda alt değerdir. Bu alt değeri, sütun oyuncusunun her bir hamlesi karşısında satır oyuncusunun n olasılıkla oynayacağı n adet eşitsizlik belirler. Buna göre satır oyuncusu için oyun kısıtlayıcılarıyla birlikte (39)'daki gibi modellenir.

$$MaksZ = \underline{v} \quad (\text{ Amaç Fonksiyonu })$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} p_i \geq v \quad (\text{ Kısıtlar }) \quad (39)$$

$$p_i \in [0,1] \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Sütun oyuncusu için doğrusal programlama modeli, satır oyuncusu için yaratılmış olan modelinin duali olarak kabul edilebilir ya da problem sütun oyuncusuna göre de doğrusal programlama modeli kurularak çözülebilir. Model, minimaks ilkesi gereğince sütun oyuncusu için en küçükleme problemidir ve oluşabilecek en fazla kaybını en aza indirecek şekilde kurulur.

Sütun oyuncusunun stratejilerini $q_1, q_2, \dots, q_n, (\sum_{j=1}^n q_j = 1)$ olasılıkları ile oynadığı kabul edildiğinde, satır oyununun seçeceği stratejilere bağlı olarak sütun oyuncusunun beklenen kazancı (40)'daki denklem sistemiyle açıklanır.

$$A_1 \text{ için } F_1 = a_{11}q_1 + a_{12}q_2 + \dots + a_{1n}q_n$$

$$A_2 \text{ için } F_2 = a_{21}q_1 + a_{22}q_2 + \dots + a_{2n}q_n$$

$$\dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots$$

$$A_m \text{ için } F_m = a_{m1}q_1 + a_{m2}q_2 + \dots + a_{mn}q_n \quad (40)$$

Sütun oyuncusunun amacı, rakibi ne yaparsa yapsın olası en büyük kaybını en aza indirmek ve oyunun değerinin en fazla, beklenen kayıplarından en büyüğüne eşit olması olacaktır. Bu amaçla sütun oyuncusu oyunun üst değeri olan $\bar{v}$ 'yi küçükmeye çalışır. Sütun oyuncu için sütun en büyükleri satırının oluşturduğu amaç fonksiyonu ve kısıtları ile birlikte doğrusal programlama modeli (41)'deki gibi kurulur.

$$\text{Min} Z = \bar{v} \quad (\text{Amaç Fonksiyonu})$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m q_j a_{ij} \leq \bar{v} \quad (\text{Kısıtlar}) \quad (41)$$

$$q_j \in [0,1] \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

(2) Cebirsel Yöntemle Çözüm

Cebirsel yöntemle oyunları çözebilmek için denklem ve eşitsizlikleri bir arada çözmek gerekir. Bu nedenle kazanç matrisi $m \times n$ olan bir oyun için, satır oyuncusu m adet stratejisini x_i olasılıkla oynar. Sütun oyuncusu ise n adet stratejisini y_j olasılıkla oynar. Satır ve sütun oyuncularının x_i ve y_j olasılıklarla oynadığı oyunda m ve n adet strateji kombinasyonu ile adet $m+n+1$ değişken ve $m+n+2$ adet eşitlik veya eşitsizlik elde edilir. Bu duruma ilişkin eşitlik ve eşitsizlikler (42) ve (43)'deki gibidir.

$$x_1 + x_2 + \dots + x_m = 1$$

$$y_1 + y_2 + \dots + y_n = 1 \quad (42)$$

$$x_1 a_{1j} + x_2 a_{2j} + \dots + x_m a_{mj} \geq \underline{v}$$

$$y_1 a_{i1} + y_2 a_{i2} + \dots + y_n a_{in} \leq \bar{v} \quad (43)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, m \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Bu denklem sistemlerindeki eşitsizlikler, eşitlik olarak kabul edilerek oyuncuların strateji vektörleri olan x_i ve y_j olasılık değerleri ve oyunun değeri bulunmaktadır.

e. Tedarik Zinciri Yönetiminde Oyun Teorisi Uygulamaları

Tedarik zinciri, malzeme/ürünlerin tedarikçiden müşteriye doğru ve bilginin ise her iki yönde aktığı tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar, satıcılar ve müşterilerden oluşan bir sistem olarak tanımlanabilir. Tedarik zinciri yönetimi ise bazı araştırmacılar tarafından yönetim süreçlerinden oluşan bir bütün olarak tanımlanmıştır.

Oyun Teorisi, rekabet ve işbirliğinin olduğu problem sahalarının analizinde kullanılan bir metodolojidir. Gelişimi 1940'lara dayanan oyun teorisinin; antropoloji, biyoloji, işletme, ekonomi, yönetim-işgücü dengesi, felsefe, politika, spor ve harp sanatı gibi değişik uygulama alanları da vardır. Potansiyel uygulama alanlarındaki ilk gelişiminden sonra, harekât araştırması ve yönetim bilimi uzmanlarınca oyun teorisine olan ilgi 1960 ve 1970lerde giderek artmıştır. Bununla beraber, son yirmi yılda Tedarik Zinciri Yönetimindeki akademisyen ve aktörler arasında yeniden bu ilginin yeşermesine ve tedarik zincirini oluşturan karar vericiler ('oyuncular') arasındaki etkileşimin yeni bir boyut kazanmasına şahit olunmuştur.

Oyun Teorisi, birden fazla oyuncunun kararlarının, her oyuncunun kazancını etkilediği durumların analizinde uygun bir araçtır. Geçmiş birkaç yüzyılda birçok ekonomist neyin oyun teorisi olarak modelleneceği ile ilgilenirken, John von Neumann ve Oskar Morgenstern modern oyun teorisinin babası olarak gösterilmektedir. 'Theory of Games and Economic Behavior' adlı klasikleşmiş kitaplarında, von Neumann ve Morgenstern (1944), dönemin temel kavramlarını özetlemişlerdir. O tarihten bu yana Oyun

Teorisi gelişim patlaması yaşamıştır. Bu çalışmaların arasında; 'Nash Dengesi' (Nash, 1950), 'Eksik bilgili oyunlar' (Kuhn, 1953), 'İşbirlikçi oyunlar' (Aumann, 1959) ve 'açık arttırmalar' (Vickrey, 1961) bulunmaktadır. 1950'li yıllarda oyun teorisi herhangi bir davranış bilimci tarafından bile ciddiye alınmayan bir kavram iken 1980'lerin sonunda birçok alanda başarısını kanıtlamıştır (Shubik, 2002).

Son yıllarda bu konuyla alakalı birçok görüş ve makale yazılmasına rağmen tedarik zinciri yönetiminde oyun teorisi uygulamaları ile ilgili iki önemli yayın dikkat çekmektedir. Cachon ve Netessine (2004) oyun teorisiyle ilgili kavramları ve tedarik zinciri yönetimindeki uygulamalarını araştırmış; TZY için geliştirilen oyunları dört gruba ayırmışlardır: a) İşbirlikçi olmayan statik oyunlar, b) Dinamik oyunlar, c) İşbirlikçi oyunlar, d) Sinyalleme ve Bayezyen oyunlar.

Tedarik zincirinin en önemli amaçlarından biri de maliyetlerini minimize ederken toplam karını arttırmaktır. Tedarik zincirinin karı, zincirin bütün aşamalarında paylaşılan toplam kardır. Dolayısıyla, böyle bir kar ancak tedarik zincirinin bütün aşamalarındaki karar vericilerin işbirliği içinde anlaşmalarına bağlıdır.

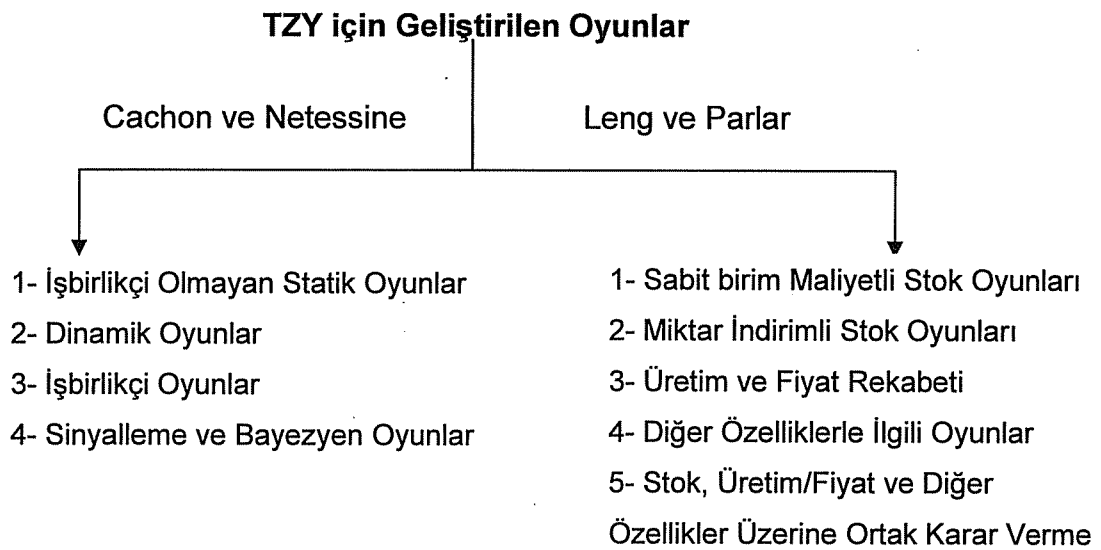
Tedarik zinciri üyeleri arasındaki koordinasyon/işbirliği ve rekabeti vurgulayan çalışmalar Tedarik zinciri yönetiminde en çok dikkat çeken ve önemli olan konulardır. Merkezden yönetilen tedarik zincirlerinde 'merkezi' karar verici, tedarik zinciri performansını artırıcı ve zincirin bütününü etkileyen kararlar verebildiğinden oyun teorisi kullanılamamaktadır. Bunun yanında merkezden yönetilmeyen ve her üyenin kendi kararlarını kendisinin verebildiği tedarik zincirlerinde şu iki problemle sıklıkla karşılaşılmaktadır: 1- Tedarik zinciri üyeleri kendi performanslarını arttırmak için rekabet edeceklerdir. (Örneğin aynı grup müşterilerin talepleri için rekabet etmeleri) 2- Tedarik zinciri üyeleri kendi kazançları yanında sistemin de bütün olarak karını arttıracak bir işbirliği içine girebilirler. Bu tür merkezden yönetilmeyen işbirliği/koordinasyona meyilli tedarik zinciri problemlerinin çözümünde; tam veya eksik bilgiye sahip birden fazla oyuncunun aynı anda ya da birbiri

ardına karar vermesi üzerine odaklanan, işbirlikçi ve işbirlikçi olmayan oyun teorileri temel metodoloji olarak kullanılır.

Leng ve Parlar (2005) ise tedarik zinciri bağıntılı oyun teorisi uygulamalarını beş kategoride incelemişlerdir: a-) Sabit birim maliyetli stok oyunları, b-) Miktar indirimli stok oyunları, c-) Üretim ve fiyat rekabeti, d-) Diğer özelliklerle ilgili oyunlar, e-) Stok, üretim/fiyat ve diğer özellikler üzerine ortak karar vermeyle ilgili oyunlar.

Leng ve Parlar (2005)'in bu çalışmasından sonra Tedarik Zinciri Yönetiminde Oyun Teorisi Uygulamalarına farklı bir bakış açısı getirilmiş ve böylelikle iki farklı yaklaşım gösterilmiş olur.

Tedarik zinciri yönetimi için geliştirilen oyun teorisi uygulamalarının sınıflandırılması Şekil-9'da sunulmuştur.



Şekil-9: TZY için Geliştirilen Oyunların Sınıflandırılması.

Son on yıl içerisinde Tedarik Zinciri Yönetiminde Oyun Teorisi ile yapılan araştırmalar incelendiğinde dikkat çeken çalışmalar kronolojik olarak sıralanacak olursa;

Tedarik zinciri ürünleri üreten ve dağıtan özerk işletmelerden oluşan bir bütündür. Kamçı etkisi, talep bilgisinin müşteriden tedarikçilere doğru yanlış yorumlanmasından kaynaklanmaktadır. Bu problemin çözümü tedarik

zincirinde işbirliği ile çözülebilir ancak, firmaların birbirleriyle çatışan amaçları olduğundan işbirliğine yanaşmayabilirler. Bilgi paylaşımı, yani talep bilgisinin karşılıklı işbirliği içerisinde aktarımı kamçı etkisine çözüm olduğu söylenen metotlardan birisidir. Moyaux ve diğerleri (2004) yaptıkları çalışmada firmaların farklı sipariş yöntemlerine müsaade edilen heterojen bir tedarik zincirini incelemişlerdir. Çalışmanın amacı, kamçı etkisini azaltmak için firmaların işbirliği yapma nedenlerini ortaya koymaktır. İşbirliği ile bilgi paylaşımı kastedilmiştir. Çalışmanın göze çarpan önemli sonuçlarından bazıları ise; tedarik zincirinin toplam maliyetini azaltan ortak iki strateji de Nash dengesine sahiptir. Bir veya birkaç firmanın işbirliği yapmaya yanaşmadığı durumlarda denge söz konusu değildir.

Tedarik zinciri yönetimi girişimci tedarik zincirine dayalı gelişmiş bir yönetim biçimidir. Tedarik zincirinde işbirlikçi girişimci; tedarikçi, tedarikçinin tedarikçisi, ya da benzer şekilde görev alır. Tedarik zinciri yönetiminde stratejik ortak seçiminde, fiyat, stok, hizmet, teknoloji, kalite gibi birçok öncelik mevcuttur. Literatürde fiyat ve stok daha çok göze çarpmaktadır. Fiyat bir girişimci için kar sağlaması ve pazara duyarlı olması nedeniyle temel faktör iken, stok, yukarı ve aşağı kademelere doğru koordine edici rol oynamaktadır. Zhu ve diğerleri (2005) yaptıkları çalışmada arz-talep işbirliğine dayalı tedarik zinciri yönetimi modelini esas almışlar ve dinamik ve pazarlıklı oyun metotlarıyla, zincirdeki yukarı ve aşağı doğru ticaret hacmi ve pazar hacmini hesaplamışlardır.

Hem tedarik kapasitesi hem de müşteriler için rekabet eden aynı dağıtım sistemindeki iki perakendecinin optimal sipariş stratejilerini araştıran Dai ve diğerlerine göre (2005), bir perakendeci yok satmaya başladığında, müşterilerinin bir bölümü diğer perakendeciye kayacaktır. Araştırmalarında tek periyotlu stok modeli üzerinde yoğunlaşan yazarlar Nash denge çözümü için gerekli ve yeterli şartlardan bazılarını ortaya koymuşlardır. Nash dengesinin olmadığı durumlarda ise optimal stratejiler için Stackelberg oyun modeli ile problemi analiz etmişlerdir.

Kar paylaşımlı kontratlarda, perakendeci tedarikçisine satın aldığı her ürünün birim fiyatını ve elde ettiği kardan belirli bir yüzdeyi ödemek

zorundadır. Bu tür kontratlara tedarik zinciri yönetimi konularında son zamanlarda sıkça rastlanmaktadır. Cachon ve Lariviere (2005)'nin kar paylaşımlı kontratların tedarik zinciri performansını nasıl değiştirdiğiyle ilgili yaptıkları bu çalışmada, tek tedarikçi ve tek perakendeci (alıcı) bulunmaktadır. Bu temel modele göre perakendeci tek satış periyodunda elde edebileceği kar ile ilgili iki konu hakkında karar verebilir: tedarikçisinden satın alacağı birim ürün sayısı ve kendi satacağı fiyat. Modele göre; toptan satış kontratlarında, toptan satış fiyatı marjinal fiyatın üzerindeyken, kar paylaşımlı kontratlarda toptan satış fiyatı marjinal fiyatın altındadır

Son dönemde yüksek teknolojide yaşanan gelişmeler, daha yüksek üretim verimliliği, daha kısa ürün ömür devri ve daha sert pazar rekabetine neden olmuştur. Birçok ürün pazara sürülmüş, böylelikle nadir kullanılan ürünlerin yeniden değerlendirilmesi gündeme gelmiştir. Günümüzde tedarik zinciri ağlarının çoğu ileri ve tersine tedarik zincirini bünyesinde barındırmaktadır. Qiaolun ve diğerlerine (2007) göre eğer bir imalatçı firma hem yeni ürün üretimini hem de kullanılmış ürünün yeniden üretimini aynı anda gerçekleştiriyorsa kapalı döngü tedarik zincirini yönetebilmelidir. Bu noktadan hareketle, araştırmacılar çalışmalarında, kapalı döngü tedarik zincirine sahip firmanın yeni ürünün toptan ve perakende satış fiyatının kullanılmış ürünlerin geri toplama maliyetinden etkilendiğini ileri sürmektedir. Yaptıkları çalışmayla da kapalı döngü tedarik zincirinin ürünü geri toplama fiyatını ve dolayısıyla, toptan ve perakende satış fiyatını belirlemeye çalışmışlar ve üç ayrı modelde incelemişlerdir. İnceleme sonunda, imalatçı firmanın bütün maliyet tasarruflarını perakendeciye devretmeye karar vermesi halinde, imalatçı firmanın kendisi ürünün geri toplanmasında en iyi seçenek olarak ortaya çıkmıştır.

Küreselleşme ve uzmanlaşma üzerindeki rekabetçi baskı ile beraber, dış kaynak kullanımı birçok alanda kullanılmaya başlamıştır. Dış kaynak kullanımının sonucu olarak aynı sanayi alanında farklı firmaların ürünlerinin çok miktarda ortak parçalar içermesi, tüketici açısından bu ürünleri pek de farklı kılmamaktadır. Xiao ve diğerleri (2007) çalışmalarında, kısmen ikame edilebilir ürün üreten iki imalatçı firmanın dış kaynak kullanımına karar

vermesi ve sipariş miktarı rekabeti üzerine stratejik bir oyun oynamasını incelemişlerdir. İncelenen durumda temel parçalar için, imalatçı firma, kendisi üretmeye devam edebileceği gibi, dışarıdan bir tedarikçiye de yaptırabilir. Modele göre eğer, iki firma da dış kaynak kullanımına gider de aynı tedarikçiye başvurulursa, son ürünün ikame edilebilirliği artmaktadır.

Koordinasyon çabaları ve maliyetleri göz önüne alındığında, firma ve tedarikçileri arasındaki ilişki ve etkileşimlerde, tedarikçi tabanına doğru meyil göze çarpmaktadır. Bu sayede firmalar, kendilerine daha yakın çalışmaya hazır daha az sayıda tedarikçi ile etkileşime geçmeye başlamış ve sonuçta daha uzun ömürlü kontratlar yapılmaya başlanmıştır. Bernstein ve Vericourt (2008) çalışmalarında tedarikçiler arasındaki satınalma kontratları için yapılan rekabete yeni bir boyut kazandırmışlardır. Genelde her alıcı, birden fazla tedarikçiyle gereksiz yere uğraşmak ve her biri ile anlaşma zemini aramak yerine tek bir tedarikçi ile tedarik ilişkisi kurmanın yolunu aramaktadır. Alıcı açısından, tedarikçinin en önemli özelliği ürünleri zamanında teslim etmesidir. Bu durumun farkında olan tedarikçiler ise alıcıya sağlayacakları hizmetle ilgisini çekmeye çalışmakta ve böylelikle tedarik oyunu ivme kazanmaktadır. Önerilen modele göre hangi tedarikçi daha fazla üretim kapasitesine sahip ise, daha yüksek kar elde etmesinin yanında daima alıcının ilgisini çekecektir. Ayrıca rekabetin tedarikçinin üretim kontrol politikası üzerinde nasıl bir etkisi olduğu gösterilmiş ve neticede alıcı geç teslimat edilecek ürünler için ceza ücreti uygulamasını da göz önüne alarak, sağlayacakları dağıtım hizmetini esas alarak tedarikçisini seçecektir. Bu da alıcıya mümkün olan en yüksek raf doluluk oranını ve ürün teslimatında en düşük ortalama gecikme zamanını sağlayacaktır.

E-ticaretin hızlı gelişimi ve çift kanalın benimsenmesiyle beraber, imalatçı ve perakendeciler giderek artan bir şekilde kanal koordinasyonunu ve tedarik zinciri performansını geliştirmek için kar paylaşımlı stratejiler uygulamaktadırlar. İnternetin tüketim ve tedarik alanlarındaki artan rolü müşteri ve firmalar için ulaşılması kolay beklenmedik fırsatlar yaratmıştır. Eskiden sadece perakendeciler vasıtasıyla satış yapan büyük işletmeler artık direkt son müşteriye ulaşabilmektedirler. Bu yeni trendin olumsuz

yanlarından birisi de perakendecilerin artık kendilerini mahrum kalmış hissetmesi ve bunun da kanal çatışmasına yol açmasıdır. Yan (2008), iki kanallı tedarik zincirindeki tedarikçi ile perakendeci arasındaki interaktif ilişki ile ilgili çalışmasında iki senaryo ele almıştır. İlk senaryoda, Stackelberg ve Bertnard modellerinin iki kanallı tedarik zincirinin toplam karını ve zincir üyelerini nasıl etkilediği incelenmiştir. İkinci senaryoda ise, imalatçı ve perakendecinin pazarlıklı kar paylaşım politikası izleyerek kendi karlarını nasıl arttırdıkları incelenmiştir. Yapılan araştırmanın sonuçlarına dayanarak, tedarik zinciri üyelerine, ürünün dağıtımında kullanabilecekleri optimal pazarlama stratejileri ortaya konmuştur.

Merkezden yönetilmeyen üç kademeli seri ve dağıtım sistemlerinin stok kontrolünün koordinasyonu Zijm ve Timmer (2008) tarafından incelenmiştir. Çalışmaya göre tedarik zincirinin kademeleri birbirinden bağımsız ve ayrı şekilde çalıştığında alınan kararların zincirin bütünü açısından optimal olmayacağı sürpriz olmayacaktır. Çalışmanın temeli olan varsayıma göre kademeler sadece kendileri ile direkt bağlantısı olan (yukarı veya aşağı doğru) komşularıyla iletişim kurabilmektedir ve siparişlerini kademe stoklarına göre vermektedirler. Dahası tedarikçi stok seviyesini arttırırken, perakendeci oluşabilecek stok maliyeti artışlarını ödemektedir. Ayrıca perakendeci koordinasyon sonucu elde edeceği kazancın bir bölümünü, tedarikçisine vermektedir. Öne sürülen modele göre hem seri hem de dağıtım sistemindeki kademeler, zincir için optimal temel stok seviyesini seçmektedir. Bu temel stok seviyelerinin seçimi, zincirin kademeleri tarafından oynanan stratejik oyunun Nash dengesi olarak adlandırılmıştır.

