

ÖZET

Bu çalışmanın amacı tedarikçi seçiminde kullanılan farklı yöntemlerin nicel ve nitel kriterlerin modele katılım düzeyini etkileyerek sonuçları ne ölçüde farklılaştırdığını araştırmaktır. Çalışmada, tedarikçi seçimi problemleri için Ghodsypour ve O'Brien(Int. J. Prod. Econ. 56 (1998) 199–212) tarafından önerilen, analitik hiyerarşi süreci yöntemi(AHS) ve tamsayılı programlamanın(TP) bütünleşik olarak kullanıldığı model ile yine Ghodsypour ve O'Brien(Int. J. Prod. Econ. 70 (2001) 15–27) tarafından önerilen karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama(MINLP) modeli, sayısal bir örnek üzerinde çözülmüş, modellerin verdiği sonuçlar ve modeller son bölümde tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tedarikçi seçimi; Analitik hiyerarşi süreci yöntemi; NLP

ABSTRACT

The aim of this study is to explore the impact of different supplier selection techniques on results which incorporate quantitative and qualitative criteria to model at different levels. In this study, two model which was proposed to solve supplier selection problems that of first model is an integrated AHP and IP approach (Ghodsypour and O'Brien(Int. J. Prod. Econ. 56 (1998) 199-212) and the second one is mixed integer NLP (Ghodsypour and O'Brien, Int. J. Prod. Econ. 70 (2001) 15-27), are illustrated for a numerical example and advantages of two models are discussed at the end.

Keywords: Supplier selection; Analytic hierarchy process; NLP

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TABLOLAR LİSTESİ	VIII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XII
GİRİŞ.....	1
BİRİNCİ BÖLÜM	3
TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ.....	3
1.1 TEDARİK ZİNCİRİ	3
1.2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ NEDİR?.....	5
1.3. TEDARİK ZİNCİRİNİN AMAÇLARI VE ETKİNLİĞİ.....	6
1.4 TEDARİK ZİNCİRİNİN OLUŞTURULMASI.....	8
1.5 TEDARİK ZİNCİRİ TASARIMI VE MODELLEMESİ.....	8
1.6 TEDARİK ZİNCİRİ TÜRLERİ	10
İKİNCİ BÖLÜM	13
TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİ.....	13
2.1 TEDARİKÇİ SEÇİMİNİN ÖNEMİ.....	13
2.2 TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİNİN AŞAMALARI.....	13
2.3 TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE STRATEJİK DEĞİŞKENLER	14
2.3.1 Çalışılacak Tedarikçi Sayısı.....	14
2.3.2 Tek/Çoklu Kaynaktan Tedarik	14
2.3.3 Tedarikçiyle Çalışılma Süresi	15
2.3.4 Yerli/Yabancı Tedarikçi Tercihi.....	15
2.4 TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE KULLANILAN KRİTERLER	15

2.4.1 Tedarikçi Seçimi Problemlerinde Kullanılan Bazı Kriterler.....	17
2.4.1.1 Fiyat Kriteri	17
2.4.1.2 Kalite Kriteri.....	17
2.4.1.3 Dağıtım Kriteri	17
2.4.1.4 Hizmet Kriteri.....	18
2.4.1.5 Esneklik Kriteri.....	18
2.4.1.6 Teknik kapasite Kriteri.....	18
2.4.1.7 Performans Kriteri	18
2.4.1.8 Finansal Durum Kriteri	18
2.4.1.9 Tesis Özellikleri Kriteri.....	18
2.4.2 Tedarikçi Seçiminde Kriterler Arasında Ödünleştirme .	19
2.4.3 Bütünleşme Seviyesinin Seçim Kriterlerine Etkisi	19
2.4.4 Tedarikçi Seçimi Kriterlerinin Sınıflandırılması	20
2.4.5 Çalışılacak Uygun Kriterlerin Belirlenmesi Süreci	22
2.5 TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİNİN KARMAŞIK YAPISI	22
2.6 TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER	23
2.6.1 Yöntemlerin Sınıflandırılması	24
2.6.2 Doğrusal Ağırlıklandırma Yöntemleri	24
2.6.2.1 Kategorik Yöntemler(Categorical Methods).....	24
2.6.2.2 Ağırlık Noktası Yöntemi(Weighted Point Method)	25
2.6.2.3 Sıralama Yaklaşımı(Outranking Approach).....	25
2.6.2.4 Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi(AHS).....	26

2.6.3 Maliyet Yöntemleri.....	26
2.6.4 Matematiksel Programlama Yöntemleri.....	27
2.6.4.1 Tamsayılı Programlama(Integer Programming).....	27
2.6.4.2 Hedef Programlama(Goal Programming)	27
2.6.4.3 Bulanık Mantık Yaklaşımı(Fuzzy Logic Approach)	28
2.6.4.4 Veri Zarflama Analizi(Data Envelopment Analysis) .	29
2.6.4.5 Yapay Zeka Modelleri(Artificial Intelligence Models) ...	29
2.6.5 İstatistiksel Yöntemler	30
2.7 TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	31
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	33
ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ(AHS).....	33
3.1 AHS Hakkında Genel Bilgiler	33
3.2 AHS'NİN KULLANIM ALANLARI	34
3.3 AHS YÖNTEMİNİN UYGULAMA AŞAMALARI	35
3.3.1 Kriterlerin Belirlenmesi Ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması	36
3.3.2 Karşılaştırmalar Yapılması Ve Ağırlıkların Belirlenmesi	37
3.3.3 Önceliklerin Hesaplanması	38
3.4 AHS YÖNTEMİNDE TUTARLILIĞIN ÖLÇÜLMESİ.....	40
3.5 AHS' NİN UYGULANIŞINA BİR ÖRNEK	42
3.6 LİTERATÜRDE AHS'YE YÖNELİK YORUMLAR VE ELEŞTİRİLER	47
3.7 ÖLÇÜM TÜRLERİ.....	49
3.7.1 Mutlak Ölçüm	49

3.7.2 Görelî Ölçüm.....	51
3.7.3 Mutlak Ölçüm Ve Görelî Ölçümün Karşılaştırılması ...	51
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	53
UYGULAMA	53
4.1. UYGULAMA HAKKINDA GENEL BİLGİLER	53
4.2 TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİNDE BÜTÜNLEŞİK AHS-TP YAKLAŞIMI.....	55
4.2.1. AHS Aşamasının Probleme Uygulanması.....	56
4.2.2 Tamsayılı Programlama Aşamasının Modele Uygulanması.....	67
4.2.2.1 Model Notasyonları.....	67
4.2.2.2. Problem için Modelin Kurulması	68
4.2.2.3. Problemin Tamsayılı Programlama Aşaması Sonuçları..	69
4.2.3 Modelin Duyarlılık Analizi	70
4.2.4. AHS-TP Modeli için Sonuçların Yorumlanması	73
4.3 KARMA TAMSAYILI NLP MODELİ	74
4.3.1 Modelde Kullanılacak Notasyonlar	74
4.3.2 Yıllık Sabit Sipariş Maliyeti(AOC)	75
4.3.3 Yıllık Taşıma Maliyeti(AHC)	76
4.3.4 Yıllık Satınalma Maliyeti(APC).....	77
4.3.5 Yıllık Toplam Satınalma Maliyeti(TAPC).....	77
4.3.6. Model Kısıtları	77
4.3.7. Nihai Model	78
4.3.8. Model Çözüm Algoritması.....	79

4.3.9. Karma Tamsayılı NLP Modelinin Probleme Uygulanması.....	82
4.3.10 Karma Tamsayılı NLP Modeli İçin Sonuçların Yorumlanması	87
DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	87
KAYNAKÇA	103
EKLER	110
EK-1	111
EK-2	112
EK-3	116

TABLolar LİSTESİ

Tablo–1: Kriterlerin Sınıflandırılması	21
Tablo–2: Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Yöntemlerin Değerlendirilmesi.....	32
Tablo–3: Saaty'nin Tercih Ölçeği	37
Tablo–4: Farklı Matris Boyutlarına göre Rassal Indeks(RI)	41
Tablo–5: Örnek için Kriterlerin İkili Karşılaştırma Tablosu	43
Tablo–6: Uygulama Örneği için Normalizasyon İşlemi.....	44
Tablo–7: AHS Yönteminde Ölçüm Türlerinin Karşılaştırılması .	52
Tablo–8: Tedarikçi Firmalara İlişkin Nicel Kriter Değerleri	55
Tablo–9: Kalite Kontrol Politikaları Kriteri için Tedarikçilerin Karşılaştırma Matrisi.....	58
Tablo–10: Değişim Taleplerine Tepki Süresi Kriteri için Karşılaştırma Matrisi.....	58
Tablo–11: İletişim İmkanları Kriteri için Karşılaştırma Matrisi .	58
Tablo–12: Teslimat Güvenliği Kriteri için Karşılaştırma Matrisi	58
Tablo–13: Üretim Devamlılığı Kriteri için Karşılaştırma Matrisi	59
Tablo–14: Üretim Esnekliği Kriteri için Karşılaştırma Matrisi...	59
Tablo–15: Kalite Kriteri için alt-kriterleri Karşılaştırma Matrisi	59
Tablo–16: Hizmet Kriteri için alt-kriterleri Karşılaştırma Matrisi	60
Tablo–17: Amaca göre Kriterlerin Karşılaştırma Matrisi	60
Tablo–18: Teslimata göre alt kriterlerin Karşılaştırma Matrisi...	61
Tablo–19: Üretim Yeteneklerine göre alt kriterlerin Karşılaştırma Matrisi	61

Tablo–20: Nicel Kriterler için Tedarikçi Önceliklerinin Bulunması.....	62
Tablo–21: Üretim Yetenekleri Kriterine göre Tedarikçi Öncelikleri	63
Tablo–22: Sipariş Maliyeti Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri	63
Tablo–23: Değişim Taleplerine Tepki Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri	63
Tablo–24: Hizmet Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri	63
Tablo–25: İade Oranı Kriteri için Tedarikçilerin Öncelikleri.....	64
Tablo–26: İletişim İmkanları Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri .	64
Tablo–27: Kalite Kontrol Politikaları için Tedarikçi Öncelikleri	64
Tablo–28: Zamanında Teslimat Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri	64
Tablo–29: Teslimat Güvenliği Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri	65
Tablo–30: Teslimat Kriteri için Tedarikçilerin Öncelikleri	65
Tablo–31: Üretim Devamlılığı Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri	65
Tablo–32: Üretim Esnekliği Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri...	65
Tablo–33: Kalite Kriteri için Tedarikçilerin Öncelikleri	66
Tablo–34: Tedarikçilerin Sentezlenmiş Genel Öncelikleri	66
Tablo–35: Problemin TP aşaması için Kullanılacak Veriler	68
Tablo–36: Modelin Tamsayılı Programlama Aşaması Çözümü ..	69
Tablo–37: AHS önceliklerinin farklılaştırılmasıyla elde edilen çözüm	70

Tablo–38: Üretim Yetenekleri Kriterine göre Duyarlılık Analizi Grafiği	71
Tablo–39: Öncelik Değişiminde Tedarikçi Sıralamaları için Durumlar	72
Tablo–40: Durumlara göre Tedarikçiler ve Tedarik Miktarları...	72
Tablo–41: NLP Modeli için Kullanılacak Veriler	82
Tablo–42: Karma Tamsayılı Modelleme için Y Tamsayısı Durumları	83
Tablo–43: 1. Durum için Çözüm Çıktısı.....	84
Tablo–44: 1. Durum için Excel Çalışma Sayfası.....	85
Tablo–45: Uygun Durumlara ilişkin Sonuçlar.....	87
Tablo–46: AHS-TP ve NLP Modelinin Karşılaştırması.....	90
Tablo-A: MODEL-1 için Excel Çalışma Sayfası.....	111
Tablo-B1: MODEL-1 Duyarlılık Analizinde 1.Durum için Çözüm Çıktısı.....	112
Tablo-B2: MODEL-1 Duyarlılık Analizinde 2.Durum için Çözüm Çıktısı.....	113
Tablo-B3: MODEL-1 Duyarlılık Analizinde 4.Durum için Çözüm Çıktısı.....	114
Tablo-B4: MODEL-1 Duyarlılık Analizinde 5.Durum için Çözüm Çıktısı.....	115
Tablo-C1: MODEL-2, 2.Durum için Çözüm Çıktısı.....	116
Tablo-C2: MODEL-2, 2. Durum için Excel Çalışma Sayfası....	117
Tablo-C3: MODEL-2, 3.Durum için Çözüm Çıktısı.....	118
Tablo-C4: MODEL-2, 3. Durum için Excel Çalışma Sayfası....	119
Tablo-C5: MODEL-2, 4. Durum için Çözüm Çıktısı.....	120

Tablo-C6:MODEL-2, 4. Durum için Excel Çalışma Sayfası....	121
Tablo-C7:MODEL-2, 5. Durum için Çözüm Çıktısı.....	122
Tablo-C8: MODEL-2, 5. Durum için Excel Çalışma Sayfası....	123
Tablo-C9:MODEL-2, 6.Durum için Çözüm Çıktısı.....	124
Tablo-C10:MODEL-2, 6. Durum için Çalışma Sayfası	125

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil-1: Tedarik Zinciri Yapısı.....	5
Şekil-2: Tedarik Zinciri Ağının Tasarım Aşamaları	10
Şekil-3: Çevik Tedarik Zinciri.....	11
Şekil-4: Yalın veya Çevik Tedarik Zinciri	12
Şekil-5: Tedarikçi Seçimi Sürecine Etki Eden Faktörler.....	16
Şekil-6: Hiyerarşik Ağaç Örneği	36
Şekil-7: Öncelik Matrisin Özvektör Yöntemiyle Bulunması	39
Şekil-8: AHS Yönteminin Uygulama Algoritması.....	42
Şekil-9: Üniversite Seçim Problemi için Hiyerarşik Ağaç	43
Şekil-10: Mutlak Ölçüm Modu için Hiyerarşik Ağaç	50
Şekil-11: AHS-TP Modelinin Uygulama Algoritması.....	56
Şekil-12: Uygulama Problemi için Hiyerarşik Ağaç	57
Şekil-13: Doğrusal Olmayan Programlamayla Tedarikçi Seçimi Modeli Algoritması	81

GİRİŞ

Geride bıraktığımız yüzyılın sonuna doğru yeniden kurgulanan jeopolitik durum ve teknolojik alanda yaşanan değişimlerin kazandırdığı ivmeyle, işletmeler artık küreselleşen ve özelleşen, şiddetli rekabetin hüküm sürdüğü bir ortamda faaliyet gösteriyorlar. Bu rekabet ortamında, işletme içi faaliyetlerin geliştirilmesi yanında tedarikçi, dağıtıcı, perakendeci gibi diğer işletmelerle olan ilişkilerin düzenlenmesi de, işletmeler için değer yaratma sürecinin bir parçası olmuştur. Sürekli değişen ve neredeyse kaybolan coğrafi ve siyasi sınırların rekabeti körüklemesi, işletmeleri; maliyeti düşürecek, arzulanan müşteri memnuniyetini tesis edecek yeni ticari birlikteliklere yönelmektedir. Dolayısıyla, işletmeyi bireysel bir olgu olmaktan öte tedarik, üretim, dağıtım aşamalarıyla ve bu aşamalarda ilişkide olunan işletmelerle bir bütün olarak ele almak; bütünü oluşturan parçalar arasındaki karmaşık iş ilişkileri ağının koordine edilerek yönetilmesi gerekli hale gelmiştir. Bu gerekliliğin neticesinde tedarik zinciri kavramı ve tedarik zinciri yönetimi doğmuştur.

Tedarik zinciri yönetimi, farklı işletme birimlerinin, (1) hammadde/ara ürün temini, (2) hammadde/ara ürünü son ürüne dönüştürme, (3) son ürünü perakendecilere ulaştırma faaliyetlerinde beraber çalıştıkları bütünleşik bir süreçtir (Beamon 1998). Bu süreç; tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar ve müşteriler üzerinde oluşan bir ağdaki malzeme, bilgi ve parasal akışların yönetimini içermektedir. Bu akışların farklı işletmeler arasında ve kendi içindeki koordinasyonu ve entegrasyonu ise tedarik zincirinin başarısını belirleyecektir. Bu nedenle, tedarik zinciri yönetimi, tedarikçilerden son tüketiciye kadar olan tüm değer yaratma sürecinin optimizasyonu ile ilgilenir. Temel optimizasyon kriteri geleneksel olarak maliyeti minimize etmek olsa da, stok seviyelerinin azaltılması, doğru tedarikçi seçimi, doğru ürünün doğru miktarda üretilip doğru rotalama ile müşteriye zamanında ulaştırılması göz önünde bulundurulmuş diğer hedeflerdir.

Tedarik zincirinin performansı, zinciri oluşturan her birimin performansına doğrudan bağlıdır. Bu nedenle, tedarik zinciri yönetimi sürecinde tedarikçilerin seçimi önemli bir problem olarak belirmektedir. Tedarikçinin maliyet, kalite, dağıtım ve hizmet performansı tedarik zincirinin hedeflerine ulaşmasında kilit rol oynar. Belirtilen ana kriterlerin yanı sıra tedarikçinin performans ölçümü için birçok kriter ve alt kriter vardır. Bu bağlamda, tedarikçi seçimi problemi, ölçülebilen ve ölçülemeyen farklı kriterlerin beraber değerlendirilmesini gerektiren çok kriterli bir problemdir.