Literatürde satıcı, tedarikçi ve imalatçı terimleri birbirlerinin ikamesi olarak satıcı firma yerine kullanılmaktadır. Aynı şekilde perakendeci teriminin alıcı yerine kullanıldığı görülmektedir. Satıcı-alıcı tedarik zinciri; imalatçının bir ürünü perakendeciye, perakendecinin de bu ürünü müşteriye sattığı bir ağıdır. Esmaeili ve diğerleri çalışmalarında (2009), satıcı-alıcı tedarik zinciri problemini, maliyetleri hem rekabet hem de işbirliği aracı olarak dahil eden bir yaklaşımla ele almışlardır. Bu çalışmada satıcı alıcıya pazar talebiyle doğrusal orantılı olarak ürettiği ürünü satmaktadır.

Satıcı-alıcı tedarik zinciri modelleri işbirlikçi olmayan ve işbirlikçi oyun modelleri olarak incelenmiştir. İşbirlikçi olmayan oyun senaryosunda, iki tür oyun modellenmiştir: satıcının lider olduğu Satıcı-Stackelberg oyunu ve alıcının lider olduğu Alıcı-Stackelberg oyunu. Her iki modelde de optimal sonuç elde edilmiştir. İşbirlikçi oyun modelinde ise, Pareto etkin sonuçlar, alıcı ve satıcının ağırlıklandırılmış toplam amaç fonksiyonları optimize edilerek elde edilmiştir. Modele göre, satış fiyatı ve pazarlama maliyetleri işbirlikçi oyunda işbirlikçi olmayan oyuna göre daha düşük, neticesinde de beklenen talep işbirlikçi oyunda daha büyük çıkmıştır.

Gelir paylaşımını daha istikrarlı ve güvenilir hale getirmek için elektronik pazarda da birçok değişik strateji bulunmaktadır. Bu bağlamda, elektronik pazar kabiliyetinin artırılmasındaki koalisyonun önemi, gelir yaratmak ve paylaşmak bakımından, tedarik zinciri üyelerine finansal katkıda bulunacak bir mekanizma geliştireceğinden oldukça önemlidir. Tedarik zincirini işbirliği olarak yorumlayabilmek adına, Bahinipati ve diğerleri (2009), gelir paylaşımı probleminin analizinde Shapley değerini kullanmışlardır. Bu çalışmanın temel katkısı kalıcı ve işbirlikçi çözüm bulabilmek için havuz koalisyonu oluşturması olmuştur.

Tedarik zincirinde her oyuncunun diğer oyuncuları da etkileyebilecek gücü ve kabiliyeti vardır. Doğal olarak her oyuncu bu gücünü daha yüksek kar elde edebileceği stratejiler izlemek için sarf etmektedir. Uygulamada her imalatçı, ürününü satabilmek için, farklı alıcılarla farklı kontrat türlerini seçmektedir. Pan ve diğerleri (2010), farklı tedarik zinciri yapılarında iki farklı kontrat türünün sonuçlarını karşılaştırmış ve incelemişlerdir. Öncelikle, iki imalatçı ve ortak bir perakendecinin olduğu, imalatçının toptan satış fiyatı ve kar paylaşımlı kontratlardan birini seçebileceği bir tedarik zincirini incelemişler ve tek imalatçı ya da ikisi için kar paylaşımlı kontratları kullanmalarının yararlı olup olmayacağını denemişlerdir. İkinci ve son olarak, aynı analizi ortak bir imalatçı ve iki perakendecinin olduğu tedarik zincirinde de uygulamışlardır.

Fiyat ve fiyat dışı faktörlerin kanal üyelerince ortak olarak belirlenmesi birçok pazarda görülen bir uygulamadır. Sağlanan hizmet

seviyesi uygulamada oldukça yaygın ve özellikle yüksek hizmet – düşük fiyatlı perakendecilik sektöründe sık rastlanılan bir kavramdır. Wu (2010) çalışmasında, ortak fiyat ve fiyat dışı kararlar ile üretici-perakendeci tedarik zincirinin kanal koordinasyonunu oyun teorisi vasıtasıyla incelemiştir.

Son yirmi yılda satış kanallarında meydana gelen verimlilik çok dikkat çekse de, kazançlar genelde ya bilişim teknolojilerine ya da işbirlikçi planlama ve tahmine atfedilmiştir. Daha az sayıda ve büyük perakendecilere sahip olmanın sonuçlarından birisi de, bunların artık kendi özel etiketli ürünlerini üretebilecek ekonomiye sahip olmalarıdır. Perakendecinin kendi özel etiketli ürününü üretecek yetkinliği geliştirdikten sonra, artık ürün çeşitliliğinde, fiyatlamada, ve promosyon planlamada bir alternatifi daha olacak ve bu da ulusal çaptaki imalatçıya nazaran daha çok baskıya neden olacaktır. Diğer taraftan, perakendeci kendi karını düşündüğünden, özel etiketli ürün üretme yetkinliği belki de tedarik zincirinin bütünü için karlı olmayacaktır. Chen ve diğerleri (2011), çalışmalarında, ulusal çaptaki bir imalatçı ve bir perakendeciden oluşan merkezden yönetilmeyen tedarik zincirinin verimliliğinin özel etiketli ürün geliştirme yeteneğine sahip bir perakendeci tarafından nasıl etkilenebileceğini incelemişlerdir.

Tedarik zinciri, ürün, hizmet veya bilgiden en az birinin bir kaynaktan müşteriye doğru aktığı, birbirine bağlı iki veya daha fazla işletmenin oluşturduğu bir ağıdır. Tedarik zincirinde koordinasyon ise üyelerinin birbirleri arasında bilgi paylaşımının önemini kavramalarına bağlıdır. Tedarikçi ve yatay olarak rekabet eden perakendecilerden oluşan bir tedarik zinciri göz önüne alındığında, perakendeciler belirli bir ürünü satın aldıktan sonra kendi değerlerini bu ürüne ekleyeceklerdir. Her perakendecinin diğer perakendeciler ve tedarikçinin tam olarak bilmediği katma değer fiyat politikası bulunmaktadır. Perakendeciler arasında yatay bilgi paylaşımının olmadığı bir ortamda, bilgi paylaşımının performans ve tedarik zincirinin verimliliği üzerine olumlu etkisini açıklamak amacıyla Kharazi ve Jandaghi (2011) üç aşamalı oyun teorisi modeliyle konuyu incelemiştir. Birinci aşamada, her perakendeci ürün için ödeyebileceği maliyete karar verir ve tedarikçiye bildirir. İkinci aşamada perakendecilerden aldığı bilgiler ışığında

tedarikçi, toptan satış fiyatını belirler ve perakendecilere açıklar. Üçüncü ve son aşamada ise, toptan satış fiyatını öğrenen perakendeciler, kendi değerlerini de ürüne katarak satış fiyatlarını belirler. Bu şartlar altında, Kharazi ve Jandaghi, fiyat ve katma değerlerdeki dengeyi ispatlamışlar ve maliyet ile ilgili bilgi akışının dikey olarak perakendeciler ve tedarikçi arasında sağlandığında, tedarik zincirinin performansının artacağı, hem tedarikçi hem de perakendecilerin en fazla karı sağlayacağı; dolayısıyla tedarik zincirinde kazan-kazan durumunun ortaya çıkacağını göstermişlerdir.

Klasik tedarik zinciri modellerinde genellikle, tüm tarafların bilginin tamamına sahip olduğu sanılır, ancak, zincir üyelerinin birbirinden bağımsız ve değişik seviyede bilgiye sahip olduğu durumlarla da karşılaşmak mümkündür. Bakal ve diğerleri (2011) çalışmalarında, tek tedarikçi ve birden fazla alıcıdan oluşan iki kademeli tedarik zincirini, tedarikçinin depolama kapasitesinin kısıtlı olduğu tek periyotta incelemişlerdir. Tedarikçinin depolama kapasitesiyle ilgili bilgi eksikliğini modele yerleştirerek alıcıların tepkileri incelenmiş, tam bilgiye sahip olmaları durumuyla karşılaştırılmış ve oyun teorik analizler kullanılarak bilginin değeri ve etkileri araştırılmıştır. Mükemmel bilginin, kısıtlı kapasite durumunda, alıcılara verecekleri sipariş miktarlarında azaltma yapabilmelerine imkân vermesi bakımından yararlı olduğu, ancak mükemmel bilginin tüm tedarik zinciri aktörleri tarafından elde edilebilir olması durumunda, alıcıların maliyeti üzerinde olumsuz etki yaratabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Bilgi paylaşımı üzerine yaptıkları inceleme sonucunda da, mükemmel bilgiye sahip alıcının kapasite kısıtlı iken bilgiyi paylaşmaya isteksiz olduğu, yeterli kapasite durumunda bilgi paylaşımının dikkate değer fayda sağlayacağını değerlendirmişlerdir.

Bilgi teknolojisi son yıllarda tedarik zinciri içerisinde bilgi paylaşımını kolaylaştırmıştır. Farklı alanlarda hizmet veren birçok firma, talep bilgisini ortakları veya rakipleri ile paylaşmak için istekli hale gelmiştir.

Bir firmanın bilgi paylaşımı için birçok neden sıralanabilir ancak bunlardan öne çıkan üç tanesi;

- (1) firmanın tedarik zincirinde nereye konuşlanacağı,
- (2) firmanın diğerleri ile nasıl rekabet edeceği,

(3) hangi tür bilginin paylaşılacağı.

Wu ve diğerleri (2012), yaptıkları çalışmada, şu iki soruya cevap aramışlardır: 1-Tam veya sıfır bilgi paylaşımı yerine acaba bir firma için rakipleriyle kısmi bilgi paylaşımı optimal midir? 2-Ortak bir tedarikçileri olduğunda firmalar her zaman kendi ürün talepleriyle ilgili bilgiyi paylaşmalı mıdır? Bu sorulara da cevap verebilmek amacıyla Wu ve diğerleri (2012), iki perakendecili ve tek tedarikçili stratejik tedarik problemini ele almış, perakendecilerin talep bilgilerini paylaşmasının nedenlerini oyun teorisine dayanan bir modelle açıklamak istemişlerdir. Çalışma ile tam ve sıfır bilgi paylaşımının denge stratejisi olabileceği gibi, sipariş miktarı ile ilgili kısıtlamalar olduğu bazı durumlarda, perakendecilerin kısmi bilgi paylaşımını seçebileceği gözlemlenmiştir.

Yüksek teknolojiye hızlı gelişim, daha yüksek üretim verimliliği ve daha kısa ürün ömür devrine yol açarken, sanayileşme ve nüfus artışı da giderek çevreye daha çok zarar vermeye başlamıştır. Bu durum çevreye duyarlı üretim ve hizmet sağlayan tedarik zincirlerini gündeme getirmiştir. Kapalı döngü (çift yönlü) tedarik zincirleri, firmalara bir taraftan karlarını arttırabilecek, diğer taraftan da sosyal sorumluluğa hizmet edebilecekleri eşsiz bir fırsat sunmaktadır. Daha etkin bir kapalı döngü tedarik zinciri için, gerçek dünyada meydana gelen, ürün tedarikiyle ilgili olan, kullanılmış ürünün toplanması, müşteri talebi, kullanılmış ürünlerin yeniden üretimi gibi belirsizlikler göz ardı edilemez. Wei ve diğerlerinin (2012) yaptığı çalışma, kapalı döngü tedarik zincirleri için fiyatlama modelleri ile ilgili yapılan önceki çalışmalardan bulanık mantık nedeniyle farklıdır. Çalışmada bulanık ortamdaki iki kademeli kapalı döngü tedarik zinciri için fiyatlama ile ilgili karar modelleri öne sürülmüştür. Oyun teorisi mantığıyla, her firmanın fiyatlama stratejisi incelenmiş ve imalatçı ve perakendecinin perakende satış fiyatı, ürünün geri toplanma fiyatı, toptan satış fiyatı, ve taşıma fiyatı ile ilgili kararlarını nasıl aldığı incelenmiştir.

İş dünyasında, reklam, tedarik zincirin karlılığını yükselten, perakendeci/satıcı için önemli bir pazarlama aracıdır. Tedarik zinciri üyeleri, talebin belirsiz olduğu durumlarda, özellikle sipariş miktarı ve yatırım

kararlarında genellikle doğru karar verememektedirler. Böyle olunca, perakendeci operasyon riskini azaltmak için daha az miktarda sipariş vermektedir. Pazar talebini karşılamak için, üretici, ikinci kez sipariş vermeye izin verebilmelidir. Özellikle satış sezonlarının sonunda, perakendeci, karşılanmamış talep için ikinci kez sipariş verebilmelidir. Böylelikle talep belirsizliğinden kaynaklanan kayıplar azaltılabilecektir. Xiao ve diğerleri (2011), tek tedarikçi ve tek perakendeciden oluşan tedarik zinciri için, talebin belirsiz olduğu durumda sipariş miktarı ve reklam yatırım kararlarının nasıl koordine edileceği ve ikinci kez sipariş vermenin bu koordineyi nasıl etkileyeceği konularını oyun teorisi modeliyle incelemişlerdir.

Tedarik zincirini oluşturan firmaların; fiyatlama, satınalma, stok, ulaşım, üretim, hizmet ve diğer fonksiyonları gibi sık sık birbirleriyle çatışan amaçları vardır. Rekabetçi tedarik zincirlerinde iki tür rekabetten bahsedilebilir: dikey ve yatay rekabet. Dikey rekabet tedarik zincirinin üyeleri arasındaki (yukarıdan aşağıya) rekabet olarak adlandırılırken, yatay rekabet aynı tedarik zincirine üye olsun ya da olmasın aynı tür iki firma arasındaki rekabet olarak tanımlanır. Dikey ve yatay rekabet tarafların risk algısından etkilenmektedir. Pazar araştırması müşterilerin meyil ve davranışlarını anlamak için nitel ve nicel birçok teknik içermektedir. Hafezalkotob ve Makui (2012) çalışmalarında pazar araştırması sayesinde toplanan bilgi ile riskten kaçınan firmaların talep belirsizliğini azaltabileceklerini, dolayısıyla pazar araştırması için yapılacak yatırımın dikey koordinasyon için uygun bir zemin oluşturacağını değerlendirmişlerdir.

Tedarik zinciri yönetiminde oyun teorisi ile ilgili yapılan çalışmalardan son on yıl içerisinde dikkat çekenleri Tablo-9'da sunulmuştur.

Tablo-9: TZY’de Oyun Teorisi ile İlgili Dikkat Çeken Çalışmalar

S. No:	Yazarlar	TZY Alanı	Öne Çıkan Özellik
1	Moyaux ve diğerleri (2004)	Kamçı etkisini azaltmak için firmaların işbirliği yapma isteği	Nash Dengesi, Sipariş Yöntemleri
2	Zhu ve diğerleri (2005)	Arz-talep işbirliğine dayalı TZY modeli	Dinamik ve pazarlıklı oyun metodu
3	Dai ve diğerleri (2005)	Aynı dağıtım sistemindeki iki perakendecinin optimal sipariş stratejileri	Tek periyotlu stok, Nash Dengesi, Stackelberg
4	Cachon ve Lariviere (2005)	Kar paylaşımlı kontratların tedarik zinciri performansına etkileri	Tek tedarikçi-tek perakendeci, marjinal fiyat
5	Qiaolun ve diğerleri (2007)	Kapalı döngü (çift taraflı) tedarik zincirinde satış fiyatı stratejileri	Üç ayrı modelde toptan ve perakende satış fiyatı stratejileri
6	Xiao ve diğerleri (2007)	İkame edilebilir ürün üreten iki firmanın sipariş miktarı üzerine rekabeti	Dış kaynak kullanımı
7	Bernstein ve Vericourt (2008)	Tedarikçi açısından satınalma kontratları için yapılan rekabet	Rekabetin tedarikçinin üretim kontrol politikasına etkileri
8	Yan (2008)	İki kanallı tedarik zincirinde alıcı-satıcı arasındaki ilişki	Stackelberg-Bernard modeli, pazarlıklı kar paylaşım modeli
9	Zijm ve Timmer (2008)	Merkezden yönetilmeyen üç kademeli dağıtım sistemlerinin stok kontrolünün koordinesi	Her kademe için optimal stok seviyesi seçerken Nash Dengesi
10	Esmaili ve diğerleri (2009)	Satıcı-alıcı ilişkisinde maliyetleri hem rekabet hem de işbirliği aracı olarak kullanan yaklaşım	Satıcı-Stackelberg, Alıcı-Stackelberg modelleri, İşbirlikçi oyun, Pareto etkin çözüm
11	Bahinapati ve diğerleri (2009)	Tedarik zinciri üyelerinin gelir paylaşımı	Shapley değeri, kalıcı ve işbirlikçi çözüm
12	Pan ve diğerleri (2010)	TZY’de satış fiyatı ve kar paylaşımlı kontratlar	Farklı tedarik zinciri yapılarında iki farklı kontrat türü
13	Wu (2010)	Üretici-perakendeci tedarik zincirinin kanal koordinasyonu	Ortak fiyat ve fiyat dışı kararlar
14	Chen ve diğerleri (2011)	Merkezden yönetilmeyen tedarik zincirinin verimliliği	Özel etiketli ürün geliştirme yeteneğine sahip perakendeci
15	Kharazi ve Jandaghi (2011)	Bilgi paylaşımının performansı ve tedarik zincirine etkisi	Üç aşamalı oyun teorisi modeli
16	Bakal ve diğerleri (2011)	Bilgi paylaşımının iki kademeli tedarik zincirine etkisi	Mükemmel bilgi, tam depolama kapasitesi
17	Xiao ve diğerleri (2011)	Talebin belirsiz olduğu durumlarda sipariş miktarı ve reklam yatırım kararları	İkinci kez sipariş verme, tek tedarikçi - tek perakendeci
18	Wu ve diğerleri (2012)	Perakendecilerin bilgi paylaşımlarının nedenleri	Tam ve sıfır bilgi paylaşımı
19	Wei ve diğerleri (2012)	Kapalı döngü (çift taraflı) tedarik zinciri için fiyatlandırma modelleri	Bulanık Mantık
20	Hafezalkotob ve Makui (2012)	Pazar araştırması neticesinde belirsizliğin azaltılması	Dikey koordinasyon, Pazar araştırması

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SAVUNMA SANAYİ ve TEDARİK STRATEJİLERİ

1. GENEL

Ülkeler sınırlarını ve hâkimiyetlerini korumak ve güvenliklerini sağlamak adına teknolojik donanımı yüksek, caydırıcı bir orduya ihtiyaç duyarken, ordu da bu görevi yerine getirebilmek için modern ve gelişmiş silah sistemleri ile teçhizata ihtiyaç duymaktadır. Modern silah sistemleri ve gelişmiş teçhizat ise kendi kendine yetebilen ve uluslararası pazarda rekabet edebilen güçlü bir savunma sanayi sayesinde üretilebilir.

Savunma sanayii gerek ülkemizde gerekse dünyada önemi gün geçtikçe artan bir sektördür. Türkiye'nin ve daha birçok ülkenin üzerinde önemle durduğu savunma sanayii genel, ülke savunması için ihtiyaç duyulan her türlü silah, mühimmat, araç ve teçhizatın üretimini ve bakımını yapan ve imalat sanayiinin hemen hemen her alanı ile ilgisi olan bir sanayi organizasyonudur.

Gelişmiş ülkeler, teknolojik ve ekonomik üstünlüklerini savunma sanayi sektörü vasıtasıyla arttırmakta ve ürettikleri modern silah sistemleri ile caydırıcılığı yüksek bir askeri güç oluşturmaktadırlar. Savunma sanayiinin, ülkelerin güvenliği ve etkinliği bakımından sahip olduğu önem uluslararası alanda egemen olmak isteyen ülkeleri, silah üretimine, teknoloji transferine ve savunma teknolojisine egemen olmaya yöneltmiştir. Gelişmiş ülkeler savunma sanayi oluşturma ve yeni silah sistemleri geliştirmede birbirleriyle yarışmaktadırlar. Gelişmekte olan ülkeler ise benzer tutumu kendi savunma sanayilerini kendi çabaları ile kurma konusunda göstermektedirler.(Gür, 1998: 33)

Savunma sanayiinin tanımını yaparken savunma sanayiini başlı başına bir sektör olarak kabul eden bir görüş ve buna karşı savunma sanayiini tüm imalat sektörlerinin bir bileşkesi olarak kabul eden diğer bir

görüş bulunmaktadır. Aşağıda bu farklı görüşlerin tanımlamalarına yer verilmektedir.

Savunma; belirsiz gelecek için önceden önlem almak olarak tanımlanabilir. Başarılı bir savunma ancak güçlü bir savunma sanayine sahip olmakla mümkündür. Savunma sanayi; ülkelerin silahlı kuvvetlerinin, kalıcı barışın sağlanması amacıyla, olası bir tehdide, riske ve saldırıya her an hazır olması için her türlü stratejik ve taktik amaçlara yönelik silah sistemleri ile teçhizatlarını üreten, geliştiren ve diğer sanayi dalları ile işbirliği içinde olan üretim tesisleri ve firmalar topluluğudur (Özcan, 2006: 3).

Savunma sanayi, savunmaya yönelik ihtiyaçların karşılanması için çeşitli işletmelerce yapılan ticari faaliyetler ve savunma sistemlerine yönelik araştırma-geliştirme faaliyetleri ile silah, silah alt sistemleri ve parçalarının üretiminin yapıldığı endüstridir (Asomedy, 1995: 27).

Savunma sanayi, ülkenin ekonomisinin, bilimsel potansiyelinin, işgücünün, coğrafyasının ve diğer sanayi dallarının bileşkesidir. Bir ülkenin savunma sanayisi, o ülkede var olan topyekûn sanayinin bir parçasıdır. Savunma sanayi, aynı zamanda bir ülkenin güvenlik ve savunmasında ihtiyaç duyulan her türlü savunma teçhizatının üretimiyle ve hizmetlerin planlanmasıyla ilgili bütün endüstriyel alanları kapsayan bir organizasyon olarak tanımlanabilir (Ülger, 1997: 1).

Devletler savunma sanayiini; ileri teknolojilere ulaşabilmek, diğer sanayi dallarının teknolojik gelişmesinde savunma sanayiinin sürükleyici gücünden yararlanmak ve kendi silahlı kuvvetlerinin ihtiyaçlarını özgün biçimde ve ekonomik şekilde karşılayabilecek güvenilir ürünlere sahip olabilmek ve bağımsız politikalar uygulayabilmek için desteklemektedirler.