Mevcut çalışma, dört ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde tedarik zinciri yönetimi ve niteliğine ana hatlarıyla yer verilmiştir. İkinci bölümde tedarikçi seçimi

probleminin önemi ve bu karar probleminde kullanılan kriterler tanıtılarak, bu çalışmanın ana konusunu oluşturan tedarikçi seçimi probleminde kullanılan matematiksel yöntemler özetlenmiştir. Uygulamanın yapılacağı tekniklerden biri olan analitik hiyerarşi süreci yöntemi üzerinde ayrıntılı olarak durulmuş; yöntemin aşamaları, uygulamaları, yöneme ilişkin eleştiriler bağımsız bir bölüm olarak üçüncü bölümde ele alınmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünü oluşturan uygulama kısmında tedarikçi seçimi problemi için literatürde önerilen iki model hipotetik bir problem üzerinde uygulanmıştır. Analitik hiyerarşi süreci yöntemi ve tamsayılı programlamanın bütünleşik kullanıldığı, nicel ve nitel kriterlerin, tedarikçilerin kapasite sınırlarının bir arada değerlendirildiği ilk model için duyarlılık analizleri de yapılarak sonuçların kriter öncelikleriyle nasıl değiştiği incelenmiştir.

İkinci model ise toplam satınalma maliyetini minimize ederek tedarikçi seçimi ve tedarik miktarlarını belirleyen karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama modelidir. Modelin kurulması, uygulama kısmında ayrıntılı olarak açıklanmış ve model aynı hipotetik problemin çözümünde kullanılmıştır. Farklı durumlar ve problem hacimleri için model işletilmiştir.

İki farklı model için çözülen uygulama probleminin verdiği sonuçlar değerlendirilmiş, modellerin karşılaştırması yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Bir işletme doğrudan son kullanıcıya ürün satıyor olabilir, bir ürün üretiyor bir hizmet sağlıyor olabilir veya doğrudan hammaddeyi çıkaran bir işletme olabilir, her durumda ya tedarikçidir ya da tedarikçi için alıcıdır. İşletmelerin bu şekilde alıcı-tedarikçi ilişkisiyle bağlı olduğu günümüzde, bir işletmenin tek başına rekabetçi ortamda avantaj elde edebilecek değer yaratması kolay değildir (Stadtler ve Kilger 2000). Bu durumun üstesinden gelmek için işletmeler ana yetkinlik(core competence) sahibi oldukları aktiviteler üzerinde yoğunlaşırken, diğer aktivitelerini dış kaynak kullanımı(outsourcing) yoluyla işletme dışından satın almaktadırlar. Bir işletmenin bir ürün için sahip olduğu ana yetkinlik, müşteriler için rakiplerinden daha fazla değer üretmek oluşturduğu sürdürülebilir rekabet üstünlüğü sonucu elde edilir (Lakhal vd. 2001).

İşletmeleri dış kaynak kullanımına ve ana yetkinlik alanlarında faaliyet göstermeye iten neden işletmenin tek başına hızlı değişen rekabetçi pazar ortamına ayak uyduramamasıdır çünkü büyük işletmeler karmaşık yapılarıyla ani dönüşümler yapacak esneklikten uzaktır (Talluri vd. 1999).

Neticede, ürün ya da hizmetin özelliği ve kalitesi üretiminde yer alan birden çok işletmenin performansına bağlıdır. Hukuki olarak ayrı olan bu işletmelerin entegrasyonu ve malzeme, bilgi ve para akışlarının koordinasyonu gerekliliği yeni bir yönetim felsefesi olarak tedarik zinciri yönetimini doğurmuştur (Stadtler ve Kilger 2000).

1.1 TEDARİK ZİNCİRİ

Tedarik zinciri, mal ve hizmetlerin tedarik aşamasından, üretimine ve nihai tüketiciye ulaşmasına kadar birbirini izleyen tüm halkaları kapsar. İş süreçleri açısından bakıldığında, tedarik zinciri; satış süreci, üretim, envanter yönetimi, malzeme temini, dağıtım, tedarik, satış tahmini ve müşteri hizmetleri gibi pek çok alanı içine almaktadır (Şen 2006). Dar anlamıyla tedarik zinciri malzeme, bilgi ve para akışıyla bağlı olan iki veya daha fazla farklı işletmeyi içerir (Stadtler ve Kilger 2000).

Tedarik zinciri farklı süreç ve aktiviteler yoluyla tüketicilerin yararına mal ve hizmet üretmek değer yaratan işletmeler ağıdır (Christopher 1998).

Noorul Haq ve Kanan (2006)'a göre tedarik zinciri, pazarlama, üretim, planlama, finansman gibi operasyon fonksiyonlarını, en düşük maliyeti temin ederek hizmet politikasına bağlı kalacak şekilde entegre edip genel bir işletme planı oluşturma stratejisidir.

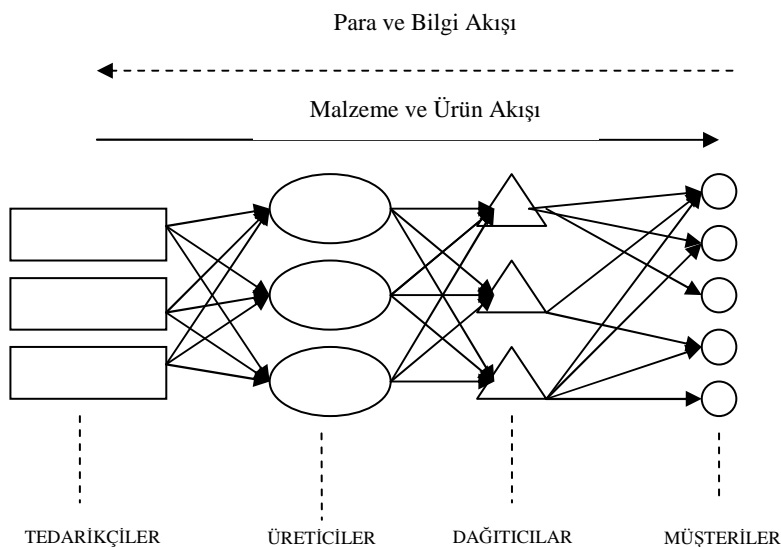
Mabert ve Vankataraman (1998)' a göre tedarik zinciri ürün geliştirme, malzemelerin tedarikçilerden temin edilmesi, tesisler arasında malzemelerin hareketi, ürünlerin üretilmesi, ürünlerin son kullanıcılara dağıtımı ve satış sonrası hizmetleri gerçekleştiren faaliyet ve aktivitelerin ağıdır.

Stevens (1990)' a göre tedarik zinciri; “Hammaddelerin, yarı mamul ve bitmiş mamullerin tedarikçiden müşteriye ulaşıncaya kadar planlanması ve koordine edilmesi ve kontrolünden oluşan bir dizi aktiviteler bütünüdür” (Ganeshan vd. 1999).

Altıparmak vd. (2006)' e göre tedarik zinciri, hammaddenin tedarikinden başlayıp nihai ürünün tüketilmesiyle sona eren aşamada tedarikçi ve alıcıları birbirine bağlar.

Tüm bu tanımlamalar çerçevesinde tedarik zinciri: Müşterinin fiyat, kalite, hizmet ve performans beklentilerine cevap verebilmek için iki ya da daha çok işletmenin bir araya geldiği; ürünün hammaddenin tedarikinden tüketiciye ulaşmasına kadar bulunduğu tüm süreçlerin entegre ve koordine edildiği, değer yaratan işletmeler ağıdır.

Tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar ve müşteriler tedarik zincirinin halkalarını oluşturur. Zincir boyunca, ürün ve malzeme, bilgi ve para akışı oluşur (Beamon 1998). Hammadde tedarikinden başlanarak, ürünün son ürüne dönüştürülmesi, depolanması ve dağıtılması operasyonlarını içeren süreçte, ürün akışı tedarikçilerden müşterilere doğru gerçekleşmektedir. Müşterinin düşük fiyat ve yüksek kalite beklentilerine uygun olarak işleyen bu süreçte bilgi akışı ve para akışı ters yönde olmaktadır. Tipik bir tedarik zinciri yapısı Şekil-1' de gösterilmiştir (Stadtler ve Kilger 2000; Noorul Haq ve Kannan 2006).



Şekil-1: Tedarik Zinciri Yapısı

Kaynak: Stadtler (2000) ve Noorul Haq (2006)'dan uyarlanmıştır.

Beamon (1998)'a göre tedarik zinciri boyunca temel bütünleşik iki süreç gözlemlenir: Üretim planlama ve envanter kontrol süreci, dağıtım ve lojistik süreci.

Min ve Zhou (2002)'ya göre ise tedarik zinciri iki ana iş sürecinden oluşmaktadır: Bu süreçlerden ilki hammadde ve stok yönetiminin, işletme bölümlerinin ve tedarik sürecinin, kontrol ve planlanması faaliyetlerini içeren malzeme yönetimi; ikincisi ise müşteri hizmeti sağlayan tüm dış lojistik faaliyetlerini barındıran fiziksel dağıtım (Paksoy 2005).

1.2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ NEDİR?

Tedarik zincirinin üç temel aşaması olan tedarik, üretim ve dağıtım operasyonlarının tarihsel olarak, birbirinden bağımsız yönetilmesi ve iyileştirilmeye çalışılması, sistemin bütününe ilişkin bir ilginin ihmaline yol açmaktaydı (Thomas ve Griffin 1996). Düşük maliyet ve yüksek hizmet düzeyiyle mal ve hizmetlerin son tüketiciye ulaştırılmasından hareketle tedarik zinciri yönetiminin yükselişiyle, tedarik zincirinin yönetilmesine ilişkin tek merkezli bir yaklaşım artık uygun olmamaktadır (Korpela vd. 2001a). İşletmeler için, zincir üzerindeki birimlerin bağımsız etkinlikleri üzerine yoğunlaşılması yerini tüm birimleri kapsayan bir yönetim politikasına bırakmaktadır çünkü zincirdeki tek bir halkanın performansının iyileştirilmesi yerine tüm zincirin iyileştirilmesi rekabet avantajının artırılmasında daha etkin bir yol olmuştur(Korpela vd. 2001b).

Tedarik zinciri yönetimine ilişkin ilk tanımlar, dağıtım ve üretimin optimizasyonu, zincir boyunca malzeme ve bilgi akışının hızlandırılması gibi günlük aktivitelerin etkin performanslarına yoğunlaştığından, tedarik zinciri yönetimi ve lojistiğin tanımları neredeyse aynı olmaktadır (Ross 1998). Örneğin; Tedarikçiler, üreticiler ve dağıtım birimleri gibi tesislerin içindeki ve aralarındaki malzeme ve bilgi akışlarının yönetilmesi, tedarik zinciri yönetiminin tanımı olduğu kadar lojistiğe de uymaktadır (Clinton ve Calantone 1997). Cooper ve di. (1997) tedarik zinciri yönetiminin tanımında lojistiğin tanımına ek olarak; yeni ürün geliştirme, finansman ve pazarlama kavramlarının da kullanıldığını belirtmişlerdir.

Tedarik Zinciri Yönetimi, müşteriye, doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyata tüm tedarik zinciri için mümkün olan en düşük maliyetle ulaşmasını sağlayan malzeme, bilgi ve para akışının entegre yönetimidir (Muralidharan vd. 2002; Wang vd. 2004).

Bir başka deyişle zincir içinde yer alan temel iş süreçlerinin entegrasyonunu sağlayarak müşteri memnuniyetini artıracak stratejilerin ve iş modellerinin oluşturulmasıdır (Şen 2006).

APICS'in (The American Production and Inventory Control Society) tanımına göre; "Tedarik Zinciri Yönetimi, müşteriye hizmet sağlayan ve ürüne değer katan işletme içinde ve dışındaki tüm fonksiyonların koordine edilmesidir."

Simchi-Levi ve Kaminsky (2004)'ye göre tedarik zinciri yönetimi; "Mamulün doğru miktarlarda, doğru yerde ve zamanda, gerekli müşteri hizmet beklentisinin karşılanarak, tüm sistem maliyetlerinin minimize edilip üretilmesi ve dağıtılması için, tedarikçilerin üreticilerin, depoların ve mağazaların bütünleştirilmesinde yararlanılan bir yaklaşımlar kümesidir".

Tedarik zinciri yönetimi son yıllarda teoride ve uygulamadaki çalışmalarla birlikte literatürde geniş bir yer tutmaktadır. Bütünleştirilmiş tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri optimizasyonu ve tedarik zinciri işbirliği bir çok işletmelerin odaklandığı konular arasında yer almıştır (Stadtler ve Kilger 2000).

1.3. TEDARİK ZİNCİRİNİN AMAÇLARI VE ETKİNLİĞİ

Tedarik zinciri bünyesinde yürütülen tüm faaliyetlerin stratejik amacı rekabetçiliğin geliştirilmesidir (Stadtler ve Kilger 2000). Bir başka deyişle "Tedarik zinciri yönetiminin en üst amacı müşteri talebini en verimli şekilde karşılamaktır" (Wang vd. 2004). Tedarik zincirinde, müşterilerin beklentilerine uygun olarak ürünün rekabet avantajının artırılmasının sorumluluğu sadece tek bir işletmeye değil tüm zincire aittir. Rekabet bu şekilde tekil işletmelerden tedarik zincirlerine kaymaktadır (Paksoy vd. 2003). Yüksek düzeyde müşteri hizmetleri ise rekabetin geliştirilmesi ve rekabet üstünlüğü için başlıca kaynaktır (Korpela vd. 1998). Tedarik zincirinde rekabetçiliğin geliştirilmesi temel olarak, işletmelerin entegrasyonuna ve malzeme, bilgi ve para akışının bu işletmeler arasında iyi bir şekilde koordine edilmesine bağlıdır (Lee ve Ng 1998).

İşletmeler arası bir entegrasyon için öncelikle hangi işletmelerin iş ortağı olarak tedarik zincirine katılacağına karar verilmesi gerekir. Bu işbirliğine hangi işletmelerin katılacağı ise tedarik zinciri ağının etkinliği açısından önemlidir. Bu işbirliğinde doğru ortakların seçilmesi, tedarik zincirinin uyumunu ve değerini artıracaktır (Stadtler ve Kilger 2000).

İş ortaklarının seçimi için Stadtler ve Kilger (2000) üç aşama önermiştir: Öncelikle mal veya hizmet üretilecek sektör bölümündeki aktiviteler analiz edilir. İkinci olarak ana yetkinlik alanına girmeyen aktiviteler dışardan alınmak üzere zincir dışında bırakılır. Son

olarak ana yetkinlik aktiviteleri uygun birimlere dağıtılır. Zincire dahil edilecek birimlerin, rekabetçiliği artıracak ve uzun dönem çalışılacak iş ortakları olmasına dikkat edilir.

Tedarik zincirini oluşturacak uygun işletmelerin seçimi yanında bu işletmelerin entegrasyonu için, tek bir işletme gibi faaliyet gösterecek şekilde ağ organizasyonları oluşturmaları ve zincir boyunca bilgi ve yöntem bilgisi(know-how) paylaşımında işbirliği halinde olmaları beklenir (Stadtler ve Kilger 2000).

Tedarik zincirinin rekabetçiliğinin artırılması için bilgi, malzeme ve para akışının da koordine edilmesi gerekir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı, süreç yönelimi(process orientation) ve ileri planlama(advance planning) gibi fonksiyonlar başarılı bir koordinasyon için temel taşlardır (Stadtler ve Kilger 2000).

Tedarik zincirleri için üst amaç olarak görülen rekabetçiliğin geliştirilmesi yanında taktiksel düzeyde tedarik zincirinde amaç etkin bir tedarik ve etkin bir dağıtımdır (Korpela vd. 2001a).

Hintlian (2001)'a göre etkin bir tedarik zinciri yönetimi için gözetilmesi gereken yedi temel prensip şu şekilde sıralanabilir;

1. Tedarik zinciri sürecine müşteri ile başlanmalı. Müşterinin ihtiyaçlarını ve değerlerini gözeterek, beklentilerini karşılamak üzere müşteriler ihtiyaçlarına göre gruplandırılmalıdır.

2. Lojistik değerler sadece bulunulan işletme için değil, tedarik zincirindeki tüm birimler için geçerli olmalıdır. Dağıtım merkezlerinin, stokun ve taşıma operasyonlarının tedarik zinciri içine yerleştirilmeleri hem alt hem de üst aşamalardaki katılımcılar gözetilerek yapılmalıdır.

3. Etkin müşteri hizmetleri için müşteri yönetimi organize edilmelidir.

4. Satış ve operasyonların planlaması, hızlı yanıt verecek bir tedarik zincirine göre düzenlenmelidir. Tüm fonksiyonlar için tek bir talep tahmini kullanılması gereklidir. Bu ise hem işletme içinde hem de zincirdeki diğer işletmelerle eş zamanlı talep bilgisi ile mümkün olabilir.

5. Esnek ve verimli operasyonlar için üretim ve tedarikin etkinliği artırılmalıdır. Tam zamanında üretim(TZÜ) gibi teknikler bu esnekliğin sağlanmasında yardımcıdır.

6. Tedarik zincirini oluşturan tüm kanal boyunca stratejik işbirliği ve ilişkiler üzerinde odaklanılmalı ve güçlüğüne karşın, tüm zincirin tek bir varlık halinde faaliyet gösterme zorunluluğundan dolayı doğru bir stratejik işbirliği çalışması yürütülmelidir.

7. Müşteri odaklı performans ölçütleri geliştirilmelidir. Bu tür ölçütler bütün zincir elemanlarının davranışları hakkında ipuçları vererek sistemin ekonomik performansını anlamamıza yardımcı olur.

Etkin bir tedarik zinciri yönetimi, işletmenin üretim ve pazarlamaya ilişkin faaliyetlerini olumlu yönde etkileyerek; daha fazla müşteri memnuniyeti, daha etkin ve verimli bir işletme olunmasını sağlamaktadır. Etkin bir tedarik zinciri yönetiminin işletmeye sağlayacağı yararlar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Şen 2006):

- Girdilerin teminini garantileyerek, üretimin devamlılığını sağlar.
- Tedarik süresini azaltarak, pazardaki değişikliklere kısa sürede cevap verilmesini sağlar.
- Tüketici taleplerini en iyi şekilde karşılayarak kaliteyi artırır.
- Teknoloji kullanarak, yeniliği teşvik eder.
- Toplam maliyetleri azaltır.
- İşletmenin tüm bilgi, materyal ve para akışı yönetilebilir duruma gelir.

Etkin bir tedarik zinciri yönetimi, bahsedilen yararları sağlayarak, işletmelere rekabet üstünlüğü oluşturmada katkı yapmaktadır (Güleş ve Çağlayan 2002).

1.4 TEDARİK ZİNCİRİNİN OLUŞTURULMASI

Tedarik zincirinin her birimi bağlantılı olduğu birimlerle etkileşim halindedir. Zincirin performansının artırılması bu etkileşimlerden oluşan yönetim fonksiyonlarının verimli işletilmesiyle mümkündür. Tedarikçi seçimi, üretim planlama ve envanter yönetimi, dağıtım ve lojistik, tedarik zinciri sürecinde etkin yönetilmesi gereken aşamalar olarak belirmektedir (Beamon 1998).

Tüm bu aşamaların etkin yönetilebilmesi için tedarik zincirin az sayıda elemanla oluşturulması yani tedarik zinciri ağının yalınlığı önemlidir (Paksoy 2005). Tedarik zincirine katılacak elemanların seçiminde uzun dönem çalışılabilecek ve sürdürülebilir rekabet avantajı yaratacak ortakların tercih edilmesi diğer önemli noktadır (Stadtler ve Kilger 2000).

1.5 TEDARİK ZİNCİRİ TASARIMI VE MODELLEMESİ

Tedarik zincirini oluşturan elemanlar gerek işletme içinde gerekse diğer işletmelerle tedarik, üretim ve çizeleme, depolama ve dağıtım faaliyetleri oluştururlar. Bu faaliyetlerin tekil olarak çalışıldığı modellerin yanında tüm tedarik zincirini sistematik yaklaşımla ele alan

ve modelleyen çalışmalar üretim-dağıtım sistemleri olarak literatürde yer bulmuştur (Vidal ve Goetshalckx 1997). Bu çalışmalara (Talluri ve Baker 2002; Yan vd. 2003; Vidal ve Goetshalckx 1997; Chen ve Lee 2004) örnek gösterilebilir.

Beamon (1998), tedarik zinciri tasarımı ve modellemesi için yapılan çalışmaları dört ana başlıkta toplamıştır:

1. Deterministik Analitik Modeller,
2. Stokastik Analitik Modeller,
3. Ekonomik Modeller,
4. Benzetim Modelleri.

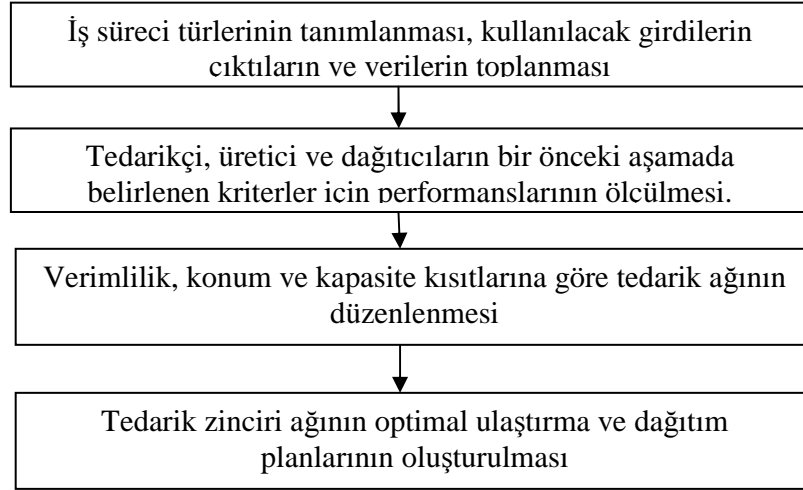
Thomas ve Griffin (1996) ise tedarik zinciri sistemini oluşturan faaliyetlerin ikişer olarak koordinasyonunu ele alan çalışmaları üç kategoride sınıflandırmıştır: Tedarikçi-alıcı, Üretim-dağıtım ve Envanter-dağıtım faaliyetlerinin koordinasyonu. Bu çalışmanın ana konusunu oluşturan tedarikçi seçimi problemi bu yönüyle tedarikçi-alıcı koordinasyonunun sağlanması kategorisine eklenebilir.

Tedarik zincirini tümünü ele alan bir modelde aşağıdaki kararların verilmesi gerekir (Vidal ve Goetshalckx 1997):

- Üretim birimleri ve depoların sayısı, yeri, kapasitesi ve türünün belirlenmesi,
- Hangi tedarikçilerle çalışılacağı,
- Ulaştırma kanallarının belirlenmesi,
- Tedarikçi, üretici, dağıtıcı ve müşteriler arasında taşınacak ve üretilecek olan hammadde ve ürün miktarı,
- Değişik yerlerde envanter olarak tutulacak olan hammadde, ara ürün ve ürün miktarları.

Talluri ve Baker (2002) tedarik zinciri ağının tasarımında çok aşamalı matematiksel bir yöntem önermişlerdir. Bu çalışmaya göre tedarik zinciri ağının oluşturulması süreci Şekil-2 deki gibi gösterebilir. Bu yöntemde, zinciri oluşturan tüm halkalar için veri zarflama analiziyle(DEA) performans ölçümü yapılmakta, sonra konum, kapasite ve verimlilik kısıtları altında tamsayı programlamayla çalışılacak olan işletmeler belirlenmekte, son aşamada ise ulaştırma yöntemiyle dağıtım kanalları ve miktarları bulunmaktadır. 18 tedarikçi, 47 üretici ve 13 dağıtıcının bulunduğu bu çalışmada, öncelikle veri zarflama analizi yöntemiyle bir eleme

yapılarak uygun olanlar seçilmiş, kalanlar ise kısıtlar altında tamsayı programlamayla bir elemeye daha tabi tutulmuştur. Böylece Tedarik zinciri ağına dahil edilecek olan tedarikçi, üretici ve dağıtıcılar belirlenmiştir. Son aşamada ise dağıtım miktarları ve optimal rotalar ulaştırma yöntemiyle bulunmuştur.



Şekil-2: Tedarik Zinciri Ağının Tasarım Aşamaları

Kaynak: Talluri ve Baker (2002)

1.6 TEDARİK ZİNCİRİ TÜRLERİ

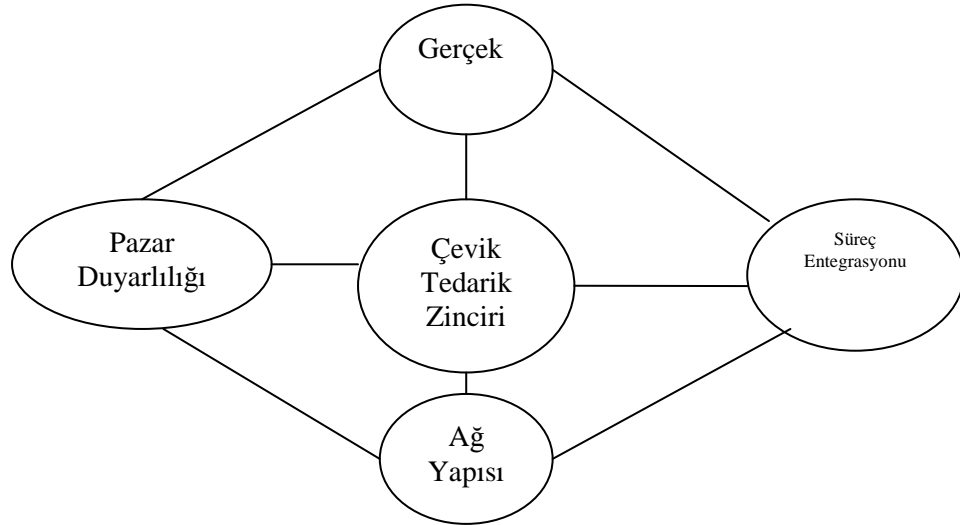
Tedarik zinciri türleri temel olarak 3 kategoride sınıflandırılabilir (Wang vd. 2004): Yalın tedarik zinciri(Lean Supply Chain-LSC), Çevik tedarik zinciri(Agile supply chain-ASC), Melez tedarik zinciri(Hybrid supply chain-HSC).

LSC, zincir boyunca bir duraksama ve ataletle izin vermeyen, sürecin akışını kesintiye uğratmayan bir amaca göre biçimlenir. Hazırlık zamanlarının düşürülmesi, maliyetlerin azaltılması ve ürün özelliklerinin geliştirilmesi bu amaca hizmet eden faaliyetlerdendir. Tedarikçi seçiminde temel kriter maliyet ve kalitedir. Zincir boyunca düşük envanter seviyesi yakalanmaya çalışılır. Yüksek performans, düşük maliyet bu zincir yönetimini özetlemektedir. Talep dalgalanmalarının olmadığı veya doğru tahmin edildiği durumlarda LSC, verimlilik ve yüksek kar sağlamaktadır (Wang vd. 2004). Talep tahmin edilebilir, değişiklik gerekliliği düşük ve ürün hacmi yüksek ise LSC yaklaşımı anlamlıdır (Christopher 2000).

Çeviklik(Agility) kavramının organizasyon tanıtımı için ortaya çıkması esnek üretim sistemlerine dayanır. ASC'nin en temel özelliklerinden birisi esnek organizasyon yapısına sahip olunmasıdır ki esneklik kavramı sadece üretimle ilgili hazırlık zamanlarının

düşürülmesinin ötesinde ürün karmaşında ya da hacmindeki değişikliklere hızlı cevap verebilme özelliğine de işaret etmektedir (Christopher 2000). ASC, beklenmeyen talep değişimlerine cevap vermeye odaklanmıştır. Müşteri beklentilerini algılayarak olası değişimler karşısında hazırlıklı olmak, bu değişimin gerektirdiği talep dalgalanmalarına hızla cevap verebilecek bir organizasyon yapısına sahip olmak ASC'nin temel özellikleridir. Tedarikçi seçiminde temel kriterler, hızlı teslimat, esneklik ve kalitedir. Olası talebi karşılamak için büyük stoklar tutulur. ASC üretimini, müşteri talepleriyle şekillendirir (Wang vd. 2004).

Bir tedarik zincirinin tam anlamıyla çevik olarak adlandırılabilmesi için Şekil-3'te belirtilen ayırt edici özelliklere sahip olması gerekir (Christopher 2000). Pazar duyarlılığına sahip olunması, müşterilerin beklentilerine uygun gerçek talebin okunabilmesi ve karşılık verilebilmesidir. İşletme ve tedarikçi arasında veri paylaşımı için bilgi teknolojilerinin paylaşımı gerçek(virtual) bir tedarik zinciri yapısını göstermektedir. Çevik tedarik zincirinin diğer iki özelliği, süreç entegrasyonu ve çok sayıda işletmenin rekabet üstünlüklerini ortaya çıkaracak şekilde aę oluşturmalarıdır (Christopher 2000).



Şekil-3: Çevik Tedarik Zinciri

Kaynak: Christopher (2000)

Bir tedarik zincirinin, yalın veya çevik tedarik zinciri olarak nitelendirilmesi Şekil-4'te belirtilen özelliklerin değişimine göre yapılabilir (Christopher 2000).

Değişiklik/ Değişkenlik	<i>Çok</i>	ÇEVİK	
	<i>Az</i>		YALIN
		<i>Az</i>	<i>Çok</i>

Üretim Hacmi

Şekil-4: Yalın veya Çevik Tedarik Zinciri

Kaynak: Christopher (2000)

Fisher (1997) ürünün fonksiyonel/yeni bir ürün, Stratton ve Yusuf (2000) ürünün standart/özel ürün oluşuna göre, tedarik zinciri türlerine ilişkin benzer talep-ürün matrisleri oluşturmuşlardır (Stratton ve Warburton 2003).

Huang (2002) tarafından öne sürülen, iki tür tedarik zinciri yönetiminin ara formu olan HSC, ürünün son aşamada farklılaştırıldığı üretim biçimlerini oluşturur. Dolayısıyla üretim sürecinin başı LSC ye benzerlik gösterse de son aşaması müşteri beklentilerine odaklandığı için ASC' ye benzemektedir. Fisher (1997), talebin karakteri tedarik zincirinin oluşturulması aşamasında belirlense de, tedarik zincirinin kimi zaman zayıf kimi zaman çevik tedarik zinciri özellikleri gösterebildiğini belirtmiştir. Bu tür melez tedarik zincirlerinde düşük stok seviyeleri tutulur (Wang vd. 2004).

İKİNCİ BÖLÜM

TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİ

2.1 TEDARİKÇİ SEÇİMİNİN ÖNEMİ

Birçok sektörde hammadde ve yardımcı ekipman maliyetleri işletmelerin tüm maliyetlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Noorul Haq ve Kannan 2006). Çoğu işletme için bu miktar tüm maliyetlerinin %45–65 'ini oluşturmaktadır (Arunkumar vd. 2006). Weber vd. (1991)'e göre teknoloji üreten işletmeler için, satın alınan ürün ve hizmetlerin toplam ürün maliyeti içindeki payı %80'e ulaşabilmektedir (Ghodsypour ve O'Brien 2001). Dolayısıyla işletmelerin maliyeti azaltma yolundaki başarısında tedarik birimlerinin faaliyetleri ve bu faaliyetler içinde de tedarikçilerin seçimi özel önem ifade eder. Tedarik biriminin görevi yeterli kalitede, yeterli miktarda uygun fiyattan ve başarılı dağıtım kanallarıyla hammadde ve ekipman tedarikidir (Muralidharan vd. 2002).

Günümüzde değişken talepler, küresel rekabet, pazardaki yenilikler, teknolojik değişimler ve sistematik olmayan pazar trendleri işletmeleri, tedarik felsefelerini ve uygulamalarını değerlendirmek ve değiştirmek zorunda bırakmıştır (Karpak vd. 1999). Bu değişimlerin ve rekabetçi ortamın bir sonucu olarak daha uygun fiyattan daha kaliteli ürün talebi tedarik birimlerinin yükünü artırmıştır. Başarılı bir tedarik zinciri yönetimi için başarılı bir tedarikçi seçimi süreci gerekli hale gelmiştir; Muhtemel tedarikçiler arasından hangisi veya hangileri ile çalışılacağı tedarik zincirinde amaçlanan hedeflere ulaşılması için kritik önem arz etmektedir (Fuh-Hwa ve Hai 2005).

2.2 TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİNİN AŞAMALARI

Boer vd. (2001) tedarikçi seçimi problemini 4 aşamada incelemişlerdir:

- İlk aşamada problem tanımlanmaya çalışılır; tedarikçiye ihtiyaç duyulup duyulmadığı, tedarikin tek/çok kaynaktan yapılması, mevcut tedarikçinin değiştirilmesi gibi temel kararlar ve alternatif tedarikçilerin varlığı değerlendirilir.
- İkinci aşamada tedarikçi seçiminde gözönünde bulundurulacak kriterler formüle edilmeye çalışılır. Her problem örneği(farklı ürün, farklı sektör vb.) için kriterlerin tekrar gözden geçirilmesi gerekir.
- Üçüncü aşamada potansiyel tedarikçi alternatifleri bir ön elemeye tabi tutulur(pre-qualification).

- Son aşamada ise bir önceki aşamada ön elemeyi geçmiş olan tedarikçiler arasından seçim yapılır.

Boer vd. (2001)'nin tedarikçi seçimi için önerdiği son iki aşama tedarikçi seçimi probleminde kullanılan yöntemleri, tedarikçileri ön elemeye tabi tutan ve nihai seçimi yapan aşamalar olarak ikiye ayırmaktadır.