Savunma barış zamanında hazırlıklı ve caydırıcı olmayı, bir saldırı durumunda ise en az kayıpla en etkili karşı koymayı içeren ulusal bir görevdir. Savunmanın olmazsa olmaz koşulu ileri ve yüksek teknolojinin geçerli olduğu, bilim yoğun, güçlü bir savunma sanayiine sahip olmaktır. Dolayısıyla bu yeteneklerden mahrum olan devletlerin kendi savunma sanayiilerine sahip olmaları olanaksızdır (Sevgi, 2001: 1).

Savunma sanayiinde farklılık yaratan özellikleri şu şekilde ifade edebiliriz: yüksek teknolojiye dayanan hassas üretim teknikleri gerektirmesi, özel kalite standartları gerektirmesi, yetişmiş insan gücü gerektirmesi, tek alıcıya ve sınırlı ihtiyaca dayalı üretim yapma zorunluluğu, sürekliliğin sağlanması için dış pazarlara açılmayı gerektirmesi, güvenlik, gizlilik vb. gibi.

Tüm dünyada ve dünya ticaretini düzenleyen anlaşmalarda açık olarak ifade edildiği gibi, savunma sanayii ve savunma ürünlerinin ticareti diğer sektörlerden farklılık arz etmektedir. Bu farklılıkların belli başlıları aşağıdaki gibidir:

- Faaliyet alanı; doğrudan doğruya ülke savunması ile ilgili olan, yüksek teknolojili, kritik cihaz ve sistemlerdir.
- Milli güvenlik politikalarının en önemli saç ayaklarından ve uygulama araçlarından biridir.
- Ülkelerin savunma harcamalarının vazgeçilmezliği nedeniyle, yatırımların salt ekonomik kriterlere göre yapılmadığı bir sektördür.
- En yüksek katma değerin yaratıldığı, kalifiye, teknik iş gücünün en yoğun istihdam edildiği sektörlerden biridir.
- Büyük ölçüde tek müşteriye bağımlıdır, dünyadaki büyük savunma sanayii firmalarının en önemli özelliği kendi silahlı kuvvetlerinin asıl müşteri olmasıdır.
- Sürekli olarak en yeni teknolojileri kullanmayı gerektirmesi nedeniyle büyük ölçüde AR-GE faaliyetlerine ihtiyaç göstermesi gereklidir.
- Yatırım, AR-GE, üretim, ürün desteği dönemleri uzun yıllara yayılmış olduğundan, firmaların mali yapılarının güçlü olması, projelerin güçlü finans kaynakları ve yöntemleri ile desteklenmesi gerekir.
- Uluslararası mal ve hizmet transferi, proje finansmanı, rekabet gibi hususlar açısından, uluslararası anlaşmaların ve serbest ticaret mevzuatının dışında tutulan politikalar geçerlidir.
- Ülkelerin bilimsel ve teknolojik alt yapılarının gelişiminde önemli bir rol oynar.
- Ülkenin yetenek düzeyinin bir göstergesidir (MSB, 2001:3).

Sayılan bu özellikler nedeniyle savunma sanayii alt yapısının kurulması ve idamesinin maliyeti oldukça yüksektir. Ancak ülke güvenliğinin sağlanabilmesi için silahlı kuvvetlerin başka ülkelerden yetki ve/veya izin almadan kullanabileceği yüksek teknolojiye sahip harp silah ve vasıtalarının yurtiçinde üretilmesi, bunun için gerekli teknoloji tabanının oluşturularak üretim tesislerinin kurulması ve kurulu tesislerin teşvik ve desteklenmesi bir zorunlu bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır.

2. SAVUNMA SANAYİİNDE FİRMALARIN SINIFLANDIRILMASI

Savunma sanayiinde firmalar çeşitli kategorilere ayrılmaktadır. Silah sistemi ve askeri donanım üretimlerinin çok geniş üretim alanlarına yayılmış olması bu firmaların sınıflandırılmasına neden olmaktadır. Üretim kollarına göre firmaları; uçak, füze, elektronik vb. şeklinde ayırabiliriz (Gansler, 1989:8). Tüm bu üretim alanlarına göre faaliyet gösteren firmaları aşağıdaki gibi gruplandırmak mümkündür.

a. Ana Yüklenici Firmalar

Bu firmalar; tank, füze, uçak, savaş gemisi gibi silah sistemlerinin geliştirilmesi ve üretimi faaliyetlerini gerçekleştiren firmalardır. Silah sisteminin geliştirilmesi ve üretim aşamasında alıcı ile anlaşma yapar. Alıcıdan temin ettiği finans yardımı ile yine bu aşamada alt sistem ve bazı küçük parçaların yapımı için diğer firmalarla yan sözleşmeler yapar. Oluşan firmalar ağının yönetimini ana firmalar üstlenir (Zekey, 2000: 8).

Bazı durumlarda motor, radar gibi önemli bölümlerin geliştirilmesini diğer firmalara anlaşma ile devredebilirler. Sistemin çoğu kısmını kendileri tedarik ederler.

b. Alt Yüklenici Firmalar

Ana yüklenici firmalara motor, atış kontrol sistemi, haberleşme donanımı, radar gibi silah sistemini oluşturan önemli alt sistemlerin yapımını gerçekleştiren firmalardır. Bağımsız olarak faaliyet gösterebildikleri gibi dikey bütünleşme yolu ile ana yüklenici firmaların bir birimi gibi de faaliyet gösterebilirler (Yılmaz, 1997). İkinci derecede bir işlevi ortaya koymalarına

rağmen bu firmalara, tedarik edilecek sistem, silah, araç veya teçhizat için yapılan harcamalar savunma sanayii için ayrılan bütçe ve yatırımların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

c. Taşeron Firmalar

Bu firmalar işlerini ana yapımçı firmadan alırlar. Eğer ana yüklenici firma, taşeron firmanın herhangi bir mekanizmanın yapımında üstün bir uzmanlık ve yeteneğe sahip olduğunu düşünürse, kendi yapması gereken bazı işleri de bu firmalara verebilir. İkinci Dünya Savaşı yıllarında özellikle uçak sanayii alanında benzer üretim modeli kullanılmıştır (Zekey, 2000:8).

ç. Parça Üreticisi Firmalar

Savunma sistemleri için gerekli olan tüp, ölçü aleti, dişli, valf gibi çeşitli aletleri üretmektedirler. Üretilen parçaların çoğunluğu ticari alanda da kullanılmaktadır. Bu firmaların katkılarıyla savunma sistemi geliştirilmesi, yan sanayii ve savunma sanayii arasındaki bağın kuvvetlenmesini sağlarken, savunma sanayiinin yanında diğer sanayi alanlarının da gelişimine olumlu yönde etki etmektedir. Ayrıca Tedarik Zinciri Yönetimi anlayışıyla baktığımızda, parça üreticisi firmalar ana yüklenici firmaların tedarikçisi gibi çalışmaktadırlar.

d. Malzeme Üreten Firmalar

Parça üreten firmalar gibi malzeme üreten firmalar da Savunma Sanayiini Tedarik Zinciri olarak düşündüğümüzde ana yüklenici (üretici) firmanın son ürünü oluşturabilmesi için gerekli olan yarı mamul, ara mal gibi tamamlanmamış ürünleri üreten firmalardır.

Etkin bir savunma sanayii için ana yüklenici firmaların üretim sürecine tedarik zinciri yönetimi anlayışıyla yaklaşımları ve alt yüklenici, taşeron, parça üreticisi gibi diğer firmalarla sürekli irtibat halinde olup kendi tedarik zinciri ağını gerekirse son noktaya kadar kurmaları gerekmektedir. Küresel ekonominin rekabet şartlarında oyun dışı kalmamak isteyen firmalar tedarik zinciri ağını uluslararası boyuta taşıyarak ürün ve hizmet kalitesi ile talep potansiyelini artırabilir.

3. SAVUNMA SANAYİİNDE TEDARİK STRATEJİLERİ

Yapılan literatür taraması neticesinde savunma sanayiinde faaliyet gösteren ana tedarikçi ya da satıcıların olası hedefleri;

- Kar payını ve nakit akımını arttırmak,
- Dünyanın önde gelen tedarikçilerinden biri olmak,
- Üretilen platform ve sağlanan hizmetlerle değer yaratmak,
- Ulusal ve uluslararası pazarda kalıcılık olarak belirlenmiştir.

Bu hedeflerini gerçekleştirebilmek için uygulayacağı stratejiler ise;

- ✓ Kullanıcı istek ve ihtiyaçları doğrultusundaki değişikliklere cevap vermek,
- ✓ Gerekli teknolojik altyapıyı oluşturmak (yatırım),
- ✓ Yan sanayiinin de gelişimine destek vermek (tabana yayma),
- ✓ Dünya'da eşsiz olan ya da birkaç ülkede bulunan silah, sistem ya da platformu pazarlamak,
- ✓ Üretimin yanı sıra modernizasyon, yedek parça gibi lojistik desteği de sağlamak,
- ✓ Gerektiğinde ortaklıklar ya da konsorsiyumlara katılarak ürün gamını geliştirmek,
- ✓ Ürünlerde yerli ve milli kimlik özelliğini korumak,
- ✓ Satış sonrası teknik hizmetler sunmak (yerinde bakım/onarım vb.),
- ✓ NATO standartlarında üretim yapmak,
- ✓ NAMSA Kaynak Arşivi'nde yer alarak, NATO ülkelerine satış yapabilmek,
- ✓ Uluslararası iş/ortaklıklara aktif katılımcı olmak olarak sıralanabilir.

Bir ülkenin savunmasına yönelik tedarik sürecinde olası hedefleri şöyle sıralanabilir;

- Ordusunu geleceğin muharebe ortamına hazırlayacak savunma ve güvenlik teknolojilerinde yetkinlik kazanmak ve donanım bakımından dünyanın ilk 5 ülkesi arasına sokmak,

- Savunma Sanayiini süründürülebilir ve rekabetçi bir seviyeye getirerek dünya sıralamasında ilk 10 içinde yer almasını sağlamak,
- Paydaş memnuniyetini esas alarak uluslararası arenada ortak projelerde aranan ülke olmak,
- Silahlı kuvvetlerinin ihtiyaçlarını yurtiçi kaynaklardan karşılamak, dışa bağımlılığının azaltılarak yerli ve yan sanayiinin katılımının arttırmak,

Bu hedeflerini gerçekleştirebilmek için uygulayacağı stratejiler ise;

- ✓ Teknolojik üstünlük kazandıracak platform ve sistemlerin geliştirilmesine yönelik projelerin hayata geçirilmesini sağlamak,
- ✓ Dost ülke pazarına hitap edecek ürün odaklı ortak girişim şirketlerini teşvik etmek; gerekli görülen bölgesel ortak yatırım şirketlerine iştirak etmek,
- ✓ Yurt içinde geliştirilecek uluslararası ortaklık sistemlerini desteklemek,
- ✓ Savunma sektöründeki firmaların, ürün tasarımından üretim ve lojistik desteğe kadar uzanan ömür devrinin tamamında etkin rol almasını sağlamak,
- ✓ NATO ajansları ile Temel Sipariş Anlaşması imzalayan firma sayısının artmasını sağlamak,
- ✓ İçerisindeki dış kökenli bileşenler nedeniyle ihracında engel yaşanan alanlarda teknoloji geliştirilmesini sağlamak,
- ✓ Savunma ve havacılık ihracatının arttırılmasını teşvik etmek,
- ✓ Öncelikli ülkeler ile Savunma Sanayii İşbirliği anlaşmaları yapmak,
- ✓ Firmaların uluslararası tedarik zincirlerine dahil olmasını teşvik etmek,
- ✓ Yurtdışından hazır alınan ürünler için, özellikle hizmete yönelik idameyi yurt içine kaydırarak lojistik çözümler oluşturmak,
- ✓ Yetkinliklerin tabana yayılması ve alt sistemler geliştirebilecek sağlıklı bir yan sanayinin oluşmasını sağlamak,
- ✓ Geleceğin savunma ve güvenlik ihtiyaçlarının yönetilmesinde sanayinin katkısını arttırmak olarak sıralanabilir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE KARAR SÜRECİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

1. ÖNERİLEN METODOLOJİ

Çalışmanın bu bölümünde tedarik sürecinde aktif rol alan aktörlerin hedeflerinin neler olabileceği ve bu hedeflerini gerçekleştirebilmek için hangi stratejilerini uygulayabileceklerine yönelik önerilen metodoloji açıklanmıştır.

Karar verme sürecinin belirsizlik ortamında önem kazandığı ve oyun teorisinin rekabetin söz konusu olduğu durumlarda stratejileri değerlendirmede kullanılabilecek araçlardan biri olmasından hareketle önerilen metodoloji, hedef önceliklerinin Bulanık AHP ile tespiti ve stratejilerin performansının oyun teorisi modeli ile ölçümünü birleştirmek suretiyle melez bir metodolojidir. Önerilen metodolijinin kurgulanan çatısı ve aşamaları Şekil-10'da verilmiştir. Söz konusu aşamalar sırasıyla;

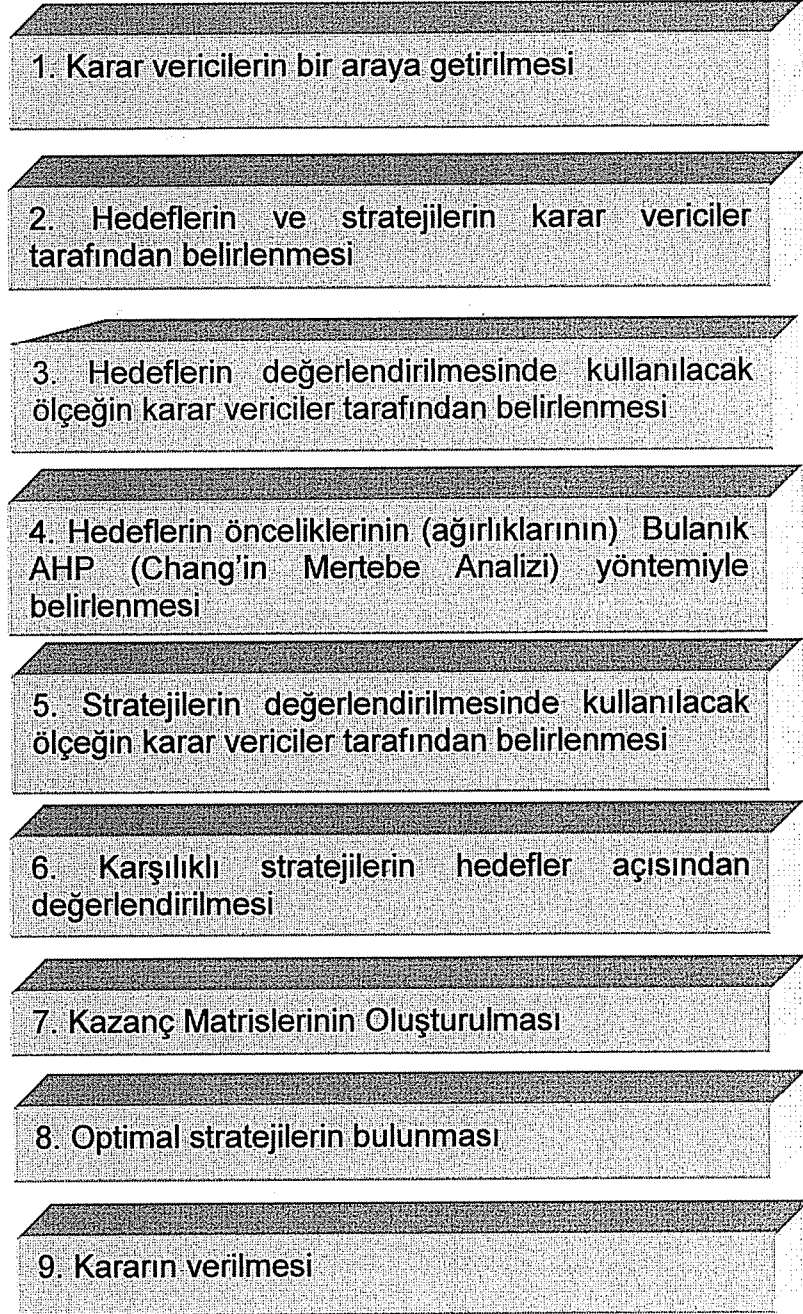
a. Karar Vericilerin Bir Araya Getirilmesi (1. Aşama):

Görüşüne başvurulmak üzere, konusunda uzman, aynı eğitim düzeyine karar verici grubu bir araya getirilmekte ve ortak karar verme yöntemleri uygulanmaktadır.

b. Hedeflerin ve Stratejilerin Karar Vericiler Tarafından Belirlenmesi (2. Aşama):

Karar vericilerle bir araya gelinerek, tedarik sürecinde yer alacak oyuncuların hedef ve stratejilerinin ne olması gerektiği belirlenmektedir.

Hedefler, karar sürecinin tamamına yön vermesi nedeniyle karar vericilerin ortak görüşüyle önem derecesine bakılmaksızın tespit edilmektedir. Stratejiler ise hedeflere ulaşmada izlenen hareket tarzları olduğundan, tedarik sürecinde rol alan oyuncular için tespit edilen hedeflere göre muhtemel stratejiler belirlenmektedir.



Şekil-10: Önerilen Metodolojinin Gösterimi.

c. Hedeflerin Değerlendirilmesinde Kullanılacak Olan Ölçeğin Karar Vericiler Tarafından Belirlenmesi (3. Aşama):

Literatürde bulanık mantık uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmalarda birbirinden farklı birçok dilsel değişken kullanıldığı görülmektedir.

Bu aşamada karar vericilerin karar verme sürecinde kendi sübjektif ölçütlerini kullanmaları gerektiği varsayılarak, dilsel değişkenler ve bu değişkenler için kullanılacak bulanık sayı değerlerinin seçimi için karar

vericilerin görüşleri alınmakta ve örnek olayın yapısına göre en uygun dilsel değişkenler ve bunlara karşılık gelen değerleri (üçgen bulanık sayı) seçmeleri istenmektedir.

Karar vericilerin kendi görüşlerini yansıtırken kullanacağı dilsel değişken ve bulanık sayı değerleri oyuncuların hedeflerinin değerlendirilmesinde kullanılacağından ve çalışmanın tamamını etkileyeceğinden bu aşama önem arz etmektedir. Dolayısıyla dilsel değişkenlere ait skalanın problemin yapısına uygun şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Bu maksatla, karar vericilerin görüşüne başvurularak dilsel değişkenlerin belirlenmesi her bir değere alabileceği en kötü, en muhtemel ve en iyi değeri atamaları istenmektedir. Bu bilgileri istatistiksel olarak grup kararına dönüştürmek için mod alınmakta ve böylelikle dilsel değişkenler ve karşılıkları olan üçgen bulanık sayılardan oluşan skala belirlenmektedir.

ç. Hedeflerin Önceliklerinin (Ağırlıklarının) Bulanık AHP Yöntemi ile Tespit Edilmesi (4. Aşama):

Literatürde en çok kullanılan yöntem olması ve işlem kolaylığı nedeniyle hedeflerin önem derecelerinin belirlenmesinde 'Chang'ın Mertebe Analizi' yöntemi kullanılmaktadır.

Bu kapsamda, karar vericilerin değerlendirme yapabilmeleri için anket hazırlanmış ve hedeflerin önem derecelerini Bulanık AHP yöntemiyle belirleyebilmek için karar vericilerden hedefleri ikili olarak karşılaştırmaları istenmektedir. Örnek olarak dört karar vericiden herhangi bir firmanın iki hedefini Tablo-10'da oluşturulan skalaya göre değerlendirmeleri istenirse;

Tablo-10: Bulanık AHP Yöntemiyle İkili Karşılaştırmalar Yapabilmek için Hazırlanmış Örnek Skala

Dilsel İfade	Üçgen Bulanık Sayı	Karşıt Üçgen Bulanık Sayı
Eşit	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Biraz Önemli	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
Daha Önemli	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok Daha Önemli	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
Tamamen Önemli	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)

Hedeflerin dilsel değişkenler kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalarına ait matris Tablo-11'deki gibi olmaktadır:

Tablo-11: Dilsel Değişkenlerin Kullanıldığı Örnek İkili Karşılaştırma Matrisi

	KV1	KV2	KV3	KV4
Hedef 1-2	Tamamen Önemli	Biraz Önemli	Daha Önemli	----
Hedef 2-1	----	----	----	Biraz Önemli

Burada dikkat edilmesi gereken karar vericilerin değerlendirme yaparken bir hedefin diğerine göre değerlendirmesini yaptıklarında karşılığı için değerlendirme yapmalarına gerek olmadığıdır. Zira skaladaki karşıt üçgen bulanık sayılar bu amaçla verilmiş ve ikinci bir değerlendirmeye gerek kalmadan işleme devam edilebilmektedir.

Karar vericilerin değerlendirmelerini dilsel değişkenlerle yapmalarını müteakip, hazırlanan skala aracılığıyla dilsel ifadeler, üçgen bulanık sayılara dönüştürülmektedir. Böylelikle üçgen bulanık sayılardan oluşan ikili karşılaştırma matrisi elde edilmektedir. Yukarıda vermiş olduğumuz örnek üzerinden açıklamaya devam edecek olursak ikili karşılaştırma matrisinin üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüş hali Tablo-12'deki gibi olur.

Tablo-12: Dilsel Değişkenlerin Üçgen Bulanık Sayılarla İfade Edildiği Örnek İkili karşılaştırma Matrisi

	KV1	KV2	KV3	KV4
Hedef 1-2	(7/2, 4, 9/2)	(2/3, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 3/2)
Hedef 2-1	(2/9, 1/4, 2/7)	(2/3, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 3/2)

AHP yönteminde geçerli olan ikili karşılaştırma matrisindeki karşılıklılık özelliğinin Mertebe Analiz Yönteminde sağlanmasında aritmetik ortalama yeterli olamayabileceğinden (Enea ve Piazza, 2004) ve literatürde sıklıkla geometrik ortalama kullanıldığından (Saaty, 1994) her bir karar vericinin hedeflerin karşılaştırılmasında kullandıkları bulanık değerlerin geometrik ortalaması alınmaktadır. Örneğimizdeki matrisin birinci satırında birinci hedefin ikinci hedefe göre önem derecesi için karar vericiler tarafından

yapılan değerlendirmeler bulunmaktadır. Bu satırın geometrik ortalamasının hesaplanması;

$$\left(\sqrt[4]{\frac{7}{2}x\frac{2}{3}x\frac{3}{2}x\frac{2}{3}}, \sqrt[4]{4x1x2x1}, \sqrt[4]{\frac{9}{2}x\frac{3}{2}x\frac{5}{2}x\frac{3}{2}} \right) = (1.24, 1.68, 2.24) \text{ şeklinde}$$

olur. Aynı işlemi ikinci satır için yaparsak,

$$\left(\sqrt[4]{\frac{2}{9}x\frac{2}{3}x\frac{2}{5}x\frac{2}{3}}, \sqrt[4]{\frac{1}{4}x1x\frac{1}{2}x1}, \sqrt[4]{\frac{2}{7}x\frac{3}{2}x\frac{2}{3}x\frac{3}{2}} \right) = (0.44, 0.59, 0.81) \text{ bulunur.}$$

Örnek matrisin son durumu ise Tablo-13'teki gibidir.

Tablo-13: Örnek Matriste Geometrik Ortalamanın Bulunması

	KV1	KV2	KV3	KV4	Geort
Hedef 1-2	(4,5,6)	(1,2,3)	(2,3,4)	(1/3,1/2,1)	(1.24, 1.68, 2.24)
Hedef 2-1	(1/6,1/5,1/4)	(1/3,1/2,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1,2,3)	(0.44, 0.59, 0.81)

Chang'ın mertebe analizi yöntemine göre hedeflerin birbirine göre önem dereceleri sentetik mertebe değerlerinin karşılaştırılmasıyla elde edildiğinden her bir hedef için sentetik mertebe değeri (22) numaralı eşitlikte

olduğu gibi $S_i = \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1}$ formülüyle hesaplanmaktadır.

Burada $\sum_{j=1}^m M^j_{g_i}$ ifadesi satır toplamına, $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1}$ ifadesi ise satır

ve sütun toplamının tersine eşittir. Örneğimizde kullandığımız matrisin satır ve sütun toplamaları ise Tablo-14'te sunulmuştur.

Satır ve sütun toplamaları bulunduktan sonra sentetik mertebe değerlerini bulma işlemi Tablo-15'te gösterilmiştir.

Sentetik mertebe değerleri bulunduktan sonra karşılaştırma işlemi (27) numaralı denklemde olduğu gibi iki bulanık sayının birbirinden büyük olabilirlik dereceleri hesaplanarak yapılmaktadır.

Tablo-14: Chang'ın Mertebe Analizi Yöntemine Göre Satır ve Sütun Toplamlarının Hesaplanması

	Hedef 1			Hedef 2			Satır Toplamı		
	f	m	u	f	m	u	$\mathcal{I}$	m	u
Hedef 1	1	1	1	1,24	1,68	2,24	2,24	2,68	3,24
Hedef 2	0,44	0,59	0,81	1	1	1	1,44	1,59	1,81
Sütun Toplamı							3,68	4,27	5,05

Tablo-15: Sentetik Mertebe Değerlerinin Hesaplanması

	$\sum_{j=1}^m M^j_{g_i}$				$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i}\right]^{-1}$				Sentetik Mertebe Değerleri		
	f	m	u	$\times$	$1/u$	$1/m$	$1/f$	=	f	m	u
S1	2,24	2,68	3,24		0,19	0,23	0,27	=	0,43	0,62	0,87
S2	2,41	2,86	3,41		0,19	0,23	0,27	=	0,48	0,66	0,92

$$V = (M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{dd} \end{cases}$$

Örneğimize devam edecek olursak S_2 'nin S_1 'den büyük olabilirlik derecesi $m_2 \geq m_1$ olduğundan '1' iken, S_1 'in S_2 'den büyük olabilirliği $m_1 \geq m_2$ ve

$l_2 \geq u_1$ olmadığından $\frac{l_2 - u_1}{(m_1 - u_1) - (m_2 - l_2)}$ formülüyle hesaplanır:

$$\frac{0,48 - 0,87}{(0,62 - 0,87) - (0,66 - 0,48)} = 0,91$$

Ayrıca eğer bu örneğimizde ikiden fazla sentetik değer (hedef) olduğunu varsayarsak, her bir sentetik değer diğerlerinden büyük olabilirlik değerini hesaplamak ve minimum olanını almamız gerekmektedir. Mesela örneğimizde üçüncü bir hedef daha olduğunu varsayalım ve birinci sentetik mertebe değerinin üçüncüden büyük olabilirliği 0,70 olsun. Bu durumda birinci sentetik değer büyük olabilirliği (28) numaralı eşitlikteki gibi $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ minimumunu alarak bulunmaktadır:

$$d'(A_1) = \min V(S_1 \geq S_3) = \min(0,91, 0,70) = 0,70$$

Üç hedefin karşılıklı değerlendirilmesi neticesinde elde edilen ağırlık vektörleri Tablo-16'da örnek olarak verilmiştir. Bu tabloda belirtilen sayılar aşamanın anlaşılması bakımından rassal olarak üretilmiştir.

Tablo-16: Sentetik Mertebe Değerlerinden Elde Edilen Ağırlık Vektörü

$V(S_i \geq S_j)$	S_1	S_2	S_3	$\min V(S_i \geq S_j)$
S_1		0,91	0,70	0,70
S_2	1		1	1
S_3	0,40	0,50		0,40

Bu değerlere göre hedeflerin ağırlık vektörü $W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T = (0,70, 1,00, 0,40)^T$ ve normalize edilmiş ağırlık vektörü ise $W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T = (0,33, 0,48, 0,19)^T$ olarak tespit edilmektedir.

Böylelikle 1'inci hedefin normalize edilmiş ağırlığı 0,33 ($S_1 = 0,33$), 2'nci hedefin normalize edilmiş ağırlığı 0,48 ($S_2 = 0,48$), 3'üncü hedefin normalize edilmiş ağırlığı ise 0,19 ($S_3 = 0,19$) olarak bulunmaktadır.

d. Stratejilerin Hedefler Açısından Değerlendirilmesinde Kullanılacak Ölçeğin Karar Vericiler Tarafından Belirlenmesi (5.Aşama):

Her ne kadar Zimmerman (1990: 57) tarafından işlem verimliliği ve veri kazanım kolaylığı nedeniyle yamuk bulanık sayıların da sıklıkla kullanıldığı belirtilse de literatürde daha çok üçgen bulanık sayı kullanımına rastlanmıştır. Karar sürecinin özgünlüğü açısından ve stratejilerin karşılıklı

değerlendirilmesine daha uygun olduğu gerekçesiyle yamuk bulanık sayıların kullanılması öngörülmektedir.

Hedefleri gerçekleştirmek amacıyla uygulanacak karşılıklı stratejilerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan dilsel değişkenlere karşılık gelen değerler belirlenirken karar vericilerden her bir dilsel değişkene kendilerine göre en kötü, en muhtemel ve en iyi değerleri atamaları istenmektedir. En kötü (a_1) ve en iyi (a_4) değerler yamuk bulanık sayıların uç noktaları olarak alınmakta, en muhtemel değerler için iki kere mod alınarak yamuk bulanık sayıların orta değerleri (a_2) ve (a_3) belirlenmektedir.

e. Karşılıklı Stratejilerin Hedefler Açısından Değerlendirilmesi (6.Aşama):

Karar vericilerin stratejileri değerlendirecekleri skalayı belirledikten sonra oyun teorisi kapsamında satır oyuncusunun hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik stratejilerin karşılıklı olarak değerlendirilmesi işlemi Tablo-17'de verilen skalaya göre yapılmaktadır. Bu aşamada sırasıyla;

İlk adımda karar vericiler, dilsel ifadeleri kullanarak karşılıklı stratejilerin uygulanması durumunda satır oyuncusunun stratejilerinin performansının ilgili hedefi gerçekleştirmede ne olacağını değerlendirmektedir. Bir örnek üzerinden açıklayacak olursak, Tablo-17'deki skalaya göre beş karar vericinin yaptığı değerlendirme Tablo-18'de verilmiştir.

Tablo-17: Karşılıklı Stratejilerin Değerlendirilmesi için Örnek Skala

Dilsel İfade	Yamuk Bulanık Sayı
Çok düşük	(0, 0, 0.1, 0.1)
Düşük	(0.1, 0.2, 0.3, 0.4)
Orta	(0.4, 0.5, 0.5, 0.6)
Yüksek	(0.6, 0.7, 0.8, 0.9)
Çok Yüksek	(0.9, 0.9, 1, 1)

Tablo-18: Karar Vericilerin Örnek Skalaya Göre Yaptığı Değerlendirmeler

S _{ij} /KV _k	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
S ₁₁	Y	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY
S ₁₂	D	Y	Y	ÇY	O
S ₁₃	D	ÇY	Y	ÇY	D
S ₁₄	O	Y	ÇY	Y	ÇD
S ₁₅	Y	Y	ÇY	ÇY	ÇY

Burada 'S_{ij}' satır oyuncusunun i'nci stratejisini uygulaması durumunda sütun oyuncusunun j'inci stratejisini uyguladığını gösterirken, karar vericilerden satır oyuncusunun tespit edilen hedefine göre karşılıklı stratejilerin performansını değerlendirmeleri istenmektedir.

İkinci adımda dilsel ifadeler Tablo-17'deki skalaya göre yamuk bulanık sayılara dönüştürülmektedir.

Tablo-19: Dilsel İfadelerin Yamuk Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi

S _{ij} /KV _k	KV1				KV2				KV3				KV4				KV5			
S11	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S12	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6
S13	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,1	0,2	0,3	0,4
S14	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1
S15	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1

Karar vericilerin yapmış olduğu bireysel değerlendirmeleri grup kararına dönüştürmek için;

$$a_{ij} = \min_k \{a_{ijk}\}, \quad b_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K b_{ijk}, \quad c_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K c_{ijk} \quad \text{ve} \quad d_{ij} = \max_k \{d_{ijk}\} \text{ olmak}$$

üzere $x = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ notasyonu kullanılır.

K = 5 (karar verici sayısı)

k = hangi karar verici olduğu (k=1,2,3,4,5)

i = satır oyuncusunun kaçınıcı stratejisi olduğu (i=1)

j = sütun oyuncusunun kaçınıcı stratejisi olduğu (j=1,2,3,4,5) 'nu göstermektedir.

Örneğimizde satır oyuncusunun bir stratejisine karşılık sütun oyuncusunun beş stratejisi vardır. Her iki oyuncu da birinci stratejisini uyguladığında

$$a_{11} = \min(0.6, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9) = 0.6 \quad b_{11} = \frac{1}{5}(0.7 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.9) = 0.86$$

$$c_{11} = \frac{1}{5}(0.8 + 1 + 1 + 1 + 1) = 0.96 \quad \text{ve} \quad d_{11} = \max(0.9, 1, 1, 1, 1) = 1 \quad \text{olarak bulunur ve}$$

aynı işlemler diğer stratejilerin uygulandığı durumlar için de yapıldığında, Tablo-20'deki matris elde edilir.

Tablo-20: Bulanık Değer Matrisi

Grup Değeri (Bulanık Değer Matrisi)				
S11	0,6	0,86	0,96	1,0
S12	0,1	0,6	0,68	1,0
S13	0,1	0,58	0,68	1,0
S14	0	0,56	0,64	1,0
S15	0,6	0,82	0,92	1,0

Bu aşamanın son adımı olarak yamuk bulanık sayıların durulaştırılmasında (15) numaralı eşitlikte belirtildiği gibi "Ağırlık Merkezi" (Centroid) yöntemi kullanılmaktadır.

Bir yamuk bulanık sayının gösteriminin (a_1, a_2, a_3, a_4) olduğu göz önüne alındığında formül;

$$z^* = \frac{\int \mu_C(z).zdz}{\int \mu_C(z)dz} \Rightarrow z^* = \frac{\int_{a_1}^{a_2} \left(\frac{x-a_1}{a_2-a_1} \right).xdx + \int_{a_2}^{a_3} xdx + \int_{a_3}^{a_4} \left(\frac{a_4-x}{a_4-a_3} \right).xdx}{\int_{a_1}^{a_2} \left(\frac{x-a_1}{a_2-a_1} \right)dx + \int_{a_2}^{a_3} dx + \int_{a_3}^{a_4} \left(\frac{a_4-x}{a_4-a_3} \right)dx}$$

$$= \frac{-a_1a_2 + a_3a_4 + \frac{1}{3}(a_4-a_3)^2 - \frac{1}{3}(a_2-a_1)^2}{-a_1-a_2+a_3+a_4} \quad \text{şeklinde ifade edilir.}$$

Bulanık değer matrisinde her bir satır için (S_{ij}) yukarıdaki işlem yapılmaktadır. Örneğimizdeki matrisin birinci satırı (S_{11}) için yapıldığında;

$$= \frac{-0,6 \cdot 0,8 + 0,96 \cdot 1 + \frac{1}{3}(1 - 0,96)^2 - \frac{1}{3}(0,86 - 0,6)^2}{-0,6 - 0,8 + 0,96 + 1} = \underline{0,92} \text{ değeri elde edilir.}$$

Elde edilen net değerlerle oluşturulan durulaştırılmış matrise örnek olarak Tablo-21'deki gösterim verilebilir.

Tablo-21: Yamuk Bulanık Sayıların Durulaştırılması

S_{ij}	Bulanık Değer Matrisi				Net (Kesin) Değer
S_{11}	0,6	0,86	0,96	1,0	<u>0,92</u>

f. Kazanç Matrislerinin Oluşturulması (7. Aşama):

Bu aşamada her bir hedef için karşılıklı stratejilerin uygulanması durumunda hedefleri gerçekleştirme kapsamında stratejilerin performansları net değerlerle ifade edilerek kazanç matrisleri oluşturulmaktadır. Ayrıca Bulanık AHP yöntemiyle elde edilen hedef önem dereceleri (ağırlıkları) vasıtasıyla satır oyuncusunun uygulayabileceği genel stratejiler için ortak kazanç matrisi oluşturulmaktadır.

g. Optimal Stratejilerin Tespit Edilmesi (8. Aşama):

Kazanç matrislerinin oluşturulmasını müteakip Lindo programı vasıtasıyla her bir hedef için ayrı ayrı denge noktası ve optimal stratejiler bulunmakta ve daha sonra bütün hedefler için oluşturulan ortak kazanç matrisinin denge noktası ve optimal stratejileri bulunmaktadır.

h. Kararın Verilmesi (9. Aşama):

Lindo programından elde edilen çıktılarına göre satır ve sütun oyuncusunun strateji performanslarına bakarak, oyuncuların menfaatleri doğrultusunda hangi hedef için hangi stratejileri uygulayıp uygulamayacağına karar verilmektedir.

2. SAVUNMA SANAYİ TEDARİK ZİNCİRİNDE KARAR SÜRECİNE YÖNELİK ÖRNEK BİR UYGULAMA

Tez çalışması ile oluşturulan metodoloji tedarik zinciri yönetiminde aktif rol alan aktörlerin hedef ve optimal stratejilerinin tespitine yönelik bir yaklaşımdır. Karar sürecinin belirsiz olması nedeniyle çalışmada bulanık AHP ve bulanık sayılar kullanılmış ve rekabetin olduğu ortamlarda uygun bir analiz yöntemi olan oyun teorisinden de faydalanılarak melez bir metodoloji geliştirilmiştir.

Söz konusu metodoloji örnek bir durum yaratılarak savunma sanayi tedarik sürecinde uygulanmıştır. Aşağıda detaylı olarak açıklanan örnek durum, tedarikçinin ve bir ülkenin savunma sektörüne yönelik yapılacak bir tedarik için hedeflerinin ve stratejilerinin analizinin yapılması maksadıyla verilmiştir.

a. Savunma Sanayi Tedarik Zincirine Yönelik Örnek Bir Senaryo

A ülkesi, ordusunun ihtiyacı olan, dünyada çok az ülke ordusunda bulunan yüzer köprü aracı ihtiyacını karşılamak istemektedir. Ülkenin üç tarafının denizlerle çevrili olması ve özellikle batısında hâkim olan iklim koşulları ve ırmakların durumu göz önüne alındığında stratejik ve fiziki üstünlük sağlayacak, amfibik harekâta da olanak sağlayan bu tür bir askeri aracın envantere girmesi ülke savunması için olduğu kadar savunma sanayiinin gelişimi için de önem teşkil etmektedir.

A ülkesinde faaliyet gösteren yerli B firması, yeterli teknolojik altyapıya sahip, gerekli yatırımları yapmış, seri üretim yapabilen, kara araçlarında dışa bağımlılığı olmayan bir firma profili çizmektedir. Kuruluşundan günümüze kadar yapmış olduğu çalışmalar ile gerek paletli gerekse de tekerlekli karmaşık kara muharebe platformlarını tasarlayıp geliştirebilecek alt yapı ve kabiliyete ulaşmış olup farklı ihtiyaçlar çerçevesinde değişik ağırlık sınıflarında araçları geliştirip üretebilecek seviyeye gelmiştir. Bilgi birikimini, ileri teknolojisini ve sektörel deneyimini savunma sanayinde de kullanmakta, dünya ordularının araç ihtiyacını karşılamaktadır.

Ülkenin yan sanayiini geliştirmeye de önem vermiş ve birçok firmaya eğitim, sistem, aparat ve tezgah yatırımı yapmak suretiyle bu kuruluşların üretim ve hizmetlerinde NATO Askeri şartnamelerinde istenilen kalite seviyesine ulaşmasını sağlamıştır.

Araç ve teçhizatlar için ürün tasarımından başlayarak prototiplerinin imali, fonksiyon, dayanıklılık, ömür, ürün geliştirme, yasal yönetmelik ve özel veya taktik şartlara uygunluk amacıyla öngörölen her türlü test, araçların ulusal veya uluslararası mevzuata göre belgelendirilmesi ve seri imalatını da içeren tüm süreçleri kendi imkân ve kabiliyetleri ile gerçekleştirmektedir.

Firma, dünyanın değişen ve gelişen koşullarına uyumlu olarak en ileri teknolojiye sahip, kaliteli, dayanıklı, güvenilir, ekonomik, üstün performanslı ve doğal çevreye saygılı ürünler üretmektedir. Kendi bünyesinde yürüttüğü Ar-Ge alışmaları ile yeni tip ürünlerin tasarım, geliştirme ve süratle seri üretimini gerçekleştirme yeteneğine sahiptir.

Dünyanın birçok ülkesine ihracat yapmaktadır ve üretim lisansı verdiği ülkelerde de araçlarını lisans altında üretmektedir. Firma satış sonrası destek unsurları ile müşterilerine her koşulda en üst düzeyde lojistik destek verebilme yeteneğine sahiptir.

b. Karar Sürecine Yönelik Önerilen Metodolojinin Örnek Senaryo Üzerinde Uygulanması

Çalışmanın bu bölümünde savunma sektöründe faaliyet gösteren bir firma ile seyyar yüzücü hücum köprüsü ihtiyacını karşılamak isteyen bir ülkenin tedarik sürecinde nasıl hareket edecekleri ve ne gibi strateji izleyeceklerini ortaya koymak maksadıyla önerilen metodoloji örnek senaryo üzerinde uygulanmıştır.

Mevcut bilgiler ışığında, tedarikçi B firması ile A ülkesi karşılıklı oyuncu olarak belirlenerek, seyyar yüzücü hücum köprüsünün tedarik süreci, iki kişili sıfır toplamı olmayan bir oyun olarak modellenmiştir. Buna göre sürece tedarikçi firma açısından yaklaşıldığından satır oyuncusu olarak B firması ve sütun oyuncusu olarak A ülkesi belirlenmiştir.

(1) Karar Vericilerin Bir Araya Getirilmesi Ve Durumun Analizi

Bu aşamada örnek durum karar vericiler tarafından analiz edilmiş, literatür araştırması sonucu savunma sanayi tedarik sürecinde ülkelerin ve tedarikçilerin hedefleri ve stratejilerinin neler olabileceği karar verici gruba sunulmuştur.

Söz konusu hedef ve stratejiler aşağıda verilmektedir. Tedarikçi firmanın muhtemel hedefleri:

Hedef-1: Kar payını ve nakit akımını arttırmak

Hedef-2: Dünyanın önde gelen tedarikçilerinden biri olmak

Hedef-3: Dünya standartlarında üretim yaparak, diğer ülkelere satış yapabilmek

Hedef-4: Ulusal ve uluslararası pazarda kalıcı olmak

Firmanın hedeflerini gerçekleştirebilmek için uygulayacağı muhtemel stratejiler ise;

Strateji-1: Dünya’da eşsiz olan ya da birkaç ülkede bulunan silah, sistem ya da platformu üretiyor/pazarlıyor olmak

Strateji-2: Gerekli yatırım ve teknolojik altyapıyı oluşturarak, kullanıcı istek ve ihtiyaçları doğrultusundaki değişikliklere cevap vermek

Strateji-3: Üretimin yanısıra modernizasyon, yedek parça, yerinde bakım/onarım vb. satış sonrası hizmet (lojistik destek) sağlamak

Strateji-4: NATO vb. uluslararası alanda kabul görmüş standartlarda üretim yapmak

Strateji-5: Ürünlerde yerli ve milli kimlik özelliğini korumak

Strateji-6: Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıklarına katılarak ürün gamını geliştirmek

Strateji-7: Yeteneklerini tabana yayarak (yerli veya yan sanayiye karşılıklı mutabakat) esnek bir Savunma Sanayii Tedarik Zinciri oluşturmak

Strateji-8: Ürün geliştirirken dost ve komşu ülke (ya da öncelikli) ihtiyaçlarını da göz önüne almak

Savunma ihtiyacına yönelik tedarik sürecine dahil olan ülkenin muhtemel hedefleri;

Hedef-1: Ordusunun teçhizat ve donanım bakımından dünyada ilk 10 ülke içinde yer almasını sağlamak

Hedef-2: Savunma sanayiini sürdürülebilir ve rekabetçi bir seviyeye getirerek ilk 15 ülke arasına sokmak

Hedef-3: Uluslararası pazarda ortaklık projelerinde aranan ülke olmak

Hedef-4: İhtiyaçları karşılamada dışa bağımlılığı azaltmak

Ülkenin hedeflerini gerçekleştirebilmesi için muhtemel stratejileri ise;

Strateji-1: Ülkeye teknolojik üstünlük kazandıracak platform veya sistemlerin geliştirilmesine yönelik projelerin hayata geçirilmesini sağlamak

Strateji-2: Savunma sanayiinin, ürün tasarımı ve üretim ve lojistik desteğe kadar uzanan ömür devrinin tamamında etkin rol almasını sağlamak

Strateji-3: NATO ajansları vb. uluslararası alanda kabul gören kurum ya da kuruluşlarla Temel Sipariş Antlaşması imzalayan firma sayısının artmasını teşvik etmek

Strateji-4: Yerli imkanlarla üretilen ve geliştirilen ürünlerin depo seviyesi bakımı dahil lojistik desteğinin üretici firma tarafından sağlanmasını esas almak

Strateji-5: Firmaların uluslararası ya da çok uluslu tedarik zincirlerine dahil olmasını teşvik etmek

Strateji-6: Savunma ve güvenlik ihtiyaçlarının yönetilmesinde yerli sanayiinin katkısını arttırmak

Strateji-7: Savunma ve havacılık ihracatının artırılmasını teşvik etmek ve desteklemek

Strateji-8: Öncelikli ülkeler ile Savunma Sanayii antlaşmaları imzalayarak uluslararası konsorsiyum ve iş ortaklıkları için zemin hazırlamak olarak tespit edilmiş ve görüşlerine başvurulmak üzere karar verici gruba sunulmuştur.