2.3 TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE STRATEJİK DEĞİŞKENLER

Tedarikçi seçimi probleminde Boer vd. (2001) tarafından ilk aşama olarak görülen problemin tanımlanması, öncelikle probleme ilişkin bir çerçevenin çizilmesini gerektirir. Tedarikçi seçimi sürecinde birçok stratejik değişken dikkate alınır: Bunlar; çalışılacak tedarikçiyle ne kadar süreyle çalışılacağı, yerli/yabancı tedarikçi tercihi, çalışılacak tedarikçi sayısı, tek/çoklu tedarik türü tercihidir (Noorul Haq ve Kannan 2006).

2.3.1 Çalışılacak Tedarikçi Sayısı

Tedarikçi seçimi sürecinde amaç riski azaltmak ve alıcının toplam değerini en çoklamaktır (Noorul Haq ve Kannan 2006). Az sayıda güvenilir tedarikçiyle çalışılması maliyet ve işlemler açısından fayda sağlasa da, gelecekte tedarikçiler açısından oluşabilecek öngörülemeyen riskleri barındırarak kırılganlığa yol açar. Fazla sayıda tedarikçi ise beraberinde yüksek maliyetleri getirecektir, öte yandan fazla sayıda tedarikçiyle çalışılması rekabetin getireceği kalite, düşük fiyat ve daha iyi hizmet avantajlarına sahiptir (Kumar vd. 2006). Tedarikte beklenmeyen kesilmeler karşısında alternatiflerin çokluğu tedarik akışının devamlılığı açısından önemli bir güvencedir. Dolayısıyla çalışılacak tedarikçi sayısı maliyet ve risk arasında bir ödünleşmeyi gerekli kılar. Tedarikçi seçimi probleminin başarısı sadece hangi tedarikçiler ile çalışılacağına ilişkin tek bir seçim sonucu vermesinin ötesinde probleme ilişkin en iyi muhtemel çözümleri de sunmasına bağlıdır (Arunkumar vd. 2006).

2.3.2 Tek/Çoklu Kaynaktan Tedarik

Yapısı itibariyle iki tür tedarikçi seçimi problemi vardır (Ghodsypour ve O'Brien 1998): Birincisi; tedarikçiler üzerinde hiçbir kısıtın bulunmadığı, tedarikçilerin alıcının talep miktarı, kalite, dağıtım gibi tüm ihtiyaçlarına eksiksiz cevap verebildiği durumdur. Böyle durumlarda işletme sadece en iyi tedarikçiyi seçecek ve tüm ihtiyacını tek kaynaktan(single sourcing) karşılayacaktır. İkinci tür tedarikçi seçimi probleminde ise tedarikçilerin kapasite, kalite ve talep büyüklükleri gibi kısıtlamaları vardır. Bu noktada iki aşamalı bir karar gerekmektedir; Hangi tedarikçiler seçilmelidir ve bu tedarikçilere ilişkin tedarik miktarları ne

olmalıdır (Lee ve Lee 2000). İşletme böyle durumlarda ihtiyacını birden çok kaynaktan(multiple sourcing) karşılamak durumundadır.

Tedarik türünü belirleyen sadece tedarikçiye ilişkin kapasite kısıtı değildir. Çoğu zaman tek bir kaynaktan tedarik mümkün olsa da, tedarik akışının farklı alternatiflerle güvenceye alınması, fazla sayıda tedarikçiyle çalışılmasıyla elde edilecek düşük fiyat, yüksek kalite avantajı gibi nedenlerle çoklu kaynaktan tedarik tercih edilmektedir (Ghodsypour ve O'Brien 1998).

2.3.3 Tedarikçiyle Çalışılma Süresi

Günümüzde, işbirliği(Collaborate) tedarikçi-alıcı ortaklığı, az sayıda ancak yüksek kalitede tedarikçiyle çalışılması eğilimini artmaktadır (Karpak vd. 1999). Bu ise uzun dönemli bir çalışma ve işbirliği imkanı sunan tedarikçilerin seçimiyle mümkündür. Burgess ve Güleş (2000)'e göre işbirliğinin artması, ortakların her birinin rekabet yeteneğini ve tedarik zincirinin performansını artırmaktadır, neticede alıcı tedarikçi ilişkilerinin rekabetçi yapıdan işbirliği esasına dayanan yapıya dönüşmesi stratejik bir gereklilik olmuştur.

2.3.4 Yerli/Yabancı Tedarikçi Tercihi

Küresel rekabet koşulları işletmeleri tanıdık olmadıkları farklı, iş kültür ve geleneklerine sahip olan uluslar arası ortaklarla çalışmak zorunda bırakmaktadır (Chan ve Kumar 2005). Yabancı tedarikçi seçiminde, sağlanacak rekabet avantajı fırsatının yanında, iş ortağı olarak seçilen yabancı tedarikçinin kendine özgü coğrafi konum, politik istikrarsızlık ve terör tehdidi gibi risk faktörlerinin (Chan ve Kumar 2005); gümrük tarifeleri, dış ticaret düzenlemeleri ve kur oranlarının (Beamon 1998) dikkate alınması gerekir.

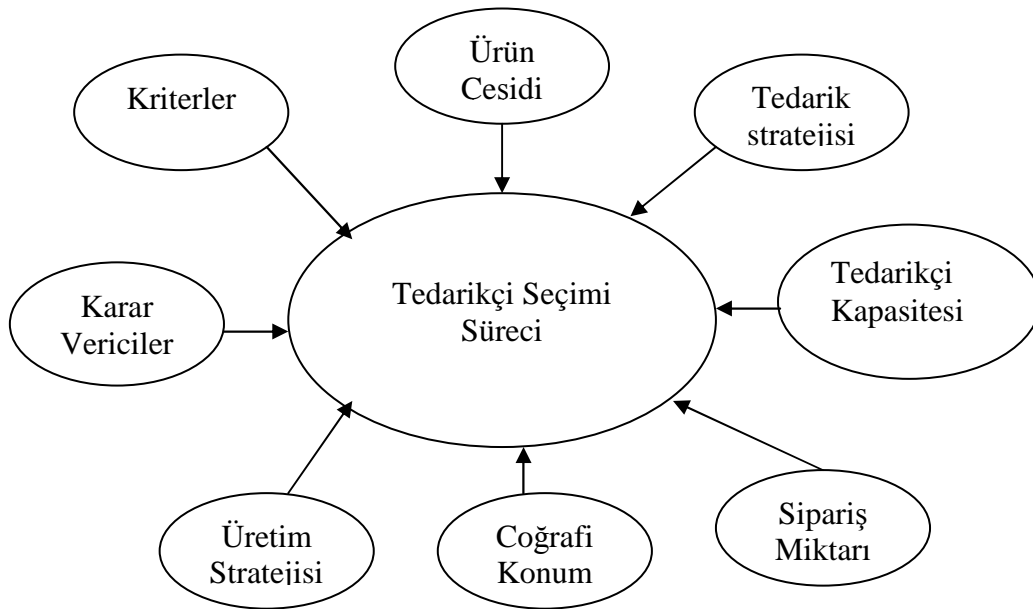
2.4 TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE KULLANILAN KRİTERLER

Var olan tedarikçi alternatifleri arasından yapılacak bir seçimde öncelikli olarak bu seçimin hangi kriterler temel alınarak yapılacağı gelir. Weber (1991, 1993) mevcut literatürde 74 makalede tedarikçi seçimi problemine TZÜ üretim stratejisinin etkisini incelemiş; fiyat, kalite ve dağıtım kriterlerinin makalelerde sırasıyla %80, %59 ve %54 oranında ele alındığını görmüştür (Fuh-Hwa ve Hai 2005). Dickson'un tedarikçi seçimini inceleyen çalışmasında kullandığı 23 kriteri hareket noktası belirleyen bu çalışma, Dickson'un (1966) tedarikçi seçiminde fiyat, kalite ve dağıtım performansını temel kriterler olarak kabul eden bu çalışmasını desteklemiştir. Weber (1991), bu üç kriterin yanında coğrafi konum, kapasite ve olanaklar, teknik beceri gibi kriterleri de tedarikçi seçiminde belirleyici kriterler olarak saymıştır. Bu çalışmada, beklenenin aksine fiyatın tedarikçi seçiminde en önemli kriter

olmadığı, en önemli kriter olarak bulunan kaliteyi ise sırasıyla fiyat ve dağıtım performansı kriterlerinin takip ettiği görülmüştür (Talluri ve Narasimhan 2004). Roa ve Kiser (1980) ve Bache vd. (1987) tedarikçi seçimi için sırasıyla 61 ve 50 kriter saymışlardır.

Tedarikçi seçimi için temel kriterler kabul edilen fiyat, kalite ve dağıtım performansının yanına gelişen teknoloji ve artan rekabetin bir sonucu olarak esneklik, yenilikçilik ve müşteri hizmetleri gibi yeni kriterler eklenmiştir (Olhager ve Seldin 2004). Farklı sektörlerdeki farklı işletmelerin hem sektörlerinin gerekliliği hem de özel koşulları sebebiyle daha farklı kriterleri ana kriterlere ekledikleri görülmektedir. Schmitz ve Platts (2004), Avrupa’da otomotiv endüstrisindeki işletmelerin bilgi yönetimi, iş motivasyonu, öğrenme, strateji oluşturma ve iletişim gibi faktörleri de tedarikçi seçimi için performans kriterleri olarak ele aldıklarını söylemektedir.

Tedarikçi seçimi problemi çok sayıda faktörün etkilediği bir karar verme problemidir. Wilson (1994)’a göre tedarikçi performanslarının ölçümü için kullanılacak kriterler, tedarikçilerin coğrafi konumları ve kapasiteleri, karar vericilerin tercihleri, ürün yapısı ve işletmenin tedarik politikaları, tedarik seçimi problemini çok kriterli bir problem haline getirmektedir. Tedarikçi seçiminde karar verme problemine etki eden faktörler Şekil-5’te gösterilmiştir.



Şekil-5: Tedarikçi Seçimi Sürecine Etki Eden Faktörler

Kaynak: Wilson (1994)

2.4.1 Tedarikçi Seçimi Problemlerinde Kullanılan Bazı Kriterler

Tedarikçi seçiminde üzerinde durulan bazı kriterler ve kriterlere ilişkin özellikler Muralidharan vd. (2002)'ın tedarikçi seçiminde çok-kişili karar verme çalışması temel alınarak aşağıda verilmiştir:

2.4.1.1 Fiyat Kriteri

Satın alınacak bir hizmet ya da malın seçiminde, bu işlem için işletmenin katlanacağı maliyet, tedarik işlemlerinde en çok dikkat edilen noktalardan biridir; kar maksimizasyonu maliyet minimizasyonuna olmadan mümkün değildir (Chan ve Kumar 2005). Satın alma maliyeti, tedarik edilen miktara göre değişebilmektedir. Miktar indiriminin bulunduğu durumlarda, tedarik miktarının fiyatla etkileşimi dikkate alınmalıdır (Arunkumar vd. 2006). Uluslararası bir ortakla çalışılması durumunda ise gümrük ve kargo maliyetleri yeni kriterler olarak tedarikçi seçimi problemine eklenmektedir (Chan ve Kumar 2005).

2.4.1.2 Kalite Kriteri

Tedarik edilecek ürünün kalitesi ve performansı kimi zaman fiyat kriterini zorlamaktadır. Satın alınan bir ürünün kalite veya performansındaki eksiklik, üretim ve sipariş kesintilerine yol açabilmek de, ürünün tamiri, değiştirilmesi gibi zaman ve maliyet yükü getirmek de müşteri kayıplarına yol açabilmektedir. Fiyat uygunluğu nedeniyle tercih edilen bir tedarikçi, kalite ve performans eksikliği nedeniyle seçim tercihi sebebi olan fiyat avantajını yitirebilmektedir. Tedarikçinin işbirliği için uyguladığı kalite kontrol biçimi, kalite standartlarına sahip olması, üretimindeki hata oranı gibi alt faktörler kalite kriteri altında değerlendirilmektedir (Chan ve Kumar 2005). Toplam kalite yönetimi(TKY), tam zamanında üretim(TZÜ) gibi yeni stratejilerle yakınlık doğru tedarikçi seçimi için kalite kriterinin detaylı değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır (Weber vd. 1991).

2.4.1.3 Dağıtım Kriteri

Tedarikçinin siparişini zamanında teslim etmesi işletmenin faaliyetlerinin aksamaması için önemlidir (Chan ve Kumar 2005). Tedarikçinin süresinde teslimat yapabilmesi için üretim ve dağıtım esnekliğine sahip olması, kapasitesinin yeterli oluşu ve taşıma maliyetleri gibi alt kriterler göz önünde bulundurulur. Verilen taahhüt ve programa uygun bir teslimatın yanında, güvenli bir teslimat prosedürüne sahip olunması da dikkat edilen faktörlerdendir (Stadler ve Kilger 2000).

2.4.1.4 Hizmet Kriteri

Tedarikçinin işletmeyle işbirliği içinde çalışabilmesi için rahat iletişim kanallarına ve imkanlarına sahip olması gerekir. Hatalı ürünlerin geri dönüşü, teknik destek, garanti koşulları, müşteri hizmetleri verimliliği, işbirliğinin verimini artıracaktır. Satış sonrası destek ve yedek parça güvenliği dikkate alınmalıdır.

2.4.1.5 Esneklik Kriteri

Üründe talep edilecek tasarım değişikliklerine, ürün bileşimi değişikliklerine, ve ürün hacmindeki değişikliklere hızlı tepki verebilmesi tedarikçi için artı özelliklerdir. Değişimlere daha hızlı cevap verebilen tedarikçi müşteri hizmetleri performansı için gereklidir (Chan ve Kumar 2005).

2.4.1.6 Teknik kapasite Kriteri

Teknik problemleri çözme becerisi, teknik eleman yeterlilikleri, araştırma geliştirme birimlerinin etkinliği, tedarikçinin üretebileceği ürün skalası teknik kapasite altında değerlendirilen kriterlerdir.

2.4.1.7 Performans Kriteri

Tedarikçi için geçmiş dönem tecrübelerinden edinilen, dürüstlük, işbirliği, olumlu yaklaşım gibi özellikleri geçmiş dönem performans kriteri altında değerlendirilir. Tedarikçinin geçmiş dönem performansı rekabetçi yapıya sahip olup olmadığının değerlendirilmesi için önemlidir (Chan ve Kumar 2005).

2.4.1.8 Finansal Durum Kriteri

Kredi derecelendirme politikaları ve likidite, finansal durum kriteri altında ele alınan faktörlerdendir. Uzun dönem tedarikçi stratejisi için tedarikçinin finansal istikrarı önemlidir (Chan ve Kumar 2005).

2.4.1.9 Tesis Özellikleri Kriteri

Tedarikçinin yerleşimi, konumu, kapasite kullanımı, ekipman ve işgücü, tedarikçinin değerlendirildiği diğer kriterlerdir. Müşteri beklentilerindeki değişim sonucu ürünün farklılaştırılması ve yeni ürün geliştirilmesi ihtiyacına cevap verebilmesi için tedarikçinin kapasite ve işgücü olarak yeterli olması gerekir (Chan ve Kumar 2005).

2.4.2 Tedarikçi Seçiminde Kriterler Arasında Ödünleştirme

Tedarikçi seçimi probleminde tedarikçilerin hangi ölçütler(kriterler) kullanılarak seçileceği, problemin niteliğini ve çözüm yöntemlerini belirlemektedir. Tedarikçinin maliyet, kalite, dağıtım ve hizmet performansı tedarik zincirinin hedeflerine ulaşmasında kilit rol oynar. Belirtilen ana kriterlerin yanı sıra tedarikçinin performans ölçümü için birçok kriter ve alt kriter vardır. Bu bağlamda, tedarikçi seçimi problemi, ölçülebilen ve ölçülemeyen farklı kriterlerin beraber değerlendirilmesini gerektiren çok kriterli bir problemdir (Ghodsypour ve O'Brien 1998). En uygun tedarikçilerin seçimi, kimi birbiriyle çelişen nicel ve nitel faktörler arasında ödünleştirmeyi gerektirir (Karpak vd. 1999). Kapasite kısıtı da söz konusu ise problem olduğundan daha karmaşık hale gelir; Yöneticiler hem hangi tedarikçilerin uygun olduğunu, hem de uygun tedarikçilere ilişkin miktarı belirlemek durumundadır (Arunkumar vd. 2006).

Tedarikçilerin farklı kriterlerde farklı performanslara sahip olmaları seçim yapmayı güçleştirmektedir; örneğin fiyat açısından cazip bulunan bir tedarikçi, dağıtım performansı ve kalite düzeyi olarak yeterli olmayabilir (Arunkumar vd. 2006).

Tedarikçi seçiminde temel kriterler genelde değişmese de her işletme için önem derecesi fark etmek de, bazı diğer kriterler var olanlara katılmaktadır. Fiyat yada maliyet önemli bir kriter olarak her işletme için geçerliliğini korusa da, en önemli kriter olmayabilmektedir. Woodside ve Vyas (1987) yöneticilerin daha iyi performans için %4–6 arası daha yüksek fiyata razı olabildiklerini iddia etmiştir.