(2) Hedef ve Stratejilerin Belirlenmesi

Karar vericiler tarafından yukarıda bahsedilen hususlar doğrultusunda örnek senaryoda yer alan tedarikçi "B" firması ile savunma ihtiyacını karşılamak isteyen "A" ülkesinin hedef ve stratejileri belirlenmiştir.

Karar vericilerin ortak kararı neticesinde örnek olaya B firması açısından bakıldığından A ülkesinin hedeflerinin çalışma kapsamında olmadığı değerlendirilmiştir. Buna göre B firmasının hedefleri (BH_i):

BH₁: Karlılığı arttırmak. Her işletmede olduğu gibi öncelikli hedef kar etmek ve bu karın maksimize edilmesidir.

BH₂: Dünyanın önde gelen tedarikçilerinden biri olmak. Zamanında teslimat, kaliteli ürün, dünya çapında rekabet edebilen fiyatta ürün ve projeler ile farklılık yaratılarak aranan firma olmaktır.

BH₃: Uluslararası pazarda kalıcı olmak. Bazı durumlarda (piyasaya ilk girişte, pazar payının düşük olması vb.) maliyet ikinci plana atılarak piyasaya girebilmek ve sürdürülebilirlik hedeflenmektedir.

B firmasının bu hedefleri gerçekleştirmek için uygulayabileceği stratejiler (BS_i) ise;

BS₁: Tek başına üretim yapmak. Kapasite, donanım, işgücü ve finans kaynağı ile gerekli yetkinliğe sahip olunması ve tek başına üretilmesidir.

BS₂: Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak. Lisans altında üretim, patent alarak üretim vb. ortaklıklar vasıtasıyla yeteneğinin yetmediği durumlarda veya uluslararası tedarikçi firmalarla rekabet etmek amacıyla yabancı ortaklıklar ile üretim yapılmasıdır.

BS₃: Yerli yan sanayii kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak. Parça üreticisi, yazılım, donanım vb. yerli yan sanayii firmalarının tedarik zinciri ağı şeklinde bir araya getirilerek, esnek bir yapıya sahip olunmasıdır.

BS₄: Sadece teknik hizmet desteği vermek. Örnek olay için firmanın Seyyar yüzücü hücum köprüsü üretmeyip, aracın kontrol sistemlerinin

yazılımını üreten piyasadaki tek firma olması, ya da dışlı üreten bir firma olarak bu parça ve donanımın bakım onarımını ana yüklenici firmadan ayrı olarak yapıyor olabilmektedir.

BS₅: Başka bir araç veya teçhizat üretimi yapabilmek. Aynı üretim bandında farklı donanım kullanarak farklı bir araç veya silah üretilmesi istenildiğinde cevap verebilmektir.

B firmasının stratejilerine karşılık, A ülkesinin uygulayacağı değerlendirilen karşıt stratejiler (AS_j) ise;

AS₁: Yerli ürün (tasarım ve üretim) tedarik etmek. Ürünün tasarım aşamasından son kullanıcıya teslimine kadar tamamen yerli firmaların dahil olduğu sistemden tedarik edilmesidir.

AS₂: Maliyet olarak emsallerine nazaran daha düşük olanı tedarik etmek. Firmanın yerli ya da yabancı menşeli olduğuna bakmaksızın en düşük fiyatı veren firmadan tedarik edilmesidir.

AS₃: Prototip üretilmesini istemek ve tedarik kararını buna göre vermek. Kimi durumlarda sadece prototip üretilmesi pahalı gelebilir, ancak sistemin devamlılığı ve ülkenin bekası düşünüldüğünde gelişen değişik durumlarda amaca hizmet etmeyen veya idamesi zor olan araç/sistem ya da platformlar için prototiplerin yerinde denenerek tedarik edilmesi daha uygundur.

AS₄: Ürünün ömür devri boyunca teknik hizmet desteği veren firmadan tedarik etmek. Küreselleşme neticesinde özellikle elektronik ve haberleşme sektöründe ürün ömür devrinin ksalmasına rağmen aynı şey askeri araç, silah ve teçhizat için söylemek güçtür. Yapılan alım sözleşmelerinde belirtilmesine rağmen tedarikçi firmalar teknik desteğin ya kısa süreli olmasından ya da ayrı bir ücrete tabi olmasından yanadır. Tedarikçi firmanın ömür devri boyunca ürününe teknik destek vereceğini kabul etmesi hem ürününe güvendiği anlamına gelir hem de diğer firmalara nazaran bir adım önde olduğunun göstergesidir.

AS₅: Diğer ülkelere üstün kılacak (ürünü üreten) firmadan tedarik etmek. Örnek olay için A ülkesinin askeri, coğrafi, jeopolitik ve jeostratejik özellikleri

göz önüne alındığında onu diğer ülkelere üstün ya da eşsiz kılacak ürünü üretmek doğal olarak tedarikçi firmayı ön plana çıkartır. Ancak unutulmaması gereken bu tür araç, silah ya da sistemlerin tedariki hassas konular olduğundan, hiçbir ülke kendisine satılan ürünün, üstün veya gizli özelliklerinin, askeri ya da politik alanlarda rakip olduğu başka bir ülkeye de satılmasını istemeyecektir. Dolayısıyla ülke olarak, kendisini iyi tahlil etmiş, gizlilik anlaşmasına uyacağını belirten ve diğer ülkelerden üstün kılacak ürünü üreten tedarikçi firmalardan alım yapılacaktır.

(3) Hedeflerin Değerlendirilmesinde Kullanılacak Olan Ölçeğin Karar Vericiler Tarafından Belirlenmesi

Karar verici gruptan örnek olayın yapısına uygun olarak değerlendirmeleri istenmiş, yapılan değerlendirme sonucunda dilsel değişkenler ve dilsel değişkenlerin karşılığı olan üçgen bulanık sayılarla oluşturulan skala Tablo-22'de verilmiştir.

Tablo-22: Hedeflerin İkili Karşılaştırmasında Kullanılan Dilsel Değişkenler ve Üçgen Bulanık Sayı Değerleri

Dilsel İfade	Üçgen Bulanık Sayı	Karşıt Üçgen Bulanık Sayı
Eşit	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Biraz Önemli	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
Daha Önemli	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok Daha Önemli	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
Tamamen Önemli	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)

(4) Hedeflerin Önceliklerinin (Ağırlıklarının) Bulanık AHP Yöntemi ile Tespit Edilmesi

Karar vericilerin değerlendirme yapmaları için hazırlanan anket EK-A'da, yukarıdaki skalaya göre yaptıkları değerlendirmeler ve Bulanık AHP yöntemi ile yapılan hesaplamalar sırasıyla aşağıda sunulmuştur.

Öncelikle karar vericilerin her biri tarafından hedeflerin ikili karşılaştırma işlemi EK-A'da bulunan ankete göre dilsel ifadelerle yapılmıştır. Örnek olarak birinci karar vericinin yapmış olduğu ikili karşılaştırmalara ait matris Tablo-23'te verilmiştir.

Tablo-23: Birinci Karar Vericinin İkili Karşılaştırma Matrisi

	Hedef - 1	Hedef - 2	Hedef - 3
Hedef - 1	X	BÖ	---
Hedef - 2	---	X	---
Hedef - 3	ÇÖ	TÖ	X

Burada dikkat edilmesi gereken nokta ikili karşılaştırma yapılırken, iki hedefin birbirlerine göre önem derecesi bir hücreye yazıldığında aynı hedeflerin karşıt değerlendirmelerinin yapılmasına gerek olmadığıdır, zira karşıt bulanık değerleri kullanmak yeterli olacaktır. Örneğin 3 hedefin karşılıklı olarak değerlendirildiği uygulamamızda 3x3'lük yukarıdaki gibi bir matris elde edilmektedir. 1'inci hedefin 2'nci hedefe göre önemi, (1x2) birinci satır ikinci sütuna yazılırken (BÖ), 2'nci hedefin 1'inci hedefe göre önemini değerlendirmeye gerek yoktur çünkü (2x1)'e (1x2)'nin karşıt değerinin otomatik olarak atanması gerekmektedir.

Karar vericilerin tamamının yaptığı ikili karşılaştırmalar Tablo-24'te verilmiştir.

Tablo-24: B Firmasının Hedeflerin İkili Karşılaştırma Matrisi (Dilsel İfadeler)

Hedef İkili	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9	KV10	KV11	KV12	KV13	KV14	KV15
Hedef 1-2	BÖ	DÖ	DÖ	ÇÖ	--	DÖ	DÖ	--	TÖ	ÇÖ	DÖ	ÇÖ	DÖ	--	ÇÖ
Hedef 1-3	--	ÇÖ	TÖ	ÇÖ	--	--	DÖ	--	ÇÖ	TÖ	ÇÖ	ÇÖ	--	--	ÇÖ
Hedef 2-1	--	--	--	--	BÖ	--	--	ÇÖ	--	--	--	--	--	ÇÖ	--
Hedef 2-3	--	DÖ	DÖ	TÖ	BÖ	--	--	BÖ	BÖ	BÖ	BÖ	TÖ	--	BÖ	BÖ
Hedef 3-1	ÇÖ	--	--	--	ÇÖ	ÇÖ	--	DÖ	--	--	--	--	ÇÖ	DÖ	--
Hedef 3-2	TÖ	--	--	--	--	DÖ	DÖ	--	--	--	--	--	DÖ	--	--

Karar vericilerin yapmış olduğu değerlendirmeler incelendiğinde, birinci hedefin on iki karar verici tarafından ikinci hedefe göre, dokuz karar verici tarafından da üçüncü hedefe göre önemli görüldüğü, ikinci hedefin ise on bir karar verici tarafından üçüncü hedefe göre önemli görüldüğü dikkat çekmektedir.

Hedeflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değişkenlerin üçgen bulanık sayılarla gösterimi Tablo-25'te verilmiştir.

Tablo-25: B Firmasının Hedeflerin İkili Karşılaştırma Matrisi (Bulanık Sayılar)

	KV1			KV2			KV3			KV4			KV5		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
Hedef 1-2	1	1,5	2	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	2	2,5	3	0,5	0,67	1
Hedef 1-3	0,33	0,4	0,5	2	2,5	3	2,5	3	3,5	2	2,5	3	0,33	0,4	0,5
Hedef 2-1	0,50	0,67	1	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67	0,33	0,4	0,5	1	1,5	2
Hedef 2-3	0,29	0,33	0,4	1,5	2	2,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	1	1,5	2
Hedef 3-1	2	2,5	3	0,33	0,4	0,5	0,29	0,33	0,4	0,33	0,4	0,5	2	2,5	3
Hedef 3-2	2,5	3	3,5	0,4	0,5	0,67	0,5	0,67	1	0,29	0,33	0,4	0,5	0,67	1
	KV6			KV7			KV8			KV9			KV10		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
Hedef 1-2	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	0,33	0,4	0,5	2,5	3	3,5	2	2,5	3
Hedef 1-3	0,33	0,4	0,5	1,5	2	2,5	0,4	0,5	0,67	2	2,5	3	2,5	3	3,5
Hedef 2-1	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67	2	2,5	3	0,29	0,33	0,4	0,33	0,4	0,5
Hedef 2-3	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2
Hedef 3-1	2	2,5	3	0,4	0,5	0,67	1,5	2	2,5	0,33	0,4	0,5	0,29	0,33	0,4
Hedef 3-2	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	0,5	0,67	1	0,5	0,67	1	0,5	0,67	1
	KV11			KV12			KV13			KV14			KV15		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
Hedef 1-2	1,5	2	2,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	0,33	0,4	0,5	2	2,5	3
Hedef 1-3	2	2,5	3	2	2,5	3	0,33	0,4	0,5	0,4	0,5	0,67	2,5	3	3,5
Hedef 2-1	0,4	0,5	0,67	0,33	0,4	0,5	0,4	0,5	0,67	2	2,5	3	0,33	0,4	0,5
Hedef 2-3	1,5	2	2,5	2,5	3	3,5	0,4	0,5	0,67	1	1,5	2	1	1,5	2
Hedef 3-1	0,33	0,4	0,5	0,33	0,4	0,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	0,29	0,33	0,4
Hedef 3-2	0,4	0,5	0,67	0,29	0,33	0,4	1,5	2	2,5	0,5	0,67	1	0,5	0,67	1

Hedeflerin önem derecelerini (ağırlıklarını) belirleyebilmek için karar vericilerin bireysel değerlendirmelerinin geometrik ortalaması alınmıştır.

15 karar verici birinci hedefi ikinci hedefle kıyasladığında yapmış oldukları değerlendirmelerin sırasıyla en alt değer (l), en muhtemel değer (m) ve en yüksek değer (u) için geometrik ortalamaları alınır. Birinci hedefin ikinci hedefle kıyaslandığı bulanık ağırlık değerini en alt değeri

$$(l) = \sqrt[15]{1x1,5x1,5x2x0,5x1,5x1,5x0,33x2,5x2x1,5x2x1,5x0,33x2} = \underline{1,24}$$

En muhtemel değeri

$$(m) = \sqrt[15]{1,5x2x2x2,5x0,67x2x2x0,4x3x2,5x2x2,5x2x0,4x2,5} = \underline{1,60}$$

En yüksek değeri

$$(u) = \sqrt[15]{2x2,5x2,5x3x1x2,5x2,5x0,5x3,5x3x2,5x3x2,5x0,5x3} = \underline{2,01}$$

olarak hesaplanır. Birinci hedefin ikinci hedefle ikili karşılaştırması yapılırken kullanılan değerlerin geometrik ortalamasının alınmış şekli Tablo-26'da verilmiştir.

Geometrik ortalamaların hesaplama işlemi 'Microsoft Excel' programında yapılarak Tablo-26'da verilen ikili karşılaştırma tablosu elde edilmiştir.

Tablo-26: B Firmasının Hedeflerinin İkili Karşılaştırmalarının Geometrik Ortalaması

	Hedef 1			Hedef 2			Hedef 3		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Hedef 1	1	1	1	<u>1,24</u>	<u>1,60</u>	<u>2,01</u>	1,02	1,35	1,66
Hedef 2	0,50	0,62	0,81	1	1	1	0,91	1,24	1,60
Hedef 3	0,64	0,79	0,97	0,63	0,81	1,10	1	1	1

Chang'ın mertbe analizi yöntemi gereği, her bir hedefin sentetik

mertbe değeri $S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$ (22) eşitliğinden Tablo-27'deki gibi bulunmuştur.

Tablo-27: B Firmasının Hedeflerinin Sentetik Mertebe Değerlerinin Hesaplanması

	$\sum_{j=1}^m M^j_{g_i}$				$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1}$				Sentetik Mertebe Değerleri		
	f	m	u	$\times$	$1/u$	$1/m$	$1/f$	=	f	m	u
S1	3,26	3,95	4,66		0,09	0,11	0,13	=	0,29	0,42	0,59
S2	2,41	2,86	3,41		0,09	0,11	0,13	=	0,22	0,30	0,43
S3	2,27	2,60	3,07		0,09	0,11	0,13	=	0,20	0,28	0,39

Sentetik mertebe değerlerinin karşılaştırılması (27) numaralı denklemde gösterildiği gibi iki bulanık sayının birbirinden büyük olabilirlik dereceleri hesaplanarak yapılmıştır. Tablo-28'e göre S_1 'in (0.29, 0.42, 0.59) S_2 'den (0.22, 0.30, 0.43) büyük olabilirlik derecesi $V(S_1 \geq S_2)$, $m_1 > m_2$ (0.42>0.30) olduğundan '1'dir. Diğer taraftan S_2 'nin S_1 'den büyük olabilirlik derecesi $V(S_2 \geq S_1)$ ise $m_2 > m_1$ ve $l_1 > u_2$ olmadığından, $(l_1 - u_2) / ((m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)) = (0,29 - 0,43) / ((0,30 - 0,43) - (0,42 - 0,29)) = 0,54$ olarak bulunmuştur. Diğer olabilirlik dereceleri Tablo-28'de verilmiştir.

Tablo-28: Elde Edilen Sentetik Değerlerin Büyük Olabilirlik Dereceleri

$V(S_i \geq S_j)$	S1	S2	S3
S1		1	1
S2	0,54		1
S3	0,39	0,86	

Ayrıca, bir konveks sentetik mertebe değerinin (S_i), k ($=3$) tane konveks sentetik mertebe değerinden (S_k) büyük olmasının olabilirlik derecesi $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ Tablo-29'da verilmiştir. Örneğin üçüncü hedef için belirlenen sentetik mertebe değerinin ($S_3 = 0.20, 0.28, 0.39$) diğer sentetik değerlerden büyük olma olabilirlik derecesi, $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) = \min(0.39, 0.86) = 0.39$ bulunmuştur.

Tablo-29: Sentetik Değerlerin Karşılaştırılması

$V(S_i \geq S_k)$	S_1	S_2	S_3	$\min V(S_i \geq S_k)$
S_1		1	1	1,00
S_2	0,54		1	0,54
S_3	0,39	0,86		0,39

Bu değerlere göre hedefler için ağırlık vektörü $W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T = (1.00, 0.54, 0.39)^T$ olarak bulunmuştur.

Normalize edilmiş ağırlık vektörü ise, $W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T = (0.52, 0.28, 0.20)^T$ olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak literatürde en çok kullanılan Bulanık AHP yöntemi olan Chang'ın Mertebe Analizi yöntemine göre hedeflerin önem dereceleri belirlenmiş ve buna göre 1'inci hedefin normalize edilmiş ağırlığı 0,52 ($S_1 = 0,52$), 2' nci hedefin normalize edilmiş ağırlığı 0,28 ($S_2 = 0,28$), 3'üncü hedefin normalize edilmiş ağırlığı ise 0,20 ($S_3 = 0,20$) olarak bulunmuştur.

(5) Stratejilerin Hedefler Açısından Değerlendirilmesinde Kullanılacak Ölçeğin Karar Vericiler Tarafından Belirlenmesi

Karar vericilerin görüşüne danışılarak, önerilen metodolojinin beşinci aşamasında da açıklandığı gibi karşılıklı stratejilerin değerlendirilmesinde Tablo-30'da verilen dilsel ifade ve skala belirlenmiştir.

Tablo-30: Karşılıklı Stratejilerin Değerlendirilmesinde Kullanılacak Skala

Dilsel İfade	Yamuk Bulanık Sayı
Çok düşük	(0, 0, 0.1, 0.1)
Düşük	(0.1, 0.2, 0.3, 0.4)
Orta	(0.4, 0.5, 0.5, 0.6)
Yüksek	(0.6, 0.7, 0.8, 0.9)
Çok Yüksek	(0.9, 0.9, 1, 1)

(6) Karşılıklı Stratejilerin Hedefler Açısından Değerlendirilmesi:

Karar vericilerden senaryoyu B firması açısından değerlendirmeleri istenmiş ve firmanın hedeflerinin gerçekleşmesine yönelik stratejilerin karşılıklı olarak değerlendirilmesi yukarıdaki skalaya göre yapılmıştır. Birinci hedef için yapılan değerlendirmeler örnek olayın anlaşılabilmesi için aşağıda, ikinci ve üçüncü hedef için yapılan değerlendirmeler ise EK-B'de sunulmuştur.

Bu değerlendirmeleri birinci hedef için sırasıyla örnek uygulama üzerinden açıklayacak olursak;

Karar vericilerin birinci hedefin gerçekleşmesi için B firması ve A ülkesinin karşılıklı stratejilerini değerlendirmeleri Tablo-31'de verilmiştir.

Tablo-31: Birinci Hedef için Stratejilerin Değerlendirilmesi

Sij/KV	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9	KV10	KV11	KV12	KV13	KV14	KV15
S11	Y	O	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY	Y	Y	O	ÇY	ÇY	ÇY
S12	D	O	Y	Y	Y	Y	ÇY	ÇY	O	ÇD	Y	O	ÇY	Y	O
S13	D	Y	ÇY	ÇY	Y	Y	ÇY	O	D	ÇY	Y	O	ÇY	ÇY	D
S14	O	ÇY	Y	Y	ÇY	Y	Y	ÇY	ÇD	ÇY	O	D	Y	Y	ÇD
S15	Y	ÇY	Y	ÇY	ÇY	Y	ÇY	ÇY	ÇY	ÇD	Y	ÇY	ÇY	Y	ÇY
S21	D	Y	Y	O	O	D	D	ÇD	ÇD	O	ÇY	Y	D	Y	ÇD
S22	Y	Y	Y	Y	O	ÇY	Y	D	ÇY	Y	O	Y	Y	Y	ÇY
S23	Y	ÇY	Y	Y	O	O	ÇY	ÇY	ÇY	Y	O	Y	ÇY	Y	ÇY
S24	Y	Y	O	O	O	O	Y	O	ÇD	D	D	O	Y	O	ÇD
S25	D	Y	Y	Y	O	Y	ÇD	O	ÇY	ÇY	O	D	ÇD	Y	ÇY
S31	Y	ÇY	ÇY	ÇY	O	Y	Y	O	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY	Y	ÇY	ÇY
S32	O	Y	Y	Y	Y	Y	Y	D	ÇY	ÇY	ÇY	Y	Y	Y	ÇY
S33	Y	Y	Y	Y	O	O	ÇY	O	ÇY	Y	D	O	ÇY	Y	ÇY
S34	Y	Y	ÇY	ÇY	Y	Y	Y	O	ÇY	Y	O	D	Y	ÇY	ÇY
S35	Y	ÇY	ÇY	ÇY	Y	ÇY	O	O	ÇY	Y	ÇY	Y	O	ÇY	ÇY
S41	O	O	ÇY	ÇY	Y	Y	O	ÇY	ÇD	ÇD	O	D	O	ÇY	ÇD
S42	O	Y	Y	Y	O	D	D	Y	ÇD	Y	D	O	D	Y	ÇD
S43	O	Y	Y	Y	O	ÇD	ÇY	Y	ÇD	O	O	D	ÇY	Y	ÇD
S44	Y	ÇY	Y	Y	ÇY	ÇY	Y	ÇY	ÇY	ÇY	Y	ÇY	Y	Y	ÇY
S45	O	ÇY	Y	ÇY	Y	ÇD	Y	ÇY	ÇY	Y	D	D	Y	Y	ÇY
S51	Y	O	Y	O	Y	O	O	Y	ÇD	D	D	O	O	Y	ÇD
S52	Y	ÇY	O	O	Y	O	O	Y	ÇY	O	ÇD	D	O	O	ÇY
S53	Y	Y	Y	Y	Y	ÇY	ÇY	Y	ÇD	Y	Y	ÇY	ÇY	Y	ÇD
S54	Y	ÇY	Y	O	Y	ÇY	ÇY	ÇY	ÇD	Y	D	ÇD	ÇY	Y	ÇD
S55	Y	ÇY	Y	ÇY	ÇY	O	Y	ÇY	ÇY	Y	D	O	Y	Y	ÇY

Karar vericilerin dilsel değişkenlerle yaptığı değerlendirmelerin yamuk bulanık sayılarla ifade edilmiş şekli Tablo-32'de sunulmuştur.