2.4.3 Bütünleşme Seviyesinin Seçim Kriterlerine Etkisi

İşletmenin rekabet koşulları, işletme stratejisi ve tedarikçiyle bütünleşme derecesi tedarikçi seçimindeki kriter sayısını ve niteliğini belirlemektedir. Merli (1991), Masella ve Rangone (1995) çalışmalarında işletmenin tedarikçiyle bütünleşme derecelerine göre tedarikçi seçimi kriterlerini ele almışlardır:

1. derece: Bu seviyede bir bütünleşme olmadığı durumlar nitelenmiştir. Tedarikçi seçimi için temel kriterler fiyat ve kalitedir.

2. derece: Bu seviye tedarikçi ve işletme arasında lojistik bütünleşmenin olduğu ve tedarikçinin işletmenin rekabeti açısından önem taşıdığı seviyedir. Bu yüzden işletme, tedarikçinin lojistik performansına özel önem vermelidir. Böyle durumlarda fiyat ve kalitenin yanında esneklik, tedarik kotası, gecikme süresi ve güvenilirlik gibi lojistik faaliyet kriterleri de hesaba katılmalıdır.

3. derece: Bu seviyede işletmeyle tedarikçi arasında operasyonel bütünleşme söz konusudur. Genellikle bu tam zamanında üretim(TZÜ) ve toplam kalite yönetimi(TKY) gibi üretim stratejilerinin benimsenmesiyle oluşur. Böyle durumlarda tedarikçinin ürününü özelliklerine göre değerlendirmenin ötesinde bu ürünün nasıl üretildiği, hangi süreçler kullanılarak üretildiği gibi kriterler devreye girmektedir. Kalite perspektifinden bakacak olursak aynı imalat hatasına sahip iki tedarikçiden, daha az kalite kontrol işlemi yapan tercih edilecektir. Bu düzey bir bütünleşmenin getirdiği yeni kriterlerden bazıları süreç yönetimi, üretim kafiye büyüklükleri ve aylak sürelerdir.

4. derece: Bu seviyede bütünleşme önceki aşamalardan daha derindir. Tedarikçinin insan kaynakları; kültür, tasarım bilgisi ve yönetsel beceri gibi özellikleri işletme için önemlidir çünkü işletme hem ürün hem de süreçlerde bir eşgüdüm talebindedir.

5. derece: Stratejik anlamda bir bütünleşme vardır. Tedarikçinin işletmenin stratejik hedeflerine uyması beklenir.

2.4.4 Tedarikçi Seçimi Kriterlerinin Sınıflandırılması

Tedarikçi seçimi problemlerinde, seçime kaynaklık edecek kriterlerin belirlenmesi yanında bunların, sonuçlara yaptığı katkı dikkate alınarak ve uygulama modelinin etkinliğini artırmak için düzenlenmesi ve gruplanması yapılmaktadır. Kriterler, ana kriterler ve bunlarla ilişkide olan alt kriterler olarak sınıflandırılmaktadır. Noorul Haq ve Kanan (2006), inceledikleri çalışmaların çoğunda maliyet, kalite ve hizmet gibi ana kriterlerin yanında 15 civarında alt kriterle çalışıldığını tespit etmişlerdir. Kendi çalışmalarında ise, 7 ana kriter ve 32 alt kriter kullanmışlardır. Çalışmada kullanılan kriterler ve alt kriterleri Tablo-1'de gösterildiği gibi gruplandırmışlardır.

Tablo-1: Kriterlerin Sınıflandırılması

KRİTERLER	ALT KRİTERLER
Kalite	Kontrol Yöntemleri ve Planları Kalite Sistemleri İade Oranı Kalite araçlarına Bağlılık
Dağıtım	Dağıtım Kapasitesi Ulaştırma Maliyeti Teslimat Şartnamelerine Uyma Teslimat Zamanına Uyma Teslimatın Güvenliği Ulaştırma Olanakları
Üretim Yetenekleri	Envanter Yönetimi Gecikme süresine uygunluk Sipariş Değişirme Yeteneği Talep Tahmini Üretim Miktarlarında Esneklik
Hizmet	Hizmet Esnekliği Yedek Parça Karşılama Satış Sonrası Destek Müşteri Hizmetleri
Teknik Yetenekler ve Mühendislik	Benzer Ürün Tecrübesi Teknoloji Algısı Teknik Destek Kaynakları Teknik bilgi geliştirme
İşletme Yapısı	Pazar Bilgisi Mali İstikrar Bilgi Sistemleri Sektör Tecrübesi
Fiyat	Ödeme Vadesi Fiyat Farklılıkları Miktar İndirimleri

Kaynak: Noorul Haq ve Kannan (2006)

2.4.5 Çalışılacak Uygun Kriterlerin Belirlenmesi Süreci

Tedarikçi seçiminde kullanılacak kriterler, işletmelerin özel koşullarından bağımsız değildir: İşletmelerin kullandıkları kriterler önemli derecede benzerlikler gösterse de, sektör çeşitliliği, ölçek farklılığı, değişik işletme politikalarına sahip oluşları nedeniyle, kriterler farklılaşabilmektedir (Boer vd. 2001). Aynı kriterlerle çalışıldığı durumlarda bile, kriterlere yüklenen anlam ve ağırlıklar değişmektedir.

Mandal ve Desmukh (1994), tedarikçi seçimi kriterlerini bağımlı ve bağımsız kriterler olarak sınıflandıran, böylece seçim için gerekli kriterleri bulmaya çalışan bir yöntem önermişlerdir (Boer vd. 2001). Vokurka vd. (1996) ise, farklı tedarikçi seçimi problemlerinde hangi kriterlerle çalışılmasının uygun olduğuna ilişkin bir sistem geliştirmişlerdir (Boer vd. 2001).

İşletmenin yönetim hedeflerine uygun olarak tedarikçi seçimine etki edecek kriter ve faktörlerin belirlenmesi, yargısal olarak belirlenen kriterlerin ağırlıkların saptanması, belirli yeteneklere sahip olunmasını gerektiren karar aşamalarıdır (Muralidharan vd. 2002). Değerlendirme yapacak kişinin veya karar bir ekip tarafından alınacak ise birimdeki karar vericilerin, bilgi, yetenek, tutum ve deneyim açısından aşağıdaki özelliklere sahip olmaları gerekir (Muralidharan vd. 2002):

- Temel eğitim donanımının yanında, değerlendirme sistemi hakkında bilgiye sahip olmalı, tedarikçileri ve tedarik ettikleri ürünleri tanımalıdır.
- Gerek kendi işletmesinden gerekse tedarikçilerden kaynaklanan problemleri çabuk kavrayıp, çözüm getirebilecek yeteneğe sahip olmalıdır.
- Problem çözme yaklaşımları ılımlı ve esnek olmalı, tedarikçilerle iyi ilişkiler kurabilmelidir. Güvenilir olmalı ve işletme sadakatine sahip olmalıdır.
- Karar vericinin işletme içi tecrübeye sahip oluşu ve değerlendirme yöntemine aşinalığı, elde edilecek sonuçlar için diğer bir önemli özelliktir.

Kriterlerin belirlenmesi sürecinde birden çok karar verici bulunması durumunda, farklı grup karar verme yöntemleriyle, bireylerin yargıları uzlaştırılmaya çalışılır (Muralidharan vd. 2002).

2.5 TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİNİN KARMAŞIK YAPISI

Tedarikçi seçimi probleminin karmaşık bir problem olarak değerlendirilmesinde ki nedenler şunlardır;

1. Seçilecek tedarikçiler için birden çok kriter vardır. Dickson (1966) 23, Dempsey (1978) 18 kriter saymıştır (Kumar vd. 2006). Tullous ve Utecht (1996)' e göre ise tedarikçilerin seçiminde fiyat, kalite, teknik servis, dağıtım güvenliği ve süresi gibi 5 temel kriter esastır (Karpak vd. 1999). Dolayısıyla tedarikçi seçimi problemi çok kriterli bir problemdir.

2. Her tedarikçinin farklı kriterler için farklı performans ölçütleri vardır. Bu kriterler birbirleriyle çatışabilir; en iyi fiyat veren tedarikçinin en iyi kaliteyi sunmama olasılığı olduğu gibi, en kaliteli ürünü sunan tedarikçinin teslimatına ilişkin bir zayıflık bulunabilir (Wind ve Robinson 1968). Bu ise kriterler arasında bir denge kurulmasını gerektirir. Bunun yanında TZÜ ve toplam kalite yönetimi gibi yeni üretim stratejilerinin uygulanması var olan seçim kriterlerinin yeniden düzenlenmesini ya da yeni kriterlerin eklenmesini gerektirebilir (Muralidharan vd. 2002; Karpak vd. 1999).

3. Tedarikçilerin üretim kapasiteleri nedeniyle belirledikleri en az ve en çok sipariş miktarları tedarik sürecine sınırlama getirmektedir.

4. Teslimat süresine ilişkin kısıt bulunması diğer bazı kriterleri devre dışı bırakabilir (Kumar vd. 2006).

5. Tedarikçilerin işletme politikası ve tedarik zincirinin dışsal etkisi sonucu, tedarikçi kotası, tedarikçi sayısı, en az ve en çok sipariş miktarları üzerinde yeni kısıtlar oluşabilir. Tedarik zincirinin işleminde gelişme ve karar alma sürecinde birimler arasında fonksiyonelleşme satınalma biriminin halihazırdaki karar kriterlerinde değişime yol açacaktır (Karpak vd. 1999).

6. Tedarikçi alternatiflerinin artması problemin karmaşıklığını artırmaktadır. 10 tane tedarikçi seçeneğinin bulunduğu ve 3 tanesiyle çalışılacağı varsayılırsa, 10 tedarikçiden 3 tanesinin seçimi 120 farklı yolla olabilmektedir. Seçenek sayısının artması problem karmaşıklığını artırmaktadır (Weber 2000).

2.6 TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Tedarikçi seçiminin kriterler arasında ödünleştirmeyi gerekli kılan karmaşık niteliği, bu seçimin yapılmasına ilişkin geliştirilen yöntemleri farklılaştırmaktadır. Tedarikçi seçimi için kullanılan yöntemler problemin çeşitliliği ve karmaşıklığı yüzünden genelde bir arada ya da ardıl yöntemler olarak kullanılmaktadır. Tedarikçilerin bir ön elemeye tabi tutulup, kalan tedarikçiler arasından daha ayrıntılı bir seçim yapılması, problemi genelde çok aşamalı bir probleme dönüştürmekte ve her aşamada kullanılan yöntemler farklılaşmaktadır.

2.6.1 Yöntemlerin Sınıflandırılması

Boer vd. (2001)'e göre tedarikçi seçimi probleminde kullanılan yöntemler; potansiyel tedarikçiler için ön eleme ve nihai seçimde kullanılanlar olarak öncelikli bir sınıflandırmaya tabi tutulabilir. Boer vd. (2001), ön-elemede kullanılan yöntemlerin nihai seçimde de kullanılabilceğini kabul etmekle birlikte, bu yöntemlerin temelde bir seçimden çok bir sıralama(sorting) yaptığını iddia etmiştir. Bu çalışmada, tedarikçiler için ön/nihai seçim açısından yöntemler gruplanmamıştır.

Tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemler dört ana grupta sınıflandırılmaya çalışılacaktır. (1) Doğrusal Ağırlıklandırma Yöntemleri (2) Maliyet Yöntemleri (3) Matematiksel Modelleme Yöntemleri, (4) İstatistiksel Yöntemler.

Kriter ağırlıklarına göre seçim yapmanın yanında optimal sonuç aranan, tedarik miktarı, kafiye miktarı, ulaştırma, teslimat süresi, hata oranı, konum, rotalama gibi, yargıların ötesinde açık bir değerlendirme gerektiren tedarikçi seçimi problemlerinde kullanılan tüm yöntemler, matematiksel programlama yöntemleri altında toplanabilir. Bilgisayar destekli bir yaklaşım olan yapay zeka(Artificial Intelligence) uygulamaları ve karar yargılarındaki belirsizlikleri sayısal ifadelerle dönüştürerek programlama modelleriyle uzantılı kullanılan bulanık(Fuzzy) yaklaşım da aynı başlık altında ele alınabilir.

2.6.2 Doğrusal Ağırlıklandırma Yöntemleri

Timmerman (1986), tedarikçi seçiminde, farklı kriterler için tedarikçilerin puanlandığı ve bu puanların birleştirilerek tek bir skorun bulunduğu doğrusal ağırlıklandırma yöntemlerini önermiştir. Tek kanallı tedarikçi seçimi problemi için yaygın olarak kullanılan ilk yöntemler doğrusal ağırlıklandırma teknikleridir. Wind ve Robinson (1968), Mazurak vd. (1985), Cooper (1977) çok kriterli seçim için doğrusal ağırlıklandırma yöntemlerini kullanmışlardır (Kumar vd. 2006).

Kategorik yöntemler, ağırlık noktası(Weighted Point) yöntemi, sıralama yaklaşımı(Outsourcing Approach) ve analitik hiyerarşi süreci yöntemi bu başlık altında toplanabilir.

2.6.2.1 Kategorik Yöntemler(Categorical Methods)

Kategorik yöntemlerde, işletmenin geçmiş tecrübelerine ve verilerine göre her tedarikçiye belirlenen kriterlere göre yeterli(+), nötr(0), yetersiz(-) gibi puanlar verilir ve daha sonra bu puanlar toplanarak her tedarikçinin toplam puanı elde edilir. Elde edilen bu puanlara göre tedarikçiler sınıflandırılarak seçim yapılır (Boer vd. 2001). Bu yöntemin sadeliği avantajı

olsa da, her bir kritere eşit ağırlık vermesi ve puanların kişisel yargılara dayanması gerçek durumu temsil açısından zayıf kalmasına yol açmaktadır (Ghodsypour ve O'Brien 1998). Bu yöntemde yargılara dayalı olarak puanlama yapılır, en büyük ağırlığa sahip kriter en önemli kriter olarak kabul edilir. Boer vd. (2001)'e göre yapılan bu seçim genelde bir önseçim niteliğindedir; kabaca vasatın altındaki tedarikçiler seçim yapılacak tedarikçiler grubundan çıkarılarak kalan tedarikçiler arasından daha ayrıntılı bir seçim yapılması gerekir.

2.6.2.2 Ağırlık Noktası Yöntemi(Weighted Point Method)

Bu yöntemde tedarikçi seçimi için önemli görülen her bir kriter için ağırlık belirlenir. Tedarikçilerin bu kriterler için sahip olduğu puanlar o kriterin ağırlığı ile çarpılarak toplanır, böylece her tedarikçi için toplam puan elde edilir (Talluri ve Narasimhan 2003). En yüksek puana sahip tedarikçi seçilir. Kategorik yöntemden farkı her kriter için olumlu olumsuz ve nötr gibi 3 seçenek yerine tercih derecesine göre tedarikçilere 1'den 10'a kadar puan verilebilmesidir (Ghodsypour ve O'Brien 1998). Kategorik analizin eksikleri olan nitel yargı ve eşit ağırlıklandırma bu yöntemin de zayıf yönünü oluşturmaktadır.

Timmerman (1986) ve Gregory (1986) bu yöntemi veri matrisi kullanarak geliştirmişlerdir, Willis vd. (1993), boyutsal analiz yöntemiyle tedarikçileri ikili karşılaştırarak tedarikçiler için performans indeksi oluşturmuşlardır (Boer vd. 2001; Muralidharan vd. 2002).

Bu yöntemin zayıf yönlerinden birisi de yüksek puana sahip bir kriterin zayıf puanlı birkaç kriteri telafi etmesidir (Boer vd. 2001). Dolayısıyla bu yöntemde, bir kriterde minimal yeterliliğe sahip olmayan bir seçeneğin(tedarikçinin) kabul edilmesi olasılığı vardır. Boer vd. (1998) bir ya da daha çok kritere alt sınırlama getirilmesi gerektiğini öne sürmüş ve telafi sorununa kısmi çözüm getiren sıralama yaklaşımını(Outranking Method) önermiştir.

2.6.2.3 Sıralama Yaklaşımı(Outranking Approach)

Doğrusal ağırlıklandırma yöntemlerinin karakteristik özelliği tamamıyla telafi özelliğine sahip olmalarıdır. Bu ise tedarikçilerin seçiminde gözden kaçırılmaması gerekli sorunlara yol açabilir. Örneğin; Kalite hariç her kriterde diğer tedarikçiye üstün olan bir tedarikçi bu yöntemle puanlamada üste çıkacaktır ancak işletme için kalitenin vazgeçilmez olduğu durumlarda bu tedarikçi seçimi istenen sonucu vermeyecektir. Sıralama yaklaşımı istenmeyen bu durumlar için bir sınırlama imkanı verse de seçeneklerin karşılaştırılma güçlükleri ve belirsizlikler nedeniyle doğrusal ağırlıklandırma yöntemine ancak kısmi bir iyileştirme sunmaktadır.

2.6.2.4 Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi(AHS)

Analitik hiyerarşi süreci yöntemi, tedarikçi seçimi probleminde, gerek tek başına gerekse diğer optimizasyon araçlarıyla bütünleşik olarak kullanılmaktadır. Tedarikçi seçiminde kullanılacak olan kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında, alternatif tedarikçilerin kriterlere göre önceliklerinin bulunmasında etkin bir yöntemdir. AHS, diğer ağırlıklandırma yöntemlerinin aksine kriterlere eşit önem atfetmek yerine, kriterlerin önem yüzdelerini değerlendirerek alternatiflere dağıtır. Böylece doğrusal ağırlıklandırmanın yarattığı telafi sorununa çözüm getirir.

Saaty (1996), AHS yöntemini, kriterler arası bağımlılığın ve geri bildirim de gözetildiği şekilde geliştirmiş ve uygulamıştır. Bu yöntem Analitik Ağ Süreci(AAS) yöntemi olarak bilinmekte, karar verme probleminde kriter ve alt kriterlerler arasındaki bağımlılık ve geri bildirim sistematik bir biçimde ortaya koyan ilk teknik olarak kabul edilmektedir (Bayazıt 2002). Saaty (1996)'ye göre AAS yöntemi, "Süpermatris yaklaşımıyla elemanların bağımlılıklarını ve geri bildirimlerini hesaba katarak AHS yöntemini genişletmiştir". Sarkis ve Talluri (2000), AAS yöntemini tedarikçi seçimi probleminde kullanmışlardır. Lee ve Kim (2000), AAS yöntemi ve 0-1 hedef programlama yöntemini bilgi sistemi projesi seçimi için kullanmışlardır. Niemira ve Saaty (2004), mali kriz tahminlemede AAS yöntemini kullanmışlardır.

AHS yöntemi üçüncü bölümde ayrı bir başlık olarak detaylı biçimde ele alınacaktır.

2.6.3 Maliyet Yöntemleri

Timmerman(1986) tarafından geliştirilen Maliyet Oranı Yöntemi(Cost Ratio Method), her bir kriterin maliyetinin toplam değer içindeki yüzdesinin bulunması ve tedarikçilere ilişkin uyarlanmış bir maliyet çıkarılması yöntemidir ki çok fazla finansal veri gerektirmekte ve maliyet hesaplamada karmaşıklık yaratmaktadır (Talluri ve Narasimhan 2003).

Degraeve vd. (2000), tüm satınalma süreci boyunca edinilen maliyetleri nicelendirerek tedarikçi performanslarını değerlendirdikleri yöntem için Sahip Olma Masrafı (Total Cost of Ownership-TCO) kavramını kullanmışlardır (Muralidharan vd. 2002).

Lee ve Lee (2000), TCO kavramı ve aktivite tabanlı maliyetlendirme (Activity Based Costing-ABC) yöntemini kullanarak tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi için model önermişlerdir.

Monczka ve Trecha (1988) toplam maliyet yaklaşımıyla, hizmet ve dağıtım performanslarının ölçümünü birleştiren bir model geliştirmişlerdir. Maliyet yöntemleri küçük

çaplı, maliyet verilerinin derlenmesinin kolay olduğu durumlarda uygulanmaktadır (Boer vd. 2001).

2.6.4 Matematiksel Programlama Yöntemleri

2.6.4.1 Tamsayı Programlama(Integer Programming)

Doğrusal programlamanın(Linear Programming) bir türü olan tamsayı programlama, kısıtları gözetenek amaca göre enazlamaya yada ençoklamaya çalışan, tamsayılardan oluşan optimal sonuç veren bir yöntemdir. Seçilecek tedarikçiler için (talep, sipariş ve kapasite büyüklükleri, teslimat süreleri vb. gibi), daha keskin kısıtlamalar altında yargılara ulaşılmak istenirse, tamsayı modelleme yöntemleri, gerek tek başına bir yöntem olarak gerekse diğer yöntemlerle birlikte tedarikçi seçiminde kullanılmaktadır.

Anthony ve Bufo (1977) tedarikçi seçimi problemini, satın alma ve saklama maliyetlerini minimize eden doğrusal modelleme yöntemiyle formüle etmişlerdir. Pan (1989), maliyet, kalite ve hizmet kriterlerini esas alan, kalite ve hizmetin kısıtlarda belirtildiği, maliyetin amaç fonksiyonunda minimize edildiği tamsayı programlama modelini kullanarak en iyi tedarikçiyi seçmiştir. Ghodsypour ve O'Brien (1998) tamsayı programlamayı AHS'yle birlikte etkin olarak kullanmışlardır. Gao ve Tang (2003), Çin'de bir çelik işletmesinin hammadde tedariki için çok amaçlı bir tamsayı programlama tekniği uygulamışlardır.

Weber ve Current (1993) ise tedarikçi seçimi için kurdukları çok amaçlı doğrusal programlama modelinde, birbiriyle çatışan faktörler arasındaki ödünleşmeyi analiz etmişlerdir. Maliyet, kalite ve teslimatın amaç olarak belirlendiği bu modelde, tedarikçinin üretim kapasitesi, kafiye büyüklükleri, talep karşılama, satınalma maliyeti gibi kalemler kısıtlar olarak belirlenmiş, tedarik miktarları ve çalışılacak tedarikçi sayısı gibi faktörler ayrı bir kısıt kümesi olarak modele eklenmiştir.

2.6.4.2 Hedef Programlama(Goal Programming)

Hedef programlama(HP), çok amaçlı karar verme yöntemlerini ölçmek için geliştirilen modellerden biridir. Hedef programlamanın ilk çıkışı, 1955 yılında Charnes ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmaya dayanır. HP'nin ilk tanımı ise Charnes ve Cooper (1961) tarafından yapılmıştır. Bu model, karar vericinin bir grup olası çözüm alanından en iyi çözümü bulurken, birçok amacı hesaba katmasına dayanır (Aouni ve Kettani 2001).

HP günümüzde en yaygın kullanılan çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biridir. Buffa ve Jackson (1983), kurdukları çok-kriterli doğrusal hedef programlama modelinde,

kalite, fiyat, dağıtım gibi tedarikçi faktörlerinin yer aldığı bir kümeyle, işletmenin malzeme ihtiyacı ve emniyet stoku gibi spesifikasyonlarının bulunduğu faktör kümesini değerlendirmişlerdir (Ghodsypour ve O'Brien 2001). Sharma vd. (1989), talep ve bütçe kısıtları altında, fiyat, kalite ve teslimat süresi amaçlı hedef programlama yöntemini kullanmıştır. Schniederjans ve Garvin (1995) de yaptıkları çalışmada AHS metodunun kaynak kısıtları ile kullanımını artırmak için 0-1 HP modeli ile AHS'yi birlikte kullanmışlardır. Weber vd. (2000), çok amaçlı programlama modeli oluşturmuş ve bu modeli, bir ilaç şirketinin bir departmanı için tedarikçilerin seçiminde ve ilgili tedarik miktarlarının belirlenmesinde kullanmışlardır. Wang vd. (2004), tedarikçi seçimi probleminde, AHS' yle bulunan tedarikçi ağırlıklarına kapasite, hata oranı, sipariş büyüklükleri gibi yeni kısıtlar ekleyerek hedef programlamayla birlikte kullanmışlardır.

2.6.4.3 Bulanık Mantık Yaklaşımı(Fuzzy Logic Approach)

Kriterlerin değerlendirilmesinde bilgi ve yargıların belirsizliğini ölçmek, deterministik yöntemlerle mümkün olmamaktadır (Kumar vd. 2006). Kritik bilgilerdeki belirsizlik gerçek durumun modele yansıtılmasında sorun oluşturmaktadır. Örneğin bir kriter için yargılama aşamasında, yargı sözcük diziminin yargıda bulunacak kişinin anlam dünyasında karşılık bulamaması, bu yargılama sonucu elde edilecek bilginin muğlak kalmasına yol açmaktadır. Bulanık matematiksel programlama yaklaşımları, çok kriterli probleme çözüm ararken, bu muğlaklığı da aşmaya çalışır. Karar vermede, yüksek derecede belirsizlik ve karmaşıklık varsa; karar değişkenlerini sistematik bir biçimde ele almak için bulanık küme teorisi en elverişli araçlardan birisidir (Kumar vd. 2006). Zimmerman (1978)' e göre bulanık matematiksel programlama yaklaşımı hem çok amaçlı problemleri hem de bilgideki muğlaklığı değerlendirme yeteneğine sahiptir (Kumar vd. 2006).

Zadeh (1965), muğlak parametrelerin modellenmesinde bir iyileştirme imkanı olarak bulanık kümeler(Fuzzy Sets) kavramını, Bellman ve Zadeh (1970) ise bulanık programlama modeli önermişlerdir (Kumar vd. 2006). Zimmerman (1978) ise bu modeli çok amaçlı bulanık doğrusal programlama probleminin çözümünde ilk olarak kullanmıştır (Amid vd. 2005).

Morlacchi (1998) imalat sektöründe tedarikçilerin değerlendirilmesi için bulanık mantık yaklaşımından hareketle, bulanık küme teorisiyle, AHS yi birleştiren bir yöntem geliştirmiştir. Kumar vd. (2004) tedarikçi seçimi kararlarına bilgi belirsizliğinin etkisini incelemek için bulanık hedef programlama yaklaşımını kullanmıştır. Vanegas ve Labib (2001), AHS de bulunan ağırlıkları bulanık sayılara çeviren bir yöntem geliştirmişlerdir. Bulanık mantık yaklaşımı kesin olmayan ham bilgiyi, bulanık amaç ve kısıtlarına dönüştürür

(Kumar vd. 2006). Bulanık mantık yaklaşımı, tedarikçi seçimi probleminde bir karar verme aracı olarak, analitik hiyerarşi süreci yöntemi(AHS), tamsayı programlama ve hedef programlamayla bütünleşik olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır.

2.6.4.4 Veri Zarflama Analizi(Data Envelopment Analysis)

Veri zarflama analizi(VZA) karar alternatiflerinin etkinliği kavramı üzerinden gelişmiştir. Alternatifler fayda(çıktı) ve maliyet(girdi) kriterleri üzerinden değerlendirilir. VZA yöntemi çalışılan girdi ve çıktılardan bir etkinlik sınırı oluşturur ve alternatifleri bu değere göre karşılaştırır (Weber vd. 2000). Bir alternatifin (tedarikçinin) etkinliği ya da verimliliği; ağırlıklandırılmış çıktı toplamının(tedarikçinin getirisinin) ağırlıklandırılmış girdi toplamına (tedarikçinin seçimi ile ortaya çıkan maliyet) oranıyla belirlenir. Veri zarflama yöntemi, her tedarikçi için en uygun ağırlıkları bularak işletmeye tedarikçileri verimli ve verimli olmayan olarak sınıflandırma imkanı verir (Boer vd. 2001).

Veri Zarflama analizi modelini Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) ilk olarak önermişlerdir. Geleneksel model isimlerinin ilk harfleriyle(CCR) bilinmektedir. Weber ve Ellram (1993), Weber ve Desai (1996), Weber vd. (1998) tedarikçi seçiminde veri zarflama analizini kullanılışını göstermişlerdir. Weber vd. (2000) çok amaçlı tedarikçi seçimi süreci için VZA'yı kullanmışlardır. Narasimhan vd. (2001), Veri zarflama analizi kullanarak, tedarikçileri, operasyonel faktörler yanında, stratejik faktörleri de dikkate alan bir değerlendirmeye tabi tutmuşlardır (Talluri ve Narasimhan 2004). Talluri ve Narasimhan (2004), çalışmalarında tedarikçiler için, kalite yönetimi ve sistemi, üretim yeteneği, tasarım ve gelişme yeteneği, hesap yönetimi, işletme yönetimi ve maliyet kısma yeteneği gibi faktörleri girdi olarak; Fiyat, kalite, dağıtım faktörlerini de çıktı olarak belirleyen bir VZA modeli kullanmışlardır.

2.6.4.5 Yapay Zeka Modelleri(Artificial Intelligence Models)

Geçmiş veriler ya da uzman bilgisiyile, bilgisayar destekli olarak tasarlanan ve insan zihninin işleyişini taklit eden yapay zeka tabanlı modeller; yaygın olmasa da, yapay sinir ağları ve durum tabanlı çıkarsama(Case-Based Reasoning) yöntemleriyle tedarikçi seçiminde yer bulmuştur (Boer vd. 2001). Wei vd. (1997)'ne göre yapay sinir ağları yöntemi karar destek sistemi olarak geleneksel yöntemlere göre para ve zaman tasarrufu sağlarlar, karmaşıklık ve belirsizlik durumlarında geleneksel yöntemlerden daha iyi sonuç verirler ancak kalifiye eleman ihtiyacı ve yazılım gerekliliği yöntemin zayıf yönünü oluşturmaktadır (Noorul Haq ve Kannan 2006).

Albino ve Garavelli (1998), yapay sinir ağıları temelli bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir (Boer vd. 2001). Boer vd. (2001)'e göre durum tabanlı çıkarsama yöntemi, karar vericiye geçmişteki benzer karar durumlarına ilişkin veri tabanı sağlamaktadır.

2.6.5 İstatistiksel Yöntemler

İstatistiksel modeller, tedarikçi seçimine ilişkin stokastik belirsizliklerin değerlendirilmesinde kullanılırlar (Boer vd. 2001). Talep miktarlarının, teslimat ve sipariş sürelerinin belirsizliği tedarikçi seçimi kararlarında göz önünde bulundurulmalıdır. Williams (1984), kriter ağırlıklarının türetilmesinde konjoint analizini önermiştir. Ronen ve Trietsch (1988), sipariş gecikme süresinin belirsiz olduğu durumda, tedarikçi seçimi ve sipariş politikası için karar destek sistemi geliştirmişlerdir (Boer vd. 2001). Thompson (1990), aynı amaç için, montecarlo simülasyonu ile thurstone ölçeği yaklaşımını kullanmıştır. Verma ve Pulman (1998), tedarikçi seçimi süreci için Likert ölçeğiyle oluşturulmuş sorularla beklenen tedarikçi özelliklerini belirlemiş ve tercih öğeleri analizi(Discrete Choice Analysis) yardımıyla kalite faktörünün önemini belirtmişlerdir.

Muralidharan vd. (1999), tedarikçi seçiminde AHS nin kullanımında tahmin hatalarını alt ve üst sınırlar içerisinde tutmaya yönelik olarak kontrol grafiği mantığını uygulamışlardır. Yine Muralidharan vd. (2001), AHS nin yargıların oluşturulması aşamasında, çok sayıda karar vericinin bulunduğu durumlarda, grup yargılarındaki sapmaları değerlendirmek için güven aralığı yaklaşımıyla, tedarikçilerin değerlendirilmesi yöntemini uygulamışlardır.

Holt (1998), sayısal özelliklere sahip çok sayıda maddenin farklılık ve yakınlıklarına göre kümelenmesini sağlayan bir istatistiksel gruplama metodu olan kümeleme analizini(cluster analysis), belli kriterlere göre puanlara sahip olan tedarikçilerin yakınlıklarına göre gruplanmasında kullanmışlardır (Boer vd. 2001). Bu şekilde uygun tedarikçiler grup olarak diğer uygun gruplarla karşılaştırılabilmektedir.

Talluri ve Narasimhan (2003), tedarikçi seçiminde, tedarikçiler için performans değişkenliklerini(sapmalarını) değerlendirmek için azami-asgari verimlilik yaklaşımıyla elde edilen değerleri Kruskal-Wallis testiyle sınımlanmıştır. Talluri ve Narasimhan (2004), strateji hedeflere uygun tedarikçilerin seçimi sürecinde parametrik olmayan test türlerinden Friedman testini ve Duncan testini tedarikçileri uygun, potansiyel ve elenecek tedarikçiler olarak gruplamada veri zarflama analiziyle birlikte kullanmışlardır. Bu çalışmada kullanılan istatistiksel analiz, tedarikçi performanslarındaki değişimi incelemek ve iyileştirme önerileri getirme imkanı sağlamaktadır.

2.7 TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemlerin sınıflandırılması, yöntemlerin sahip olduğu özellikler ve bir arada kullanılmalarıyla ortaya çıkan etkinlik nedeniyle farklılaşabilmektedir. Kriterlere ağırlık belirleyerek tedarikçi alternatiflerinin önceliklerini bulan AHS bu yönüyle ağırlıklandırma yöntemleriyle bir arada değerlendirilse de (Boer vd. 2001), sahip olduğu sağlam matematiksel temeller ve diğer programlama teknikleriyle birlikte kullanıldığında yarattığı etkinlik, ağırlıklandırma yöntemlerinden ayrılmaktadır.

Veri zarflama analizi, doğrusal programlama yöntemi altyapısına sahip bir yöntem olmasına karşın, bazı kullanımlarda ağırlıklandırma yöntemleriyle aynı işlevi sunmaktadır (Boer vd. 2001). Aynı şekilde bulanık yaklaşım, kriterlerin ağırlıklarındaki belirsizliğe ilişkin bir yöntem olarak kullanılabilen, programlama teknikleriyle uzantılı olarak kullanıldığında ise optimal sonuç veren matematiksel bir yönteme dönüşmektedir.

Tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemlerin zayıf ve güçlü yanları geliştirilerek Tablo-2 'de verilmiştir (Muralidharan vd. 2002).