Tablo-32: Birinci Hedefe Ait Strateji Değerlendirmelerinin YBS'lerle İfadesi

Sij/KV _k	KV1				KV2				KV3				KV4				KV5			
S11	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S12	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9
S13	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S14	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S15	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S21	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6
S22	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S23	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S24	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6
S25	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S31	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6
S32	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9
S33	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S34	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S35	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S41	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S42	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S43	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S44	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S45	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S51	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9
S52	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9
S53	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9
S54	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9
S55	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
Sij/KV _k	KV6				KV7				KV8				KV9				KV10			
S11	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S12	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0	0	0,1	0,1
S13	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1
S14	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0	0	0,1	0,1	0,9	0,9	1	1
S15	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0	0	0,1	0,1
S21	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0,4	0,5	0,5	0,6
S22	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S23	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S24	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4
S25	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S31	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S32	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S33	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S34	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S35	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S41	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1
S42	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1	0,6	0,7	0,8	0,9
S43	0	0	0,1	0,1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1	0,4	0,5	0,5	0,6
S44	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S45	0	0	0,1	0,1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S51	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4
S52	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6
S53	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1	0,6	0,7	0,8	0,9
S54	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0	0	0,1	0,1	0,6	0,7	0,8	0,9
S55	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9

Tablo-32'nin Devamı

Sij/KV	KV11				KV12				KV13				KV14				KV15			
S11	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S12	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S13	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,1	0,2	0,3	0,4
S14	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1
S15	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S21	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1
S22	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S23	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S24	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0	0	0,1	0,1
S25	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0	0	0,1	0,1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S31	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S32	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S33	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S34	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S35	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S41	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0	0	0,1	0,1
S42	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1
S43	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1
S44	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S45	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S51	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1
S52	0	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1
S53	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1
S54	0,1	0,2	0,3	0,4	0	0	0,1	0,1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1
S55	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1

Elde edilen matrisi net (kesin) değerlerle ifade edebilmek için yamuk bulanık sayılar durulaştırılmış ve bu işlem (15) numaralı eşitlikte belirtildiği gibi 'ağırlık Merkezi' (Centroid) yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Örnek uygulamada birinci hedef için karar vericilerin yapmış olduğu değerlendirmeler ele alındığında, K tane (15) karar vericinin hedeflere göre stratejileri değerlendirmesiyle elde edilen bulanık değerlerin gösterimi

□
 $x = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ şeklindedir. Burada

$$a_{ij} = \min_k \{a_{ijk}\},$$

$$b_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K b_{ijk},$$

$$c_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K c_{ijk} \text{ ve}$$

$$d_{ij} = \max_k \{d_{ijk}\} \text{ olarak ifade edilir.}$$

Dolayısıyla birinci hedef için her iki oyuncu da (B firması ve A ülkesi) birinci stratejisini uyguladığında;

$$a_{11} = \min \{0.6, 0.4, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6, 0.4, 0.9, 0.9, 0.9\} = \underline{0.4}$$

$$b_{11} = \frac{1}{15} (0.7 + 0.5 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.7 + 0.7 + 0.5 + 0.9 + 0.9 + 0.9) = \underline{0.8}$$

$$c_{11} = \frac{1}{15} (0.8 + 0.5 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0.8 + 0.8 + 0.5 + 1 + 1 + 1) = \underline{0.9}$$

$$d_{11} = \max \{0.9, 0.6, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0.9, 0.9, 0.6, 1, 1, 1\} = \underline{1} \text{ olarak belirlenir.}$$

Bir yamuk bulanık sayının gösteriminin (a_1, a_2, a_3, a_4) olduğu göz önüne alındığında (15) numaralı eşitlik aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\begin{aligned} z^* &= \frac{\int \mu_C(z).zdz}{\int \mu_C(z)dz} \\ &= \frac{\int_{a_1}^{a_2} \left(\frac{x-a_1}{a_2-a_1} \right).xdx + \int_{a_2}^{a_3} xdx + \int_{a_3}^{a_4} \left(\frac{a_4-x}{a_4-a_3} \right).xdx}{\int_{a_1}^{a_2} \left(\frac{x-a_1}{a_2-a_1} \right)dx + \int_{a_2}^{a_3} dx + \int_{a_3}^{a_4} \left(\frac{a_4-x}{a_4-a_3} \right)dx} \\ &= \frac{-a_1a_2 + a_3a_4 + \frac{1}{3}(a_4-a_3)^2 - \frac{1}{3}(a_2-a_1)^2}{-a_1-a_2+a_3+a_4} \end{aligned}$$

Durulaştırılmış net (kesin) değer ise (15) numaralı eşitliğe elde edilen değerlerin konmasıyla aşağıdaki gibi bulunur.

$$z^* = \frac{-(0.4).(0.8) + (0.9).(1) + \frac{1}{3}(1-0.9)^2 - \frac{1}{3}(0.8-0.4)^2}{-(0.4)-(0.8)+0.9+1} = \underline{0.76}$$

Hedeflerin her biri için durulaştırılmış değer matrisleri Tablo-33'te verilmiştir.

Tablo-33: B Firmasının Tüm Hedeflerine Yönelik Stratejilerin Performansını Gösteren Durulaştırılmış Matris

	Birinci Hedef için					İkinci Hedef için					Üçüncü Hedef için				
	Bulanık Ağırlık Matrisi				Net Değer	Bulanık Ağırlık Matrisi				Net Değer	Bulanık Ağırlık Matrisi				Net Değer
S11	0	1	1	1	0,76	0	0,7	0,8	1	0,59	0	0,6	0,7	1	0,56
S12	0	1	1	1	0,55	0,4	0,7	0,8	1	0,71	0,1	0,6	0,7	1	0,59
S13	0	1	1	1	0,6	0,4	0,7	0,8	1	0,71	0,1	0,7	0,7	1	0,6
S14	0	1	1	1	0,55	0,1	0,6	0,7	1	0,58	0,4	0,6	0,7	1	0,69
S15	0	1	1	1	0,62	0,4	0,8	0,9	1	0,75	0,4	0,8	0,8	1	0,73
S21	0	0	1	1	0,48	0	0,6	0,7	1	0,57	0	0,5	0,5	1	0,5
S22	0	1	1	1	0,61	0	0,6	0,7	1	0,54	0,4	0,8	0,8	1	0,73
S23	0	1	1	1	0,73	0,1	0,7	0,8	1	0,64	0,1	0,7	0,8	1	0,63
S24	0	0	1	1	0,46	0,1	0,6	0,7	1	0,59	0,1	0,6	0,7	1	0,58
S25	0	1	1	1	0,53	0,1	0,5	0,6	1	0,54	0	0,5	0,5	1	0,49
S31	0	1	1	1	0,75	0,1	0,7	0,7	1	0,61	0,1	0,7	0,8	1	0,63
S32	0	1	1	1	0,62	0,4	0,7	0,7	1	0,7	0,4	0,7	0,8	1	0,71
S33	0	1	1	1	0,6	0,4	0,7	0,7	1	0,7	0,4	0,7	0,8	1	0,72
S34	0	1	1	1	0,62	0,1	0,5	0,6	0,9	0,53	0,1	0,7	0,8	1	0,61
S35	0	1	1	1	0,74	0,1	0,7	0,8	1	0,61	0,1	0,6	0,7	1	0,58
S41	0	1	1	1	0,52	0	0,6	0,6	0,9	0,5	0	0,6	0,7	0,9	0,51
S42	0	0	1	1	0,46	0,1	0,6	0,7	1	0,58	0	0,6	0,7	1	0,54
S43	0	1	1	1	0,51	0	0,6	0,7	1	0,55	0,1	0,5	0,6	1	0,54
S44	1	1	1	1	0,82	0,4	0,8	0,9	1	0,77	0,4	0,8	0,9	1	0,77
S45	0	1	1	1	0,57	0,1	0,6	0,6	1	0,57	0,1	0,6	0,7	1	0,59
S51	0	1	1	1	0,46	0	0,6	0,7	1	0,55	0	0,6	0,7	1	0,55
S52	0	1	1	1	0,53	0	0,6	0,7	1	0,55	0,1	0,6	0,7	1	0,58
S53	0	1	1	1	0,58	0	0,7	0,8	1	0,59	0,4	0,8	0,9	1	0,75
S54	0	1	1	1	0,55	0,1	0,6	0,6	1	0,56	0,4	0,8	0,9	1	0,75
S55	0	1	1	1	0,63	0	0,7	0,8	1	0,58	0	0,6	0,8	1	0,59

(7) Kazanç Matrislerinin Oluşturulması

Hedeflerin her biri için elde edilen net (kesin) değerler kullanılarak kazanç matrisleri oluşturulmuştur. Oluşturulan kazanç matrisleri sırasıyla Tablo-34, Tablo-35 ve Tablo-36'da verilmiştir.

Tablo-34: Birinci Hedef için Net (Kesin) Değerlerle Oluşturulan Kazanç Matrisi

		A Ülkesi					Min
		AS1	AS2	AS3	AS4	AS5	
B Firması	BS1	0,7563	0,5510	0,6032	0,5516	0,6176	0,5510
	BS2	0,4785	0,6129	0,7298	0,4582	0,5286	0,4582
	BS3	0,7513	0,6241	0,6050	0,6225	0,7397	0,6050
	BS4	0,5165	0,4584	0,5131	0,8227	0,5675	0,4584
	BS5	0,4642	0,5327	0,5764	0,5458	0,6274	0,4642
	Maks	0,7563	0,6241	0,7298	0,8227	0,7397	

Tablo-35: İkinci Hedef için Net (Kesin) Değerlerle Oluşturulan Kazanç Matrisi

		A Ülkesi					Min
		AS1	AS2	AS3	AS4	AS5	
B Firması	BS1	0,5867	0,7122	0,7086	0,5814	0,7463	0,5814
	BS2	0,5691	0,5434	0,6356	0,5873	0,5428	0,5428
	BS3	0,6065	0,6964	0,7037	0,5305	0,6097	0,5305
	BS4	0,4987	0,5844	0,5453	0,7731	0,5710	0,4987
	BS5	0,5496	0,5505	0,5861	0,5627	0,5796	0,5496
	Maks	0,6065	0,7122	0,7086	0,7731	0,7463	

Tablo-36: Üçüncü Hedef için Net (Kesin) Değerlerle Oluşturulan Kazanç Matrisi

		A Ülkesi					Min
		AS1	AS2	AS3	AS4	AS5	
B Firması	BS1	0,5618	0,5887	0,6050	0,6867	0,7348	0,5618
	BS2	0,5000	0,7348	0,6290	0,5835	0,4941	0,4941
	BS3	0,6290	0,7136	0,7185	0,6145	0,5797	0,5797
	BS4	0,5113	0,5415	0,5429	0,7681	0,5882	0,5113
	BS5	0,5463	0,5760	0,7476	0,7525	0,5868	0,5463
	Maks	0,6290	0,7348	0,7476	0,7681	0,7348	

Son olarak B firmasının bütün hedeflerini kapsayan ortak kazanç matrisi aşağıdaki gibi oluşturulmuştur (Tablo-37):

- 1'inci adımda "Bulanık AHP yöntemi" ile B firmasının hedef ağırlıkları (öncelikleri) her bir hedef için sırasıyla (0.52, 0.28, 0.20) olarak bulunmuştur.

- 2'nci adımda her iki oyuncunun birinci stratejilerinin hedefler açısından performansları sırasıyla (0.7563, 0.5867, 0.5618) olarak tespit edilmiştir.
- 3'üncü adımda bütün hedefleri kapsayacak ortak hedef kazanç matrisi, B firmasının hedeflerinin bulanık AHP vasıtasıyla elde edilen ağırlıklarıyla, oyuncuların her üç hedef açısından stratejilerinin performanslarının çarpımıyla bulunmuştur. Başka bir deyişle her iki oyuncu da birinci stratejisini uyguladığında;

$$(0.52, 0.28, 0.20) \times (0.7563, 0.5867, 0.5618) = 0.6699$$
değeri bulunmuştur.

Benzer işlem diğer stratejiler için de yapılarak Tablo-37'deki matris elde edilmiştir.

Tablo-37: Ortak Hedef için Net (Kesin)Değerlerle Oluşturulan Kazanç Matrisi

		A Ülkesi					Min
		AS1	AS2	AS3	AS4	AS5	
B Firması	BS1	0,6699	0,6037	0,6331	0,5870	0,6771	0,5870
	BS2	0,5082	0,6178	0,6833	0,5194	0,5257	0,5082
	BS3	0,6863	0,6622	0,6553	0,5952	0,6713	0,5952
	BS4	0,5105	0,5103	0,5281	0,7979	0,5726	0,5103
	BS5	0,5045	0,5463	0,6133	0,5919	0,6059	0,5045
Maks		0,6863	0,6622	0,6833	0,7979	0,6771	

Her bir strateji için aynı işlem yapıldıktan sonra oluşturulan kazanç matrisine bakıldığında denge noktasının olmadığı görülmektedir. Oyuncuların hangi karma stratejileri uygulayacağı ve stratejilerini uygulama olasılıkları Lindo programı vasıtasıyla hesaplanmıştır.

(8) Optimal Stratejilerin Tespit Edilmesi

B firmasının birinci hedefinin gerçekleştirilmesinde stratejilerinin performansını gösteren kazanç matrisi aşağıda gösterildiği gibi bir doğrusal programlama modeli ile modellenmiştir. Firmanın diğer hedefleri için de doğrusal programlama modeli oluşturulmuş ve bu modeller Lindo programı aracılığıyla çözümlenerek çözüme ait Lindo çıktıları EK-C'de sunulmuştur.

Birinci hedefin gerçekleşmesine yönelik oluşturulan doğrusal programlama modeli;

MaksV

$$0,7563X_1 + 0,4785X_2 + 0,7513X_3 + 0,5165X_4 + 0,4642X_5 - V \geq 0$$

$$0,5510X_1 + 0,6129X_2 + 0,6241X_3 + 0,4584X_4 + 0,5327X_5 - V \geq 0$$

$$0,6032X_1 + 0,7298X_2 + 0,6050X_3 + 0,5131X_4 + 0,5764X_5 - V \geq 0$$

$$0,5516X_1 + 0,4582X_2 + 0,6225X_3 + 0,8227X_4 + 0,5458X_5 - V \geq 0$$

$$0,6176X_1 + 0,5286X_2 + 0,7397X_3 + 0,5675X_4 + 0,6274X_5 - V \geq 0$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 1$$

$$X_i \geq 0$$

$$(i = 1, 2, 3, 4, 5)$$

Bu çözüme göre B firması %83,6 ihtimalle üçüncü stratejisi olan "Yerli yan sanayii kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak", %11,25 ihtimalle ikinci stratejisi olan "Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak"ı ve %5,15 ihtimalle dördüncü stratejisi olan "Sadece teknik hizmet vermek"i uygularken; buna karşılık A ülkesi, %48,26 ihtimalle üçüncü stratejisi olan "Prototip üretilmesini istemek ve tedarik kararını buna göre vermek", %35,55 ihtimalle dördüncü stratejisi olan "Ürünün ömür devri boyunca teknik hizmet desteği veren firmadan tedarik etmek"i ve %16,19 ihtimalle de ikinci stratejisi olan "Maliyet olarak emsallerine nazaran daha düşük olanı tedarik etmek"i uygulayacaktır. (Tablo-38)

Tablo-38: Birinci Hedef için Optimal Stratejiler

	Stratejiler				
	S1	S2	S3	S4	S5
A Ülkesi		%16,19	%48,26	%35,55	
B Firması		%11,25	%83,6	%5,15	

Tedarikçi firma açısından birinci hedefi gerçekleştirmek için karşılıklı uygulanan stratejiler incelendiğinde, B firmasının karlılığını arttırmak için öncelikle yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliğine gidip, kendi tedarik zinciri ağını kurarak üretim yapması gerektiği, uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmaya hazır olması ve ürün satmasa bile

teknik hizmet desteği vermesi gerektiği değerlendirilmektedir. Buna karşılık A ülkesinin ise bu durumu kendi avantajına çevirmek ya da zararlı çıkmamak için, öncelikle prototip üretilmesini ve tedarik edip etmeyeceğini buna göre belirlemesi, tedarik edilecek ürüne ömür devri boyunca teknik destek verebilen firmaya öncelik vermesi ve tedarik ederken maliyeti göz önünde bulundurması gerektiği kıymetlendirilmektedir.

İkinci hedefin gerçekleşmesi için B firması %98,11 ihtimalle birinci stratejisi olan "Tek başına üretim yapmak"ı ve %1,89 ihtimalle dördüncü stratejisi olan "Sadece teknik hizmet vermek"i uygularken, A ülkesi %68,54 ihtimalle birinci stratejisi olan "Yerli ürün tedarik etmek"i ve %31,46 ihtimalle dördüncü stratejisi olan "Ürünün ömür devri boyunca teknik hizmet desteği veren firmadan tedarik etmek"i uygulayacaktır. (Tablo-39)

Tablo-39: İkinci Hedef için Optimal Stratejiler

	Stratejiler				
	S1	S2	S3	S4	S5
A Ülkesi	%68,54			%31,46	
B Firması	%98,11			%1,89	

Tedarikçi firma açısından ikinci hedefi gerçekleştirmek için karşılıklı uygulanan stratejiler incelediğinde, B firmasının dünyanın önde gelen tedarikçilerinden biri olmak için tamamıyla tek başına üretim yapmaya önem vermesi gerektiği ve ürün satmasa bile teknik hizmet desteği vermesi gerektiği değerlendirilmektedir. Buna karşılık A ülkesinin ise bu durumdan avantajlı çıkmak için, büyük bir ihtimalle yerli ürün üreten firmadan tedarik etmek istemesi ya da tedarik edilecek ürüne ömür devri boyunca teknik destek verebilen firmaya öncelik vermesi gerektiği kıymetlendirilmektedir.

Üçüncü hedefin gerçekleşmesi için B firması %77,82 ihtimalle üçüncü stratejisi olan "Yerli yan sanayii kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak"ı ve %22,18 ihtimalle birinci stratejisi olan "Tek başına üretim yapmak"ı uygularken, A ülkesi %69,77 ihtimalle birinci stratejisi olan "Yerli ürün tedarik etmek"i ve %30,23 ihtimalle beşinci stratejisi olan "Diğer ülkelere üstün kılacak ürün üreten firmadan tedarik etmek"i uygulayacaktır. (Tablo-40)

Tablo-40: Üçüncü Hedef için Optimal Stratejiler

	Stratejiler				
	S1	S2	S3	S4	S5
A Ülkesi	%69,77				%30,23
B Firması	%22,18		%77,82		

Tedarikçi firma açısından üçüncü hedefi gerçekleştirmek için karşılıklı uygulanan stratejiler incelendiğinde, B firmasının uluslararası pazarda kalıcı olmak için esnek ve değişken müşteri taleplerini karşılayabilmek adına yerli sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmaya önem vermesi gerektiği veya bu mümkün olmadığı takdirde tek başına üretim yapmaya önem vermesi gerektiği değerlendirilmektedir. Buna karşılık A ülkesinin ise bu durumdan minimum zararla çıkmak için, öncelikle yerli ürün tedarik etmeye yönelmesi gerektiği, ya da yabancı menşeli ürün tedarik edecekse diğer ülkelerde olmayan ve onlara nazaran üstün kılacak ürünü tedarik etmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

Ortak hedef için oluşturulan aşağıdaki modelin Lindo programı vasıtasıyla çözümüne göre ise, B firması %81,78 oranla üçüncü stratejisi olan “Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak”ı ve %18,22 oranla dördüncü stratejisi olan “Sadece teknik hizmet desteği vermek”i uygularken, A ülkesi %61,44 ihtimalle üçüncü stratejisi olan “Prototip üretilmesini istemek ve tedarik kararını buna göre vermek”i ve %38,56 ihtimalle dördüncü stratejisi olan “ürünün ömür devri boyunca teknik hizmet desteği sağlayan firmadan tedarik etmek”i uygulayacaktır. (Tablo-41)

MaksV

$$0,6699X_1 + 0,5082X_2 + 0,6863X_3 + 0,5105X_4 + 0,5045X_5 - V \geq 0$$

$$0,6037X_1 + 0,6178X_2 + 0,6622X_3 + 0,5103X_4 + 0,5463X_5 - V \geq 0$$

$$0,6331X_1 + 0,6833X_2 + 0,6553X_3 + 0,5281X_4 + 0,6133X_5 - V \geq 0$$

$$0,5870X_1 + 0,5194X_2 + 0,5952X_3 + 0,7979X_4 + 0,5919X_5 - V \geq 0$$

$$0,6771X_1 + 0,5257X_2 + 0,6713X_3 + 0,5726X_4 + 0,6059X_5 - V \geq 0$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 1$$

$$X_i \geq 0$$

$$(i = 1, 2, 3, 4, 5)$$

Tablo-41: Ortak Hedef için Optimal Stratejiler

	Stratejiler				
	S1	S2	S3	S4	S5
A Ülkesi			%61,44	%38,56	
B Firması			%81,78	%18,22	

Bütün hedefleri kapsayan ortak hedefi gerçekleştirmek için tedarikçi firma açısından karşılıklı uygulanan stratejiler incelendiğinde, B firmasının yerli sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmaya önem vermesi gerektiği ve ürün satmasa bile sadece teknik hizmet desteği sağlayarak da tedarik sürecine dahil olabileceği değerlendirilmektedir. Buna karşılık A ülkesinin ise söz konusu tedarik sürecine kendisi için uygun bir şekilde dahil olabilmesi için öncelikle ürünün prototipini istemesi gerektiği ve ürünün ömür devri boyunca teknik hizmet desteği veren firmalara öncelik vermesi gerektiği kıymetlendirilmektedir.

(9) Kararın verilmesi

Tedarik süreci her bir hedef için ayrı ayrı ve tüm hedeflerin entegrasyonu sonucunda bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Bu aşama sonucunda karar verici, gerek hedeflerin ayrı ayrı değerlendirilmesi, gerekse bütüncül olarak değerlendirilmesi sonucu kararını verebilecektir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bilim ve teknolojideki hızlı gelişmelerin de etkisiyle küreselleşme denen kavram artık günlük hayatımızın bir parçası olmuştur. İster aynı, ister farklı alanda hizmet veren birçok firma küreselleşme kavramıyla beraber birbiriyle rekabet eder hale gelmiştir. Öyle ki yeterli donanıma sahip olmayan veya günün gereklerini karşılayamayanın pazarda tutunamadığı günümüz rekabet şartlarında firmaların karar verme işlemi hayatta kalmaları adına kritik öneme sahiptir.

Dünya üzerinde yaşayan insanlar topluluk halinde yaşamaya başladıklarından itibaren savunma ve güvenlik ihtiyaçları hep ön planda tutulmuş ve çoğu zaman savunma ihtiyacı için yaptıkları harcamaların ne boyutlarda olduğunun farkına varamamışlar ya da az olduğu görüşünü savunmuşlardır.

Ülkelerin birbirine üstünlük kurma adına savunma ve güvenlik ihtiyaçları için yaptıkları yatırım ve harcamaların azaltmaları bir kenara 11 Eylül olaylarından itibaren daha da artırdıkları gözlemlenmektedir. Dolayısıyla savunma sanayiinde faaliyet gösteren firmaların günümüzde olduğu gibi gelecekte de ülke ekonomisinde etkili olacağı aşikardır.

Savunma sektöründe faaliyet gösteren firmaların ulusal ve uluslararası tedarik zincirlerini oluşturarak pazara hakim olmak ve en büyük payı almak için karar verme sürecini çok iyi yönetmeleri gerekmektedir.

Tedarik zincirinde oyun teorisi uygulamaları ile ilgili yapılan literatür taraması sonucu aktörlerin hedeflerinin ve bu hedeflerini gerçekleştirebilmek için uygulamaları gereken stratejilerin ne olması gerektiğiyle ilgili bütünlük bir çalışma yapılmadığı görülmüştür.

Bu maksatla rekabetin yoğun olduğu günümüz koşullarında tedarik sürecinde aktif rol oynayan aktörlerin belirsizlik ortamında karar sürecini nasıl

yönetecekleri ve ne gibi stratejiler izlemeleri gerektiği konusunda yola çıkarak bu çalışma yapılmıştır.

Tedarikçi firma açısından incelenen bu çalışmada;

- Firmanın olası hedefleri ve bu hedefleri gerçekleştirmeye yönelik stratejileri tespit edilmiş,
- Hedeflerin değerlendirilebilmesi için dilsel değişkenler ve skala belirlenmiş,
- Bulanık AHP ile firmanın hedefleri ve öncelikleri (ağırlıkları) tespit edilmiş,
- Stratejilerin değerlendirilebilmesi için dilsel değişken ve skala belirlenmiş,
- Hedeflerin gerçekleştirilmesine yönelik stratejiler karşılıklı olarak değerlendirilmiş,
- Her bir hedef için ayrı ayrı ve tüm hedefler için ortak kazanç matrisi oluşturulmuş,
- Tedarikçi firma ve ülke açısından optimal stratejiler belirlenmiştir.

Savunma sanayiinin ülkelerin diğer sanayilerinin gelişiminde de lokomotif rolü olduğu düşünülerek başta Türkiye olmak üzere çeşitli ülkelerin savunma sanayiileri ve savunma tedarik sistemleri incelenmiş, rekabetin ve belirsizliğin hakim olduğu savunma tedarik sisteminde karar sürecine yönelik örnek bir uygulama ile önerilen metodoloji açıklanmıştır.

Örnek olayda önerilen metodoloji ile savunma sanayiinde faaliyet gösteren bir firmanın seyyar yüzücü hücum köprüsü tedarik etmek isteyen bir ülke ile olan tedarik süreci içerisindeki etkileşimleri incelenmiş, tedarikçi firmanın söz konusu tedarik sürecindeki hedefleri ve bu hedefleri gerçekleştirebilmek için uyguladığı stratejilerin performansları değerlendirilmiştir.

Önerilen metodolojinin savunma sanayii tedarik zinciri karar sürecinde uygulanabildiği gibi belirsizliğin ve rekabetin mevcut olduğu tüm ortamlarda da uygulanabileceği değerlendirilmektedir.

Rekabet ortamının doğası gereği gerçek hayatta söz konusu tedarik sürecine birden fazla firma veya ülke dahil olabilir. Bu çalışmaya birden fazla tedarikçi firma veya ülke dahil edilerek n-kışili oyun teorisi kapsamında incelenerek bir kademe daha ileri götürülebilir.

Çalışma tedarik eden ya da edecek ülke açısından incelenebilir. Ayrıca tedarik kriterleri ortaya konularak karar verme süreci ve çalışma daha kapsamlı hale getirilebilir.

KAYNAKÇA

AKTAN, Can. **Çağdaş Yönetim Anlayışı, Toplam Kalite**, Mess Yayınları, İstanbul, 1997, 45.

AKTAN, Can ve A. Burhan BAHÇE. "Kamu Tercihi Perspektifinden Oyun Teorisi", 2007. 08 Ocak 2013 <http://www.canaktan.org/ekonomi/oyun-teorisi/makaleler/aktan-abdbahce.pdf>

ANDREWS, Kenneth. **The Concept of Corporate Strategy**. Irwin, Homewodd, 1971.

APLAK, Hakan Soner. **Karar Verme Sürecinde Bulanık Mantık Bazlı Oyun Teorisi Uygulamaları** (Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.

ASOMEDYA, "Savunma Sanayii Üzerine Görüşler", Ankara Sanayi Odası Yayınları, Ankara, 1995.

ATSAN, N. ve A. KURUÜZÜM. "Analitik Hiyerarşi Prosesi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları", **Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi**, 1, 2001, 83-105.

AUMANN, R.J. "Acceptable Points in General Cooperative N-Person Games", A.W. TUCKER ve R.D. LUCE (Ed.), **Contributions to the Theory of Games**, Volume IV, Princeton University Press, 1959, 287-324.

BAHINIPATI B.K., A. KANDA ve S.G. DESHMUKH. "Revenue Sharing in Semiconductor Industry Supply Chain: Cooperative Game Theoretic Approach", **Sadhana**, Vol.34, Part 3, 2009, 501-527.

BAKAL İ.S., N. ERKİP ve R. GÜLLÜ. "Value of Supplier's Capacity Information in a Two-Echelon Supply Chain", **Annals of Operational Research**, 191, 2011, 115-135.

BAKİ, B. **Lojistik Yönetimi ve Lojistik Sektör Analizi**, Volkan, Trabzon, 2004.

BALLOU, Ronald H. **Transport Fundamentals in Business Logistics** (Beşinci Baskı), Prentice Hall College, 2003, 135.

BARNES, R.E. **Supply Chain Management and Supplier Quality Control**. University at Buffalo EAS590: Case Studies in Engineering Management, 2007.

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

BECHTEL, C. ve J. JAYARAM. "Supply Chain Management: A Strategic Perspective", **The International Journal of Logistic Management**, 8, 1, 1997, 15-34.

BERNSTEIN F. ve F. de VERICOURT. "Competition for Procurement Contracts with Service Guarantees", **Operations Research**, Vol.56, No.3, 2008, 562-575.

BEVILACQUA, M., F.E. CIARAPICA ve G. GIACCHETTA. "A Fuzzy-QFD Approach to Supplier Selection", **Journal of Purchasing & Supply Management**, 12, 2006, 14-27.

BOWERSOX, D.J. **Readings in Physical Distribution Management: The Logistics of Marketing**, New York, 1969.

BÜYÜKÖZKAN, G., C. KAHRAMAN ve D. RUAN. "A Fuzzy Multi Criteria Decision Approach for Software Development Strategy Selection", **International Journal of General Systems**, 33 (2-3), 2004, 259-280.

CACHON G.P. ve S. NETESSINE. "Game Theory in Supply Chain Analysis", **Handbook of Quantitative Supply Chain Analysis: Modeling in the E-Business Era**, Chapter 2, 2004, 13-64.

CACHON G.P. ve M.A. LARIVIERE. "Supply Chain Coordination with Revenue-Sharing Contracts: Strengths and Limitations", **Management Science**, Vol.51, No.1, January 2005, 30-44.

CARTER, J.R., B.G. FERRIN ve C.R. CARTER. "The Effect of Less-Than-Truckload Rates on The Purchase Order Lot Size Decisions", **Transportation Journal**, 34, 3, 1996, 35-44.

CAVINATO, J.L. "A Total Cost/Value Model for Supply Chain Competitiveness", **Journal of Business Logistics**, 13, No:2, 1992, 285-301.

CHAMODRAKAS, I., D. BATIS ve D. MARTAKOS. "Supplier Selection in Electronic Marketplaces Using Satisficing and Fuzzy AHP", **Expert Systems with Applications**, 37, 1, 2010, 490-498.

CHAN, F.T.S., M.H. CHAN ve N.K.H. TANG. "Evaluation Methodologies for Technology Selection", **Journal of Materials Processing Technology**, 107, 2000a, 330-337.

CHAN, F.T.S., B. JIANG ve N.K.H. TANG. "The Development of Intelligent Decision Support Tools to Aid The Design of Flexible Manufacturing Systems", **International Journal of Production Economics**, 65(1), 2000b, 649-655.

CHANDLER, Alfred. **Strategy and Structure: Chapters in History of the American Industrial Enterprise**, Cambridge, MIT Press, 1962, 113.

CHANDRA, C. ve S. KUMAR. "Supply Chain Management in Theory and Practise: A Passing Fad or a Fundamental Change", **Industrial Management & Data Systems**, 1003, 2000, 13-100.

CHANG, D.-Y., "Application of The Extent Analysis Method on Fuzzy AHP", **European Journal of Operational Research**, 95, 1996, 649-655.

CHEN, I.J. ve A. PAULRAJ. "Understanding Supply Chain Management: Critical Research and a Theoretical Framework", **International Journal of Production Research**, 42,143, 2004.

CHEN L., S.M. GILBERT ve Y. XIA. "Private Labels: Facilitators or Impediments to Supply Chain Coordination", **Decision Sciences**, Vol.42, No.3, 2011, 689-722.

CHENG, C.H. "Evaluation Naval Tactical Missile System by Fuzzy AHP Based on the Grade Value of Membership Function", **European Journal of Operational Research**, Volume 96, 1996, 343-350.

CHENG, C.H., K.L. YANG ve C.H. HWANG. "Evaluating Attack Helicopters by AHP Based on Linguistic Variable Weight", **European Journal of Operational Research**, Volume 116, 1999, 423-435.

CHRISTOPHER, M. "The Agile Supply Chain: Competing in Volatile F Markets", **Industrial Marketing Management**, 29 (1), 2000, 37-44.

CİNEMRE, Nalan. **Yöneylem Araştırması**, Beta Yayınları, İstanbul, 2004.

CİRAVOĞLU, G. **Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamaları ve Performans Üzerine Etkilerinin Analizi** (Yüksek Lisans Tezi), Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006.

COHEN, Shoshanah ve Joseph ROUSSEL. **Strategic Supply Chain Management: The Five Disciplines for Top Performance**, New York, McGraw-Hill, 2005.

ÇEMBERCİ, Murat. **Tedarik Zinciri Yönetimi Performansının Göstergeleri ve Firma Performansı Üzerine Etkileri: Kavramsal Model Önerisi** (Doktora Tezi), Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2011.

DAI Y., X. CHAO, S. FANG ve H.L.W. NUTTLE. "Game Theoretic Analysis of a Distribution System with Customer Market Search", **Annals of Operations Research**, 135, 2005, 223-238.

DENG, H. "Multicriteria Analysis with Pairwise Comparison", **International Journal of Approximate Reasoning**, Volume 21, 1999.

DİNÇER, Ömer ve Yahya FİDAN. **İşletme Yönetimine Giriş** (1inci Baskı), İz Yayıncılık, 1995.

DURAN, Orlando ve Jose AGUILO. "Computer-aided Machine Tool Selection Based on a Fuzzy AHP Approach", **Expert Systems with Applications**, 34 (3), 2008, 1787-1794.

ELLRAM, L.M. ve M.C. COOPER. "Supply Chain Management, Partnerships and The Shipper-Third Party Relationships", **International Journal of Logistics Management**, 4, 2, 1990, 13-24.

ENEA, M. ve T. PIAZZA. "Fuzzy Optimization and Decision Making", **Kluwer Academic Publishers**, 3, 2004, 39-62.

ERENSAL, Y.C., T. ÖZCAN ve M.L. DEMİRCAN. "Teknoloji Yönetiminde Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses Kullanarak Anahtar Becerilerin Belirlenmesi: Türkiye'de bir Uygulama", **Information Sciences**, 176, 2006, 2755-2770.

ESİN, Alptekin. **Yöneylem Araştırmalarında Yararlanılan Karar Yöntemleri**, Gazi Üniversitesi Yayını, 1988.

ESMAEILI M., M. ARYANEZHAD ve P. ZEEPHONGSEKUL. "A Game Theory Approach in Seller-Buyer Supply Chain", **European Journal of Operational Research**, 195, 2009, 442-448.

FOX, M.S. **The Integrated Supply Chain Management System**, Department of Industrial Engineering, University of Toronto, 1997, 1-12.

FUDENBERG, Drew ve Eric MASKIN. "Evolution and Cooperation in Noisy Repeated Games", **American Economic Review** (Papers and Proceedings), 80 (2), 1991, 274-279.

GANESHAN, R. ve T.P. HARRISON. **An Introduction to Supply Chain Management**, Department of Management Science and Information Systems, Penn State University, 1995, 1-7.

GANSLER, Jacques. **Affording Defence**, MIT Press, Cambridge, 1989.

GERALD, A.F. ve M. TRACY. "Developing a Decision-making Model for Security Sector Development in Uncertain Situations", **Journal of Security Sector Management**, 6 (2):3, 21, 2008.

GHIANI, G., G. LAPORTE ve R. MUSMANNO. **Intorduction to Logistics Systems and Plannin Control**, Wiley, New Jersey, 2004.

GOVIL, Manish ve Jean-Marie PROTH. **Supply Chain Design and Management: Strategic and Tactical Perspectives**, Academic Press, California, 2002.

GÜNGÖR, Z., G. KESEN ve E. SAADETTİN. "A Fuzzy Approach to Personnel Selection Problem", **Applied Soft Computing**, 9, 2009, 641-646.

GÜR, Osman. **TSK'nın Savunma Sanayi Yoluyla Ülke Gelişimine Katkıları**, Harp Akademileri Yayınları, İstanbul, 1998.

HAFEZALKOTOB, A. ve A. MAKUI. "Competititon of Two Supply Chains with Different Risk Structures: Applying Market Research Option", **International Journal of Industrial Engineering Computations**, 3, 2012, 159-184.

HALAÇ, Osman. **Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)**, Alfa Basım Yayım Dağıtım, 1995.

HANDFIELD, R.B. ve J. ERNEST. **Introduction to Supply Chain Management**, Upper Saddle River, Prentice Hall, New Jersey, 1999.

HILLIER, F.S. ve G.J. LIBERMAN. **Introduction to Operation Research**, McGraw Hill, New York, 2001.

HOŞGÖREN, Burcu. **Tedarik zinciri Yönetiminin Müşteri İlişkilerine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi)**, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2011.

İNCİ, Çiğdem. **Oyun Teorisi**, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi FBE, 2009.

KAHRAMAN, C., Z. ULUKAN ve E. TOLGA. "A Fuzzy Weighted Evaluation Method Using Objective and Subjective Measures", **Proceedings of the International ICSC Syposium on Engineering of Intelligent Systems (EIS'98)**, Vol. 1, University of La Laguna Tenerife, İspanya, 1998, 57-63.

KAHRAMAN, C., U. CEBECİ ve Z. ULUKAN. "Multi-criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP", **Logistics Information Management**, Volume 16, 2003.

KAHRAMAN, C., Z. ULUKAN ve E. TOLGA. "Multi-attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey", **International Journal of Production Economics**, 87, 2004, 171-184.

KAHRAMAN, C., O. ENGİN, Ö. KABAK ve İ. KAYA. "Information Systems Outsourcing Decisions Using a Group Decision-Making Approach", **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, 22, 2009, 832-841.

KAPLAN, Sezgin. **Hava Savunma Sektörü Tezgah Yatırım Projelerinin Bulanık AHP ile Değerlendirilmesi**, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi FBE, 2007.

KAPTANOĞLU, D. ve A. ÖZOK. "Akademik Performans Değerlendirmesi için Bir Bulanık Model", **İTÜ Dergisi**, 5, 2006, 193-204.

KHARAZİ, H. ve G. JANDAGHİ. "Mathematical Modeling of the Role of Vertical Cost Information Sharing in Optimizing Supply Chain Performance", **European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences**, 28, 2011, 71-83.

KUHN, H.W. "Extensive Games and the Problem of Information", H.W. KUHN ve A.W. TUCKER (Ed.), **Contributions to the Theory of Games**, Princeton University Press, Volume II, 1953, 193-216.

KUO, R.J., S.C. CHI ve S.S. KAO. "A Decision Support System for Selecting Convenience Store Location Through Integration of Fuzzy AHP and Artificial Neural Network", **Computers In Industry**, 47(2), 2002, 199-214.

LAMBERT, D.M., M.C. COOPER ve J.D. PAGH. "Supply Chain Management: Implementation Issues And Research Opportunities", **The International Journal of Logistics Management**, 7, 2, 1998, 1-19.

LANGLEY, C.J. Jr. ve M.C. HOLCOMB. "Creating Logistics Customer Value", **Journal of Business Logistics**, 13, 2, 1992, 1-27.

LEE H.L. ve C. BILLINGTON. "Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities", **Sloan Management Review**, 1992.

LEE, M., H. PHAM ve X. ZHANG. "A Methodology for Priority Setting with Application to Software Development Process", **European Journal of Operational Research**, 118, 1999, 375-389.

LEE, A.H.I., W.-C. CHEN ve C.-J. CHANG. "A Fuzzy AHP and BSC Approach for Evaluating Performance of IT Department in Manufacturing Industry in Taiwan", **Expert Systems with Applications**, 34(1), 2008, 96-107.

LENG, M. ve M. PARLAR. "Game Theoretic Applications in Supply Chain Management: A Review", **Information Systems and Operational Research**, Vol.43, No.3, 2005, 187-220.

LEUNG, L.C. ve D. CAO. "On Consistency and Ranking of Alternatives in Fuzzy AHP", **European Journal of Operational Research**, 124, 2000, 102-113.

LUMMUS, Rhonda R. ve Robert J. VOKURKA. "Defining Supply Chain Management: A Historical Perspective and Practical Guidelines", **Industrial Management & Data Systems**, 99, 1, 1999, 11-17.

LUMMUS, Rhonda R., L.K. DUCLOS ve R.J. VOKURKA. "Supply Chain Flexibility: Building a New Model", **Global Journal of Flexible Systems Management**, 4, 4, 2003, 1-12.

Milli Savunma Bakanlığı Savunma Sanayii Müsteşarlığı Savunma Sanayisinin Sorunları Semineri, "**Elektrik/Elektronik Alt Sektörünün Sorunları ve Çözüm Önerileri**", 2001.

MOYAUX T., B. CHAIB-DRAA, S. D'AMOURS. "**Multi-agent Simulation of Collaborative Strategies in a Supply Chain**", AAMAS'04, New York, ABD, 19-23 Temmuz, 2004, 52-59.

NARASIMHAN, R. "An Analytical Approach to Supplier Selection", **Journal of Purchasing and Materials**, Volume 19, No:1, 1983.

NASH, John Forbes. "Equilibrium Points in N-Person Games", **Proceedings of the National Academy of The United States of America**, 36, 1950, 48-49.

NASH, John F. "Non Cooperative Games", **Annals of Mathematics**, 1951, 54.

NASH, John F. "Two Person Cooperative Games", **Econometrica**, 1953, 21.

NOVACK, R.A. ve S.W. SIMON. "The Industrial Procurement Process: A Supply Chain Perspective", **Journal of Business Logistics**, 12, 1, 1991, 145-167.

ÖZCAN, Serpil. "Savunma Sistem Tedarikinde Ar-Ge'nin Yeri ve Önemi Başarılı Bir Ar-Ge Örneği: Modelleme Simülasyon Sistem Projesi", **SSM**, Ankara, 2006.

ÖZDİL, T. **Ekonomik Problemlerin Çözümünde Oyun Kuramının Yeri: Finansal Piyasalarda Bir Uygulama** (Doktora Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 1998.

ÖZKAN, Şule. **Yöneylem Araştırması Nicel Karar Teknikleri**, Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul, 2005.

ÖZTÜRK, Ahmet. **Yöneylem Araştırması**. Bursa, Ekin Kitapevi Yayınları, 2007.

PAKSOY, T., H.K. GÜNEŞ ve F. ALTIPARMAK. "Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Ağlarının Tasarımı ve Eniyilenmesi", **Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, 4, 2, 2003, 1-25.

QIAOLUN G., J. JIANHUA ve G. TIEGANG. "Pricing Management for a Closed-Loop Supply Chain", **Journal of Revenue and Pricing Management**, Vol.7, 1, 2007, 45-60.

PAN K., K.K. LAI, S.C.H LEUNG ve D.. "Revenue Sharing versus wholesale price mechanisms under different channel power structures", **European Journal of Operational Research**, 203, 2010, 532-538.

RASMUSEN, Eric. **Games and Information, An Introduction to Game Theory** (Fourth Edition), Blackwell Publishing, 2007.

ROMP, Graham. **Game Theory: Introduction and Applications**, Oxford University Press, 1997, 1.

ROSS, D.F. "Competing Through Supply Chain Management: Creating Market-Winning Strategies Through Supply Chain Partnerships", **Kluwer Academic Publishers**, Boston, 1998, 81-89.

ROUX, Dominique. **İktisadın Nobeli**, (Çev. Mehmet A. KILIÇBAY), İstanbul, Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, 2004.

SAATY, T.L. "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process", **European Journal of Operational Research**, Volume 48, 1990, 9-26.

SAATY, T.L. "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process", **Interfaces**, Volume 24-6, 1994, 19-43.

SEVGİ, Levent. "Ulusal Savunma, Ürüne Dayalı Ar-Ge ve Ar-Ge'ye Dayalı Tedarik Kapsamında TÜBİTAK, Üniversiteler ve Endüstri", **KRİTEK2001**, 21. Yüzyılda Kritik Teknolojiler Sempozyumu, TÜBİTAK-MAM, 2001.