Tablo-2: Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Yöntemlerin Değerlendirilmesi

Yöntemler	Avantajları	Dezavantajları
Kategorik Yöntem	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nicel ve nitel kriterler bir arada değerlendirilebilir. 2. Kolay uygulanabilir olması. 3. Uyguma maliyetinin düşüklüğü. 4. Az veriyle çalışılabilmesi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kriterlere eşit önem ağırlıkları vermesi. 2. Kriterler için yargıların özneliği.
Ağırlıklama Yöntemleri	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kriterlere farklı ağırlık atanabilmesi. 2. Nicel ve nitel kriterlerin bir arada değerlendirilebilmesi. 3. Kolay uygulanabilir olması. 4. Fazla sayıda karar vericiye imkan tanınması. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kriterlere ilişkin yargılamaların muğlak kalması. 2. Standardizasyon veya normalizasyon gerektirmesi. 3. Ölçek problemi.
Matematiksel Programlama Yöntemleri	<ol style="list-style-type: none"> 1. En iyi çözümü bulmayı vaat etmesi. 2. Nesnel değerlendirme. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Çoklu karar vericinin modele katılmasının zorluğu 2. Model oluşumundan önce amaç fonksiyonu katsayılarına ihtiyaç duyması. 3. DP ve TP gibi programlamalarda bazı amaçları kısıt olarak kabul etmesi. 4. Zor uygulanabilir olması.
İstatistiksel Yöntemler	Belirsizlikler değerlendirilebilir.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dağılımların varsayımları 2. Karmaşık hesapla gerektirdiğinden anlaşılması zor oluşu.
Maliyet Yaklaşımı	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maliyet kontrolü hedefli bir yöntem oluşu. 2. Nesnel değerlendirme. 3. Sapmaların denetlenebilmesi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tüm kriterlerin maliyet cinsinden değerlendirilememesi. 2. Fazla veri gerektirmesi. 3. Yüksek uygulama maliyeti. 4. Az sayıda kriterin modele katılabilmesi.

Kaynak: Muralidharan vd. (2002)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ(AHS)

3.1 AHS Hakkında Genel Bilgiler

Tedarikçi seçiminde yaygın olarak kullanılan AHS, çok kriterli karar verme süreçlerinde alternatifler arasında seçim yapmayı sağlayan yöntemlerden biridir. Saaty tarafından 1971 yılında geliştirilen bu yöntem, problemi; Amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir yapıda düzenleyip, en uygun çözüme ulaşılmasını sağlar.

Saaty (1989)'ye göre "Analitik Hiyerarşi yöntemi, homojen elemanların ortak bir kriter veya niteliğe göre ikili karşılaştırmalarından baskın önceliklerin türetilmesiyle ilgili bir ölçüm teorisi". AHS gücünü karmaşık, çok kriterli, çok kişili bir problemi hiyerarşik bir yapıda sunması, her düzeyi ayrı ayrı inceleyip sonra bunları birleştirerek analiz etmesinden almaktadır (Fuh-Hwa ve Hai 2005). AHS' nin hiyerarşik yapısı insan beyninin maddeleri düzey olarak sınıflandırması, her maddeyi kendi önem düzeyinde değerlendirip bütüncül bir sonuca ulaşması gayretinin bir yansıması olarak görülebilir (Saaty 1982).

AHS yönteminde kriterlerin diğer kriterlere göre ve tedarikçi alternatiflerinin herhangi bir kriterde diğer alternatiflere görece önemleri nitel ve sözel önermelerle belirlenir(Boer vd. 2001).

AHS, çok sayıda alternatif arasından seçim kararı verme durumunda, hem nitel hem de nicel kriterlerin kullanılmasına olanak sağlayan, sayısal veriler yanında karar vericilerin bilgi ve deneyimlerini de hesaba katan etkili bir yöntemdir (Noorul Haq ve Kanan 2006). AHS yöntemi, ölçülebilir somut kriterlerin yanında soyut kriterlerin de birbirleriyle karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Ghodspour ve O'Brien (1998), nitel, soyut kriterlerle sayısal kriterlerin birlikte yer aldığı analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile doğrusal programlamanın birlikte kullanıldığı bir yöntem geliştirmişlerdir.

Doğrusal ağırlıklandırma yöntemlerinin tedarikçi seçimindeki kriterlere eşit ağırlıklar vererek eşit öneme sahip olarak değerlendirmeleri, bir kriterdeki üstünlüğün diğer kritik önemdeki eksiklikleri gizlemesine neden olmaktadır. Narasimhan (1983) ağırlıklandırma için analitik hiyerarşi süreci yöntemini kullanarak bahsedilen eksikliğin telafi edildiğini göstermiştir (Kumar vd. 2006). AHS yöntemi diğer puanlama yöntemlerine göre daha doğru sonuçlar vermektedir (Muralidharan vd. 2002).

3.2 AHS'NİN KULLANIM ALANLARI

Analitik hiyerarşi süreci yöntemi, aralarında seçim yapılması gereken alternatiflerin bulunduğu her işletme operasyonu için kullanılabilir. Belirlenen amaca ve kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemin, uygulama sahalarının çeşitliliğine rağmen iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Soyut yargıları ve nicel kriterleri başarılı bir biçimde bağdaştıran yöntemin basit kişisel tercihlerden karmaşık işletme kararlarına kadar geniş bir yelpazede uygulama alanı bulması yöntemin etkinliğini göstermektedir. AHS'nin uygulandığı işletme alanlarından bazıları ve bu alanda yapılan referans çalışmaları şunlardır:

- Sermaye Bütçeleme(Capital Budgeting)

Arbel (1983), bir üniversite bütçesinin hazırlanmasında, Liberatore Monahan ve Stout (1992) sermaye bütçelemesinde AHS'yi kullanmışlardır.

- Proje Yönetimi

Özdemir ve Saaty (2006), boru hattı güzergahı projesi seçimi için AHS'yi uygulamışlardır.

- Yeni Ürün Geliştirme

Korhonen ve Wallenius (1990), AHS yöntemini pazarlama stratejisinde kullanmışlardır.

- Stratejik Planlama

Olson vd.(1986), gelişmekte olan bir ülkenin ihracat planlamasında AHS yöntemini kullanmıştır.

- Tedarikçi Seçimi

Yahya ve Kingsman (1999), Malezya mobilya endüstrisinde, kamu kurumlarının mobilya ihtiyaçlarının karşılamak için oluşturdukları tedarikçi seçimi probleminde, AHS yöntemini etkili bir biçimde kullanmışlardır. Cheng vd. (1999), savaş helikopteri seçimi probleminde AHS' yi bulanık mantıkla birlikte kullanmışlardır. Tam ve Tummala (2001), tedarikçi seçimi probleminde AHS'nin mutlak ölçüm modunu bir telekomünikasyon şirketinde uygulamışlardır.

- Performans Ölçümü

Çalışanların performanslarını incelemek için AHS'nin mutlak modu Saaty (1989) tarafından kullanılmıştır.

- Risk Analizi

Tedarikçilerin tedarik zinciri iletiminde taşıdıkları riskin analizinde de AHS yöntemi kullanılmaktadır (Korpela vd. 2002) .

- İnsan Kaynakları Yönetimi

Gass (1986) büyük ölçekli bir personel planlama modelinde AHS yöntemini hedef programıyla birlikte kullanmıştır.

- Üretim Kapasitesi Dağıtımı

Korpela vd. (2002), tedarik sürecini tedarikçi penceresinden ele alarak üretim kapasitesinin müşterilere dağıtım problemi, analitik hiyerarşi süreci yöntemi ve tamsayı programlama tekniklerini bütünleşik olarak kullanmışlardır. Saaty vd. (2003), soyut kaynakların dağıtılması problemi AHS yönteminin görece karşılaştırma özelliğinden yararlanmış, bulunan öncelik değerlerini doğrusal programlama yöntemine girdi olarak kullanmışlardır.

3.3 AHS YÖNTEMİNİN UYGULAMA AŞAMALARI

AHS yönteminin uygulamasında Harker ve Vargas (1987)' a göre üç temel prensip gözlemlenmektedir:

- (1) Ayrıştırma(Decomposition): Problemin hiyerarşik yapıda düzenlenmesi,
- (2) Görelî yargılama(Comparative Judgement): İkili karşılaştırmalar yapmaya olanak sağlayan matrislerin ve böylece oran ölçeğinin oluşturulması,
- (3) Önceliklerin Sentezlenmesi: Hiyerarşideki kriterler ve alternatifler için genel önceliklerin bulunması.

Ghodsypour ve O'Brien (1998), AHS yönteminin uygulamasını üç aşamada özetlemişlerdir:

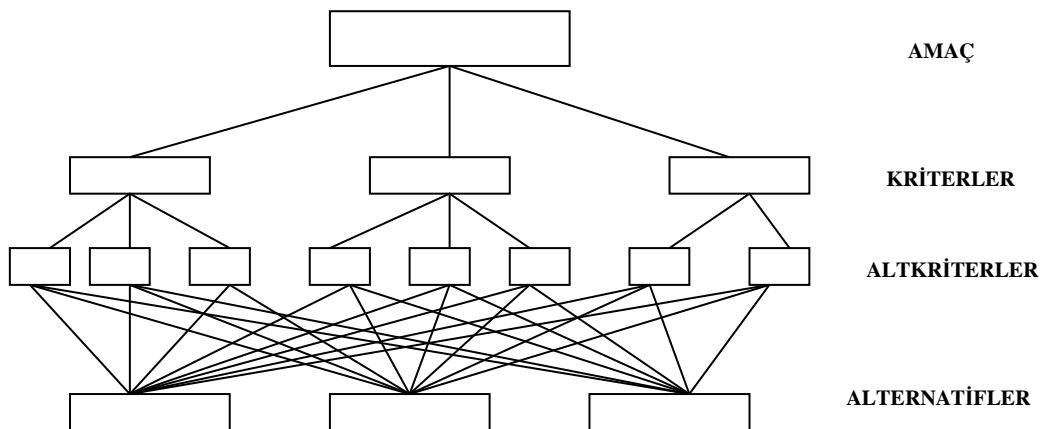
1. Karar verme süreci için kullanılacak kriterlerin belirlenmesi ve hiyerarşik yapının kurulması.
2. Kriterler ve alternatifler arasında karşılaştırmalar yapılması ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi
3. Alternatiflerin ve kriterlerin önceliklerinin bulunması.

Analitik hiyerarşi süreci yöntemiyle ilgili kavramlar, hesaplama yöntemleri, yöntemin tutarlılık ölçümü ve problem türlerine göre farklılaşan yapısı, aşamalar içerisinde ele alınacaktır.

3.3.1 Kriterlerin Belirlenmesi Ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Alternatifler, alternatiflerin seçiminde kullanılacak kriterler, kriterlerle bağlantılı alt kriterler ve karar verme sürecinin amacı hiyerarşik bir ağaç olarak gösterilir. Kurulacak hiyerarşinin en üst düzeyinde karar verme sürecinin genel amacı yer alır. Bu amacın gerçekleşebilmesi için gerekli olan kriterler, alt kriterler ve aralarında seçim yapılacak olan alternatifler yukarıdan aşağıya doğru hiyerarşik düzeyler olarak Şekil-6'daki gibi gösterilir (Saaty 1989).

Tedarikçi seçimi sürecine, hangi kriter ve alt kriterlerin hangi nedenlerle eklendiği tedarikçi seçiminde kriterler bölümünde ele alınmıştır. Tedarikçi seçimi için seçilen kriterler hiyerarşik düzende sıralanırken, kriterlerin bağımsızlıkları değerlendirilmelidir. Aynı düzeydeki kriterlerin birbirinden bağımsız olması sağlanmalıdır. Aralarında bağımlılık bulunan kriterler ise birbirinin alt kriteri olarak farklı seviyelerde hiyerarşiye eklenmelidir. İşletmelerin amaçları ve işletme stratejileri analitik hiyerarşi süreci yönteminde kullanılacak kriterleri ve bu kriterlerin hiyerarşi içinde hangi düzeyde bulunacaklarını belirlemektedir. Dolayısıyla, her bir işletme için kriterler ve düzeyler işletmenin özelliklerine göre farklılaşmaktadır (Zahedi 1986).



Şekil-6: Hiyerarşik Ağaç Örneği

Kaynak: Saaty (1989)

3.3.2 Karşılaştırmalar Yapılması Ve Ağırlıkların Belirlenmesi

Hiyerarşi kurulduktan sonra her bir düzeydeki elemanların birbirlerine göre önemlerinin belirlenmesi gerekir. Bu işlem önceliklendirme prosedürüyle yapılır. Bir düzeydeki tüm elemanlar daha üst düzeydeki elemanlara göre birbirleriyle ikili olarak karşılaştırılır. En üst düzeyden en alt düzeye doğru yapılan bu karşılaştırmalar sonunda öncelik matrisi olarak adlandırılan kare matrisler elde edilir. Alternatiflerin genel amaca göre ağırlıklarının belirlenmesi için her düzeydeki elemanların ağırlıkları bir araya getirilir.

Kriterlerin ağırlıkları her kriterin diğer kriterlerle ikili karşılaştırması yapılarak elde edilir. Tedarik süreci ile ilgili her karar verici birimden, kriterleri ikili olarak birbirleriyle kıyaslamaları istenir. Bu kıyaslama da kriterlerin bir diğerine tercih oranı Saaty (1989) tarafından geliştirilmiş ve önerilmiş olan AHS'nin uygulandığı problemlerin hemen hepsinde kullanılan sınırlı bir karşılaştırma ölçeği ile belirlenir (Tablo-3). Bu ölçekte karar vericiler karşılaştırılan iki kriterden birini diğerine göre ne kadar çok tercih ettiklerini 1' den 9' a kadar derecelendirebilirler. Düşük değerler hafif tercihleri gösterirken, yüksek değerler tercihin keskinleştiğini göstermektedir. İkili karşılaştırmalar tercih matrisleri oluşturularak yapılır.

Tablo-3: Saaty'nin Tercih Ölçeği

Tercihin Sözel Yargısı	Rakamsal Değer
Eşit Önemde	1
Diğerine göre biraz önemli	3
Orta derecede önemli	5
Güçlü derecede önemli	7
Mutlak derecede önemli	9
İki değer arasında önemli	2,4,6,8
Kriterler yer değiştirdiğinde önem derecesi ilk önem derecesinin tersidir	Yukarıdaki Değerlerin Tersi

Kaynak: Saaty (1989)

Karar vericinin bu ölçekte belirteceği tercih, i gibi bir elemanın j elemanına kaç kat tercih edileceğidir. Dolayısıyla i elemanı j elemanına göre 3 kat daha fazla tercih ediliyor ise, j elemanı i elemanına göre $1/3$ oranında tercih edilmelidir (Harker ve Vargas 1987).

Birden çok karar verici var ise, karar vericilerin her birinin değerlendirmesi sonucu oluşan karşılaştırma matrislerinin tek bir tercih matrisine dönüştürülmesi yani yargıların uzlaştırılması gerekmektedir. Dyer ve Forman (1992), yargıların uzlaştırılması için 4 farklı yöntemden bahsetmiştir; (1) Konsensüs, (2) Oylama, (3) bireysel yargıların geometrik ortalamasının alınması, (4) Model ve oyuncuların bölünmesi.

3.3.3 Önceliklerin Hesaplanması

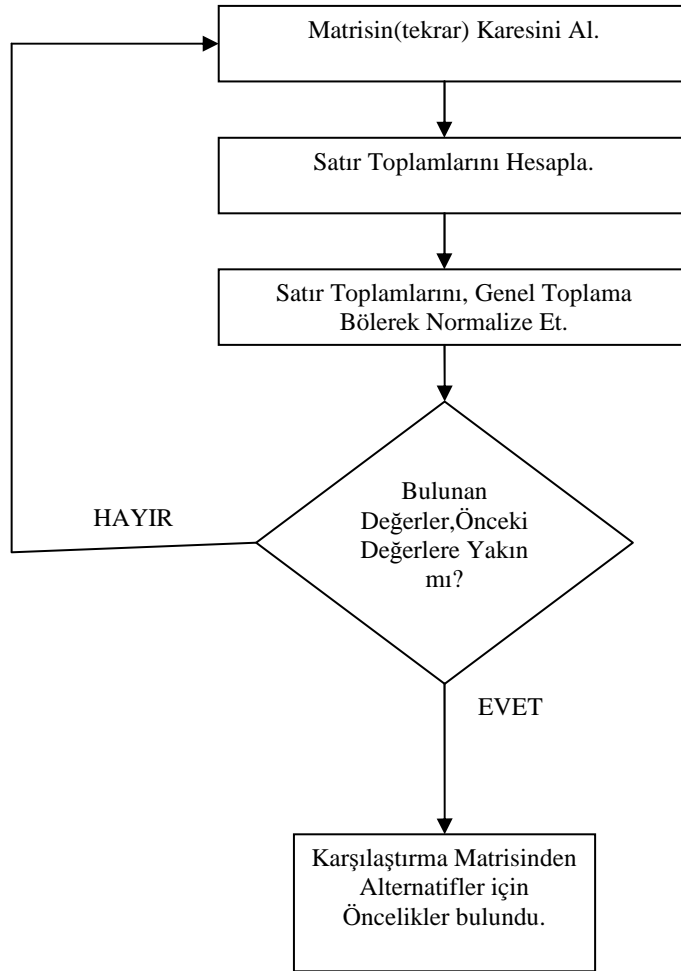
İkili karşılaştırmalarla oluşturulan matrislerden genel öncelikler matrisine ulaşılması için literatürde üç yöntem önerilmektedir (Yang ve Lee 1997): Bunlar Özvektör(Eigenvalue) Yöntemi, Regresyon Yöntemi ve Logaritmik Regresyon yöntemleridir. Saaty ve Hu (1998), matematiksel olarak ikili karşılaştırma matrislerinden öncelik belirlenmesinde özvektör yönteminin en iyi yaklaşım olduğunu göstermiştir. Özvektör Yöntemi, karşılaştırmalardaki tutarlılığı ölçme imkanı da sağlamakta ve tutarsız matrislerde de sonuç vermektedir. Saaty tarafından, AHS yöntemini uygulamak için tasarlanan Expert Choice programı, önceliklerin belirlenmesinde özvektör yöntemini esas almaktadır. Bu program, hesaplamalar açısından büyük kolaylık sağlamak da, ayrıca duyarlılık analizi yapılmasına da imkan vermektedir.