SHAPIRO, J.F. **Modeling The Supply Chain**, Duxbury Thompson, CA, 2001.

SHEU, J.B. "A Hybrid Fuzzy Based Approach for Identifying Global Logistics Strategies", **Transportation Research**, Part E 40, 2004, 39-61.

SHUBIK, Martin. **Strategy and Market Structure: Competition, Oligopoly and Theory of Games**, 1959.

SHUBIK, Martin. "Game Theory and Operations Research: Some Musings 50 Years Later", **Operations Research**, 50, 2002, 192-196.

STAM, A., S. MINGHE ve M. HAINES. "Artificial Neural Network Representations for Hierarchical Preference Structures", **Computers and Operations Research**, 23 (12), 1996.

TOWIL, D.R., M.M. NAIM ve J. WINKER. "Industrial Dynamics Simulation Models in The Design of Supply Chains", **Industrial Journal of Physical Distribution**, 1992, 38-45.

TURNER, J.R. "Integrated Supply Chain Management: What's Wrong with This Picture?", **Industrial Engineering**, 25, 12, 1993, 52-55.

TÜRK DİL KURUMU (TDK). 25 Aralık 2012 <http://www.tdk.gov.tr>

TSAUR, S.H., T.Y. CHANG ve C.H. YEN. "The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM", **Tourism Management**, 2002, 107-115.

TÜRKBEY, O. "Çok Amaçlı Makine Sıralama Problemi için Bir Bulanık Güçlü Metod", **DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi**, 5, 2003, 81-98.

TÜRKŞEN, İ.B. "Measurement of membership functions and their assessment", **Fuzzy Sets and Systems**, 40, 1991, 5-38.

ÜLGER, Fikret. **Türk Savunma Sanayii**, Ankara, TOBB, 1997.

VAHIDNIA, M., H. ALESHEIKH, A. ALI ve A. ALIMOHAMMADI. "Hosğital site Selction Using Fuzzy AHP and Its Derivatives", **Journal of Environmental Management**, 90 (10), 2009, 3048-3056.

VICKREY, W. "Counterspeculation, auctions and Competitive Sealed Tenders", **Journal of Finance**, 16, 1961, 8-37.

WANG, G. **Product-Enabled and Evaluation of Manufacturing Supply Chain: An Integrated Multi-Criteria Decision-Based Methodology** (The Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy in Engineering), University of Toledo, 2001.

WANG, L., J. CHU ve J. WU. "Selection of Optimum Maintenance Strategies Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process", **International Journal of Production Economics**, 107(1), 2007, 151-163.

WATERS, D. **Global Logistics and Distirbution Planning: Strategies for Management**, Kogan Page, Londra, 1999.

WECK, M., F. KLOCKE, H. SCHELL ve E. RUENAUVER. "Evaluating Alternative Production Cycles Using The Extended Fuzzy AHP Method", **European Journal of Operational Research**, 100 (2), 1997, 351-366.

WEI J., J. ZHAO ve Y. LI. "Pricing Decisions for a Closed-Loop Supply Chain in a Fuzzy Environment", **Asia-Pasific Journal of Operational Research**, Vol. 29, No. 1, 2012, 1-30.

WU Desheng. "Joint Pricing-Servicing Decision and Channel Strategies in the Supply Chain", **Central European Journal of Operations Research**, 19, 2010, 99-137.

WU J., A. IYER, P.V. PRECKEL ve X. ZHAI. "Information Sharing Across Multiple Buyers in a Supply Chain", **Asia-Pasific Journal of Operational Research**, Vol. 29, No. 1, 2012, 1-23.

XIAO T., X. YAN ve J. ZHAO. "Coordination of a Supply Chain with Advertising Investment and Allowing the Second Ordering", **Technology and Investment**, 1, 2011, 191-200.

XIAO T., Y. XIA ve G.P. ZHANG. "Strategic Outsourcing Decisions for Manufacturers that Produce Partially Substitutable Products in a Quantity-Setting Duopoly Situation", **Decision Science**, Volume 38, Number 1, February 2007, 81-106.

YAN, Ruiliang. "Profit Sharing and Firm Performance in the Manufacturer-Retailer Dual-Channel Supply Chain", **Springer**, 8, 2008, 155-172.

YILDIZÖZ, Hakan. **Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bir Uygulama** (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006.

YILMAZ, Ensar. **Oyun Teorisi**, İstanbul, Literatür Yayıncılık, 2009.

YILMAZ, Ömer. "Türk Savunma Sanayiinin Uluslararası Pazardaki Rekabet Gücünü Artırmaya Yönelik Ulusal Savunma Sanayii Modelinin Oluşturulması", **Savunma Sanayiindeki Teknolojik Gelişmeler Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, KHO Öğretim Başkanlığı, Ankara, 1996, 78-79.

ZADEH, Lotfi Asker. "Fuzzy Sets", **Information and Control**, 8, 1965, 338-353.

ZEKEY, Ahmet H. **Savunma Sanayiinin Türkiye Ekonomisindeki Yeri** (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2000.

ZHU, B., H. YU ve X. HUANG. "Game Theory-Based Study on Collaboration Planning Model for Supply Chain", ICEC'05, ÇİN, 2005, 365-369.

ZIJM, H. ve J. TIMMER. "Coordination Mechanisms for Inventory Control in Three-Echelon Serial and Distribution Systems", **Springer**, 158, 2008, 161-182.

EKLER

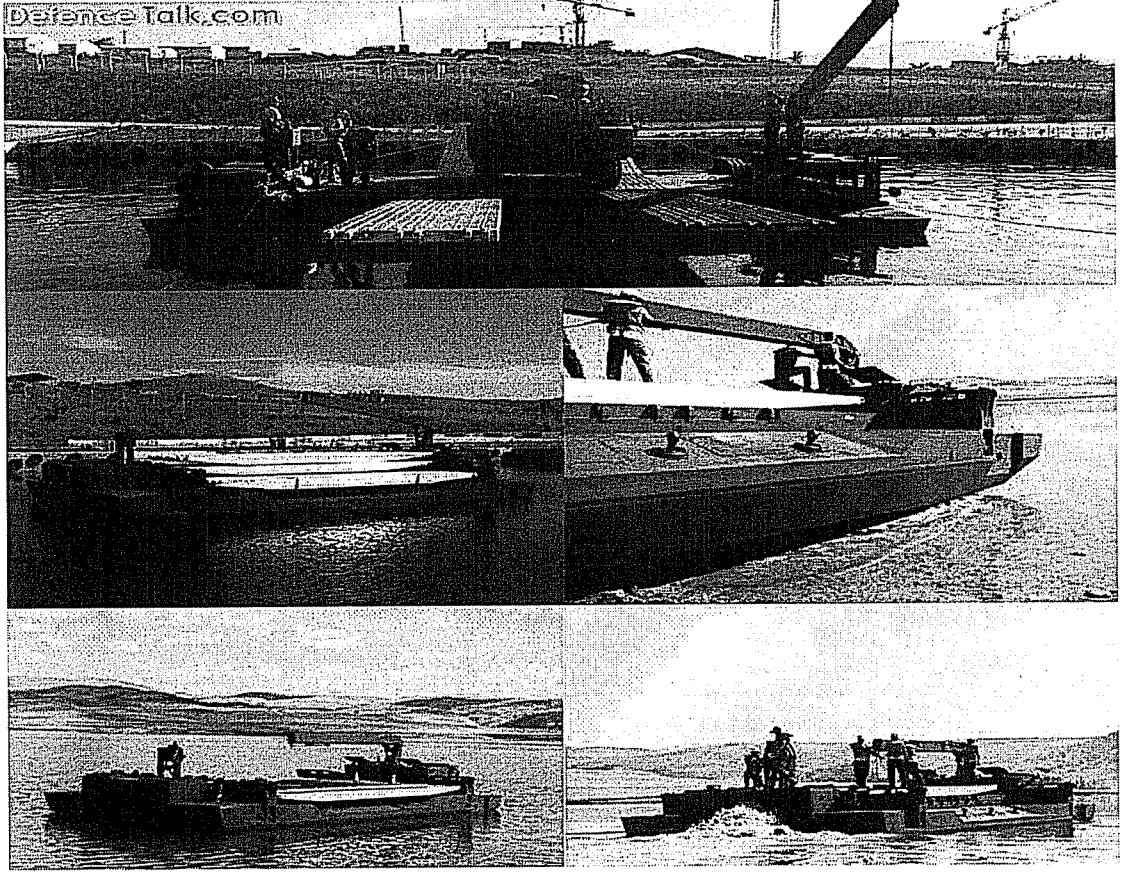
EK-A: SAVUNMA TEDARİKİ UYGULAMASI KONULU ANKET FORMU

**EK-B: İKİNCİ VE ÜÇÜNCÜ HEDEF İÇİN KARŞILIKLI STRATEJİLERİN
KARAR VERİCİLER TARAFINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**EK-C: BÜTÜN HEDEFLER ve ORTAK HEDEF İÇİN OLUŞTURULAN
MODELLERİN ÇÖZÜMÜNÜN LİNDÖ ÇIKTISI**

Savunma Tedarikine Yönelik Bir Uygulama

Durum: A ülkesi, ordusunun harekât ihtiyacı olan seyyar yüzücü hücum köprüsü tedarik etmek istemektedir. B firması savunma sanayiinde faaliyet gösteren, yetenek ve kapasitesi ile söz konusu köprü, araç ve teçhizatını üretebilecek A ülkesine ait yerli bir firmadır.



Bu çerçevede B firması tarafından yapılan değerlendirme sonucunda söz konusu tedarik faaliyeti ile ilgili 3 adet hedef belirlenmiştir:

BH₁: Karlılığı arttırmak

BH₂: Dünyanın önde gelen tedarikçilerinden biri olmak

BH₃: Uluslararası pazarda kalıcı olmak

B firmasının bu hedefleri gerçekleştirmek için belirlediği stratejiler ise;

BS₁: Tek başına üretim yapmak

BS₂: Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak

BS₃: Yerli yan sanayii kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak

BS₄: Sadece teknik hizmet desteği vermek

BS₅: Başka bir araç ve teçhizat üretimi yapabilmek

B firması tarafından A ülkesinin savunma konusundaki genel durumu değerlendirilmiş ve A ülkesinin söz konusu seyyar yüzücü hücum köprüsü temininde izleyeceği stratejilerin aşağıda belirtilen şekilde olacağı öngörülmüştür.

AS₁: Yerli ürün (tasarım ve üretim) tedarik etmek

AS₂: Maliyet olarak emsallerine nazaran daha düşük olanı tedarik etmek

AS₃: Prototip üretilmesini istemek ve tedarik kararını buna göre vermek

AS₄: Ürünün ömür devri boyunca teknik hizmet desteği veren firmadan tedarik etmek

AS₅: Diğer ülkelere üstün kılacak (ürünü üreten) firmadan tedarik etmek

Seyyar Yüzücü Hücum Köprüsü Tedariki Uygulamasına Yönelik Değerlendirme

Söz konusu durum, hedefler ve stratejiler doğrultusunda B firması açısından değerlendirme yapılabilmesi için bilginize başvurulacaktır. Değerlendirme 2 kısım halinde öngörülmektedir:

Birinci kısımda B firmasının hedeflerinin önem dereceleri belirlenecektir.

İkinci kısımda B firmasının hedefleri doğrultusunda; A ülkesi ve B firmasının stratejileri karşılıklı olarak değerlendirilecektir.

1- Hedeflerin Değerlendirilmesi

B firmasına ait hedefler;

BH₁: Karlılığı arttırmak

BH₂: Dünyanın önde gelen tedarikçilerinden biri olmak

BH₃: Uluslararası pazarda kalıcı olmak

Hedeflerin karşılıklı olarak değerlendirilmesinde kullanılacak skala;

1. Eşit (E)
2. Biraz Önemli (BÖ)
3. Daha Önemli (DÖ)
4. Çok Daha Önemli (ÇÖ)
5. Tamamen Önemli (TÖ)

	Hedef - 1	Hedef - 2	Hedef – 3
Hedef - 1	X		
Hedef - 2		X	
Hedef - 3			X

1. Stratejilerin Değerlendirilmesi

Aşağıda B firması tarafından belirlenen 3 adet hedefin gerçekleştirilmesi için A ülkesinin 6 stratejisi ile B firmasının 5 stratejisi karşılıklı olarak değerlendirilecektir. Sizden istenen bu stratejilerin karşılıklı olarak uygulanması durumunda o hedefin gerçekleşme durumunun ne olacağını belirlemenizdir. Bu değerlendirmeyi yaparken;

1. Çok Düşük (ÇD),
2. Düşük (D),
3. Orta (O),
4. Yüksek (Y),
5. Çok Yüksek (ÇY) ifadelerinden sizin için uygun olanı aşağıdaki çizelgede belirtmenizdir.

1'inci hedef: Karlılığı Arttırmak

A ülkesi 1inci stratejisi olan "Yerli ürün (tasarım ve üretim) tedarik etmek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					
A ülkesi 2nci stratejisi olan "Maliyet olarak emsallerine nazaran daha düşük olanı tedarik etmek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					
A ülkesi 3üncü stratejisi olan "Prototip üretilmesini istemek ve tedarik kararını buna göre vermek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					
A ülkesi 4üncü stratejisi olan "Ürünün emir devri boyunca teknik hizmet desteği veren firmadan tedarik etmek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					
A ülkesi 5inci stratejisi olan "Diğer ülkelere üstün kılacak (ürünü üreten) firmadan tedarik etmek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					

2'nci hedef: Dünyanın Önde Gelen Tedarikçilerinden Biri Olmak

A ülkesi 1inci stratejisi olan "Yerli ürün (tasarım ve üretim) tedarik etmek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					
A ülkesi 2nci stratejisi olan "Maliyet olarak emsallerine nazaran daha düşük olanı tedarik etmek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					
A ülkesi 3üncü stratejisi olan "Prototip üretilmesini istemek ve tedarik kararını buna göre vermek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					
A ülkesi 4üncü stratejisi olan "Ürünün emir devri boyunca teknik hizmet desteği veren firmadan tedarik etmek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					
A ülkesi 5inci stratejisi olan "Diğer ülkelere üstün kılacak (ürünü üreten) firmadan tedarik etmek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					

3'üncü hedef: Uluslararası Pazarda Kalıcı Olmak

A ülkesi 1inci stratejisi olan "Yerli ürün (tasarım ve üretim) tedarik etmek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					
A ülkesi 2nci stratejisi olan "Maliyet olarak emsallerine nazaran daha düşük olanı tedarik etmek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					
A ülkesi 3üncü stratejisi olan "Prototip üretilmesini istemek ve tedarik kararını buna göre vermek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					
A ülkesi 4üncü stratejisi olan "Ürünün emir devri boyunca teknik hizmet desteği veren firmadan tedarik etmek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					
A ülkesi 5inci stratejisi olan "Diğer ülkelere üstün kılaçak (ürünü üreten) firmadan tedarik etmek" uyguladığında	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
BS ₁ = Tek başına üretim yapmak					
BS ₂ = Uluslararası konsorsiyum ya da iş ortaklıkları ile beraber üretim yapmak					
BS ₃ = Yerli yan sanayi kuruluşları ile işbirliği yaparak üretim yapmak					
BS ₄ = Sadece teknik hizmet desteği vermek					
BS ₅ = Başka araç ve teçhizat üretimi yapabilmek					

İKİNCİ HEDEF İÇİN KARŞILIKLI STRATEJİLERİN KARAR VERİCİLER TARAFINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sij/KVvk	KV1				KV2				KV3				KV4				KV5				KV6				KV7				KV8			
S11	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S12	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S13	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S14	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9
S15	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S21	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0,6	0,7	0,8	0,9
S22	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6
S23	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S24	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4
S25	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6
S31	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S32	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6
S33	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9
S34	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4
S35	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S41	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S42	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S43	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S44	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S45	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S51	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S52	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S53	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S54	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6
S55	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
Sij/KVvk	KV9				KV10				KV11				KV12				KV13				KV14				KV15							
S11	0,9	0,9	1	1	0	0	0,1	0,1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6				
S12	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6				
S13	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6				
S14	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4				
S15	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9				
S21	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9				
S22	0,9	0,9	1	1	0	0	0,1	0,1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9				
S23	0,9	0,9	1	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9				
S24	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9				
S25	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4				
S31	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9				
S32	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9				
S33	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9				
S34	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9				
S35	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9				
S41	0	0	0,1	0,1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6				
S42	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6				
S43	0	0	0,1	0,1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0	0	0,1	0,1	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9				
S44	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1				
S45	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3																					

ÜÇÜNCÜ HEDEF İÇİN KARŞILIKLI STRATEJİLERİN KARAR VERİCİLER TARAFINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sij/KV	KV1				KV2				KV3				KV4				KV5				KV6				KV7				KV8			
S11	0	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S12	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S13	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,1	0,2	0,3	0,4
S14	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9
S15	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S21	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4
S22	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6
S23	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S24	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9
S25	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0	0	0,1	0,1	0,4	0,5	0,5	0,6
S31	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4
S32	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6
S33	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6
S34	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S35	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
S41	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9
S42	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S43	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S44	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S45	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
S51	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6
S52	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S53	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1
S54	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1
S55	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	1	1	0,8	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
	0	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9
Sij/KV	KV9				KV10				KV11				KV12				KV13				KV14				KV15							
S11	0,9	0,9	1	1	0	0	0,1	0,1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0	0	0,1	0,1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1				
S12	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9				
S13	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1				
S14	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6				
S15	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1				
S21	0	0	0,1	0,1	0,9	0,9	1	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0	0	0,1	0,1				
S22	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1				
S23	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9				
S24	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6				
S25	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0	0	0,1	0,1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6				
S31	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1				
S32	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9				
S33	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1				
S34	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1				
S35	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1				
S41	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0	0,1	0,1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9				
S42	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6				
S43	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4				
S44	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	1	1				
S45	0,4	0,5	0,5	0,6																												

BİRİNCİ HEDEF İÇİN OLUŞTURULAN MODELİN ÇÖZÜMÜNÜN LİNDÖ ÇIKTISI

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 7

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.6143140

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
V	0.614314	0.000000
X1	0.000000	0.037910
X2	0.112520	0.000000
X3	0.836026	0.000000
X4	0.051454	0.000000
X5	0.000000	0.055868

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.094209	0.000000
3)	0.000000	-0.161900
4)	0.000000	-0.482578
5)	0.000000	-0.355523
6)	0.092773	0.000000
7)	0.000000	0.614314

NO. ITERATIONS= 7

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	COEF	INCREASE	DECREASE
V	1.000000	INFINITY	1.000000
X1	0.000000	0.037910	INFINITY
X2	0.000000	0.080532	0.033844
X3	0.000000	0.017009	0.056776
X4	0.000000	0.159622	0.034195
X5	0.000000	0.055868	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	RHS	INCREASE	DECREASE
2	0.000000	0.094209	INFINITY
3	0.000000	0.010868	0.036535
4	0.000000	0.054117	0.018777
5	0.000000	0.093098	0.023102
6	0.000000	0.092773	INFINITY
7	1.000000	INFINITY	1.000000

İKİNCİ HEDEF İÇİN OLUŞTURULAN MODELİN ÇÖZÜMÜNÜN LİNDÖ ÇIKTISI

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.5850325

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
V	0.585033	0.000000
X1	0.981051	0.000000
X2	0.000000	0.010206
X3	0.000000	0.002444
X4	0.018949	0.000000
X5	0.000000	0.031311

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.685377
3)	0.124746	0.000000
4)	0.120473	0.000000
5)	0.000000	-0.314623
6)	0.157946	0.000000
7)	0.000000	0.585033

NO. ITERATIONS= 3

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	OBJ COEFFICIENT RANGES		
	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	COEF	INCREASE	DECREASE
V	1.000000	INFINITY	1.000000
X1	0.000000	0.191700	0.001951
X2	0.000000	0.010206	INFINITY
X3	0.000000	0.002444	INFINITY
X4	0.000000	0.009668	0.121477
X5	0.000000	0.031311	INFINITY

ROW	RIGHTHAND SIDE RANGES		
	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	RHS	INCREASE	DECREASE
2	0.000000	0.005300	0.094919
3	0.000000	0.124746	INFINITY
4	0.000000	0.120473	INFINITY
5	0.000000	0.274400	0.005300
6	0.000000	0.157946	INFINITY
7	1.000000	INFINITY	1.000000

ÜÇÜNCÜ HEDEF İÇİN OLUŞTURULAN MODELİN ÇÖZÜMÜNÜN LİNDÖ ÇIKTISI

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.6140969

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
V	0.614097	0.000000
X1	0.221772	0.000000
X2	0.000000	0.115880
X3	0.778228	0.000000
X4	0.000000	0.079550
X5	0.000000	0.055554

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.697706
3)	0.071804	0.000000
4)	0.079232	0.000000
5)	0.016415	0.000000
6)	0.000000	-0.302294
7)	0.000000	0.614097

NO. ITERATIONS= 2

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	COEF	INCREASE	DECREASE
V	1.000000	INFINITY	1.000000
X1	0.000000	0.067200	0.137524
X2	0.000000	0.115880	INFINITY
X3	0.000000	0.155100	0.067200
X4	0.000000	0.079550	INFINITY
X5	0.000000	0.055554	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	RHS	INCREASE	DECREASE
2	0.000000	0.049300	0.044018
3	0.000000	0.071804	INFINITY
4	0.000000	0.079232	INFINITY
5	0.000000	0.016415	INFINITY
6	0.000000	0.173000	0.026177
7	1.000000	INFINITY	1.000000

ORTAK HEDEF İÇİN OLUŞTURULAN MODELİN ÇÖZÜMÜNÜN LİNDÖ ÇIKTISI

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 5

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.6321272

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
V	0.632127	0.000000
X1	0.000000	0.016802
X2	0.000000	0.012022
X3	0.817824	0.000000
X4	0.182176	0.000000
X5	0.000000	0.027078

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.022146	0.000000
3)	0.002400	0.000000
4)	0.000000	-0.614429
5)	0.000000	-0.385571
6)	0.021192	0.000000
7)	0.000000	0.632127

NO. ITERATIONS= 5

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	COEF	INCREASE	DECREASE
V	1.000000	INFINITY	1.000000
X1	0.000000	0.016802	INFINITY
X2	0.000000	0.012022	INFINITY
X3	0.000000	0.202700	0.009145
X4	0.000000	0.038209	0.202700
X5	0.000000	0.027078	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	RHS	INCREASE	DECREASE
2	0.000000	0.022146	INFINITY
3	0.000000	0.002400	INFINITY
4	0.000000	0.060100	0.002233
5	0.000000	0.032058	0.060100
6	0.000000	0.021192	INFINITY
7	1.000000	INFINITY	1.000000