Bilgisayarla çözümün mümkün olmadığı durumlarda öncelik vektörünü elde etmek için için dört basit yöntem kullanılmaktadır (Saaty ve Hu 1998).

- En basit yöntemine göre, her satırdaki elemanlar toplanır ve bu toplamların her biri büyük toplama bölünerek normalize edilir. Elde edilen vektörün ilk satırı birinci kriterin önceliğini, ikinci satırı ikinci kriterin önceliğini, n' inci satır ise n' inci kriterin önceliğini verir.
- Her sütundaki elemanlar toplanır ve bu toplamların tersleri alınır. Terslerin her biri terslerin toplamına bölünerek normalize edilir.
- Her sütundaki elemanlar o sütunun toplamına bölünerek normalize edilir. Elde edilen her satırdaki elemanlar toplanır ve bu toplam, satırdaki eleman sayısına bölünür. Bu, normalize edilmiş sütunlar üzerinde bir ortalama alma işlemidir. Bu yolla önceki iki yola göre daha doğru tahminler(sonuçlar) elde edilir.
- Her satırdaki n tane eleman birbirleriyle çarpılır ve çarpımın n. dereceden kökü alınır yani satırdaki elemanların geometrik ortalaması alınır. Elde edilen sayılar normalize edilmiş olur.

Bu yöntemler en basitten en karmaşığa doğru sıralanmıştır. Sonuncu yöntem karşılaştırmalar matrisinden önceliklerin türetilmesinde diğerlerine göre daha iyi sonuç vermektedir.

Bu yöntemlerle bulunan öncelikler özvektör yöntemiyle elde edilen öncelik değerlerine yakın olsa da, daha doğru değerler elde etmek için hesaplamaların özvektör yöntemiyle yapılması daha uygundur (Saaty ve Hu 1998). Basitçe, matrisin limit kuvvetinin normalize edilmiş satır toplamları, karşılaştırma matrisinin özvektörünü vermektedir. Özvektörün hesaplanmasını süreci algoritma olarak Şekil-7 deki gibi gösterebilir (Ghodsypour ve O'Brien 1998).



Şekil-7: Öncelik Matrisin Özvektör Yöntemiyle Bulunması

Kaynak: Ghodsypour ve O'Brien (1998)

Özvektörün karşılaştırma matrisinin kareleri alınarak normalize edilmesiyle bulunması kriter sayısının artmasıyla, işlemsel güçlük getirmektedir. Bu noktada bilgisayar kullanımı gerekli olmaktadır. Bu çalışmada, öncelik hesaplamaları Expert Choice programı kullanılarak yapılmıştır.

Alternatiflerin kriterlere göre, kriterlerin de aynı seviyedeki diğer kriterlerle karşılaştırması yapılır ve öncelik değerleri anlatıldığı gibi özvektör yöntemiyle hesaplanır. Elde edilen bu değerler her bir kriter için yüzde önem ağırlıklarıdır. Bu değerlerin toplamı 1'e eşittir.

Son olarak, alternatiflerin kriterlere göre bulunmuş öncelikler matrisi ile kriterlerin öncelikler matrisi çarpılarak alternatiflerin genel öncelikleri bulunur (Harker ve Vargas 1987). Bu öncelik değerleri alternatiflerin tüm kriterlere göre sentezlenmiş tercih yüzdesini verir. Örneğin A, B ve C gibi alternatiflerin genel öncelik değerleri sırasıyla 0,45 0,30 ve 0,25 bulunmuş olsun. Karar verici için A alternatifi B ve C'ye göre daha iyi bir alternatiftir. Eğer tek bir tercih söz konusu değilse, tercih miktarları çıkan yüzdeye göre paylaştırılabilir.

3.4 AHS YÖNTEMİNDE TUTARLILIĞIN ÖLÇÜLMESİ

Verilecek kararın doğruluğu açısından, ikili karşılaştırmalar sonucu elde edilen değerlerin tutarlı olması gerekir. Mükemmel bir tutarlılık ulaşılması zor bir durumdur ve her ikili karşılaştırma matrisinde bir miktar tutarsızlık bulunmaktadır (Anderson vd. 1997). AHS ikili matrislerde tutarlılığın ölçülmesi için bir yöntem sunmaktadır. Eğer tutarlılık derecesi kabul edilebilir sınırlardaysa, matrisin tutarlı olduğu varsayıp işleme devam edilir. Aksi takdirde karşılaştırmalarla elde edilen yargılar tekrar gözden geçirilmeli ya da değiştirilmelidir. Tutarlılığın yüksek olması, karşılaştırma değerlerinin rasgele belirlenmiş olmaları yerine mantıklı ağırlıklandırma süreçlerinden geçerek oluşturulduğunu gösterir (Harker ve Vargas 1987).

AHS yöntemi tutarlılık ölçüsü olarak tutarlılık oranını kullanmaktadır. Bu oran için, 3x3 matrislerde %5, 4x4 matrislerde %8, 5x5 ve daha büyük boyutlu matrislerde %10 sınır olarak belirlenmiştir (Noorul Haq ve Kanan 2006). Genel olarak tutarlılık oranı %10'dan küçük bulunan bir ikili karşılaştırma matrisi yeterince tutarlı kabul edilmektedir. Kabaca bu sınır, karşılaştırma yargılarının tamamen rassal bir şekilde yapılmış olma olasılığının %10'dan az olması gerektiğini ifade etmektedir (Partovi ve Walter 1994).

Saaty (1989) Tutarlılık Oranını(TO) aşağıdaki gibi tanımlamaktadır:

$$TO = \frac{\text{Tutarlılık İndeksi}(TI)}{\text{Rassal İndeks}(RI)} \quad (1)$$

Tutarlılık indeksi Matris özvektörünün alternatif sayısından ne kadar sapma gösterdiğini hesaplamaktadır ve aşağıdaki şekilde bulunmaktadır:

$$TI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)} \quad (2)$$

λ_{\max} bir matrise ait en büyük özdeğerdir(eigenvalue). Bir kriter için karşılaştırma matrisinin bulunan önceliklerle çarpılması sonucu elde edilen yeni matrisin her satırının, öncelik matrisinin karşılık gelen elemanlarına bölünmesiyle elde edilen değerlerin ortalamasının alınmasıyla bulunur. λ_{\max} Bulunduktan sonra tutarlılık indeksi bulunur (Noorul Haq ve Kannan 2006). Burada n, alternatif sayısıdır.

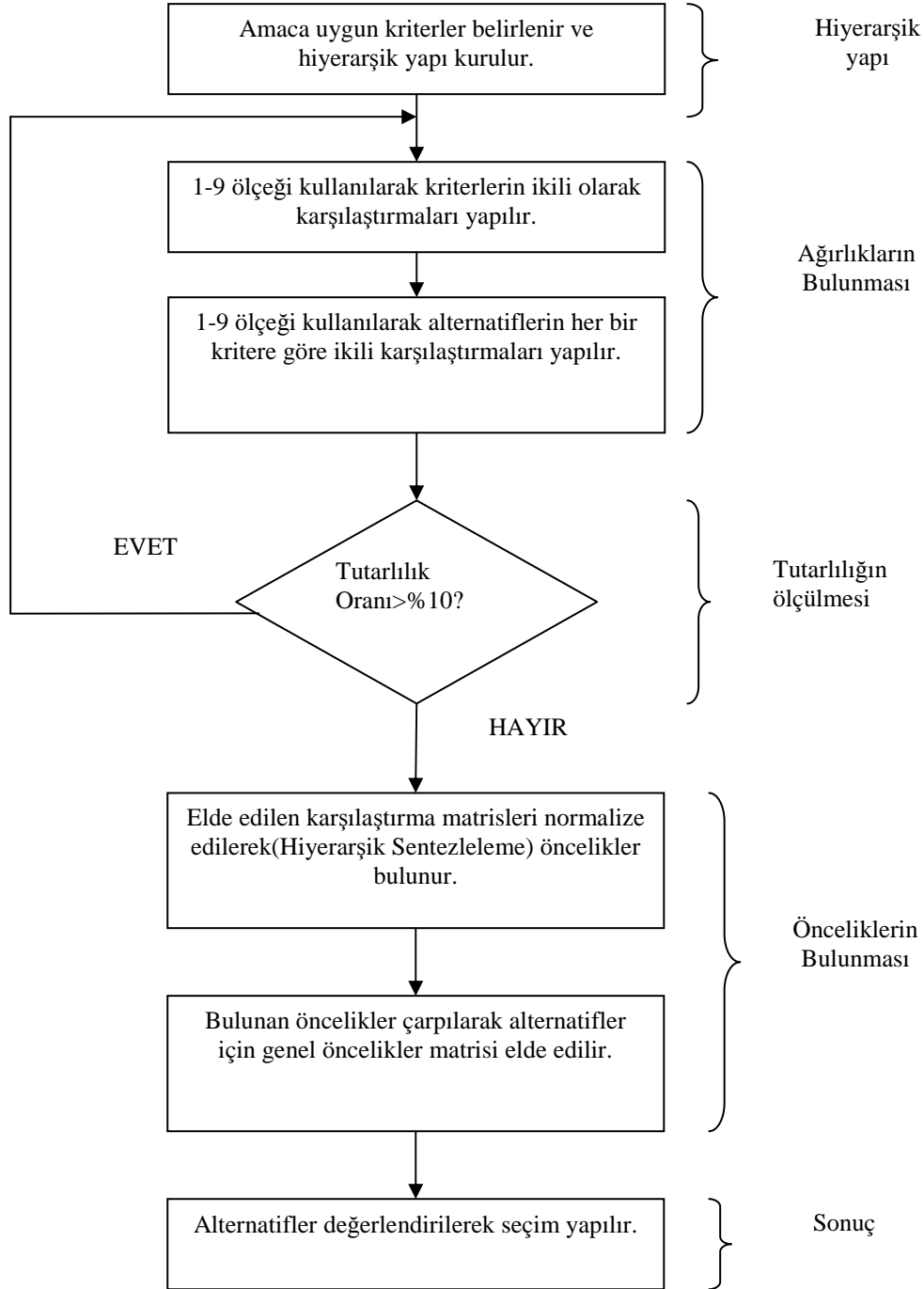
Rassal indeks, Saaty (1989) tarafından ikili karşılaştırmalar için 15 alternatife kadar (n = 15) türetilmiştir(Tablo-4).

Tablo-4: Farklı Matris Boyutlarına göre Rassal Indeks(RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Tutarlılık indeksi (2) eşitliğine göre hesaplandıktan sonra, alternatif sayısına göre tablodan rassal indeks belirlenir. Bu iki değer kullanılarak (1) eşitliğiyle tutarlılık oranı belirlenmiş olur. Expert Choice yazılımı, yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda tutarlılık oranı da hesaplamaktadır.

Analitik hiyerarşi süreci yönteminin tüm aşamaları Ghodsypour ve O'Brien (1998)'dan uyarlanarak Şekil-8'de algoritma düzeni içinde verilmiştir.



Şekil-8: AHS Yönteminin Uygulama Algoritması

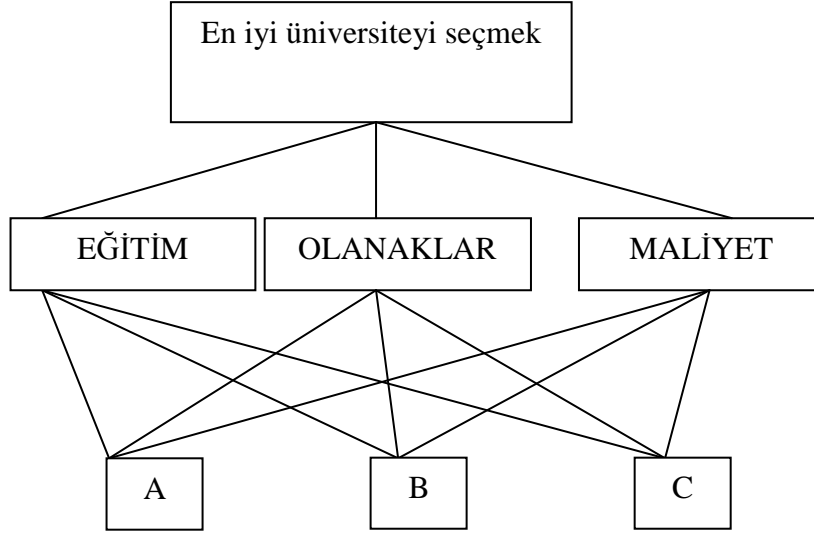
Kaynak: Ghodsypour ve O'Brien (1998)'den uyarlanmıştır.

3.5 AHS' NİN UYGULANIŞINA BİR ÖRNEK

Analitik hiyerarşi süreci probleminin uygulanışı basit bir örnek üzerinde şu şekilde gösterebilir: Kişisel bir karar verme durumu olan üniversite tercihi ele alınırsa amaç en iyi

üniversiteyi seçmek, dikkate alınacak kriterler 'Eğitim' kalitesi, üniversitenin sağladığı barınma imkanı ve sosyal faaliyetler gibi 'Olanaklar' ve 'Maliyet' olarak düşünülebilir. Aralarında seçim yapılacak alternatiflerin de A, B ve C gibi üniversiteler olduğu varsayalım.

Basitleştirilmiş bu problem için hiyerarşik yapı en üstte amacın, sonra sırasıyla kriterler ve alternatiflerin aşağıya doğru düzeyler halinde sıralandığı bir yapıda temsil edilir(Şekil-9).



Şekil-9: Üniversite Seçim Problemi için Hiyerarşik Ağaç

Karar verici, amaca göre kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yaparak bir kriterin diğer kriterden hangi miktarda daha önemli olduğunu, iki kriterin çapraz tabloda kesiştiği yere, Saaty'nin ölçeğine göre 1 'den 9 'a kadar puan vererek belirtir. Karar vericinin tercihlerine göre ikili karşılaştırma tablosundan, ikili karşılaştırma matrisinin Tablo-5 teki gibi oluştuğu varsayalım.

Tablo-5: Örnek için Kriterlerin İkili Karşılaştırma Tablosu

AMAÇ	EĞİTİM	OLANAKLAR	MALİYET
EĞİTİM	1	4	1/3
OLANAKLAR	¼	1	1/7
MALİYET	3	7	1

Tablo, A matrisi şeklindeki şu şekilde ifade edilir: $A = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 1/3 \\ 1/4 & 1 & 1/7 \\ 3 & 7 & 1 \end{bmatrix}$.

Kriterlere ilişkin öncelik matrisin elde edilmesi için özvektör yönteminin kullanılmasının en doğru sonuçları verdiği önceki bölümde belirtilmişti. Bu yöntemle karşılaştırma matrisinin kareleri alınarak, oluşacak yeni matrisin satır toplamları normalize edildiğinde, öncelikler matrisi bulunur. Bu işlem ardı ardına tekrarlanarak, bulunan öncelik vektöründeki değerlerin çok fazla değişmediği duruma ulaşıldığında işlem sonuçlanmış olur. A matrisin karesi alınınca aşağıdaki matris elde edilir:

$$A \times A = \begin{bmatrix} 3 & 10.33 & 1.238 \\ 0.929 & 3 & 0.369 \\ 7.750 & 26 & 3 \end{bmatrix}$$

Sonraki aşama satırların toplanması ve her bir satır toplamının, satır toplamlarının toplamına bölünerek normalize edilmesidir. Anlatılan işlem Tablo-6 'da gösterilmiştir:

Tablo-6: Uygulama Örneği için Normalizasyon İşlemi

			Toplam	Normalize Toplam
3,000	10,333	1,238	14,571	0,262
0,929	3,000	0,369	4,298	0,077
7,750	26,000	3,000	36,750	0,661
			55,619	1,000

Bu işlem sonunda birinci aşamada özvektör aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\begin{bmatrix} 0,262 \\ 0,077 \\ 0,661 \end{bmatrix}$$

Bu işlemler; bulunan özvektör bir önceki özvektöre göre değişmeyinceye kadar, A matrisinin kareleri alınarak tekrarlanır. Örnek için ikinci kez aynı işlemler, A matrisinin karesinin karesini kullanılarak tekrarlanır. İkinci aşamada bulunan özvektör:

$$\begin{bmatrix} 0,263 \\ 0,079 \\ 0,659 \end{bmatrix}$$

Bir önceki özvektör değerlerine yeterince yakın olana kadar işlem tekrarlanır. Üçüncü tekrarda elde edilen özvektör bir önceki tekrarla aynı sonucu verdiği için işlem sonuçlanmış ve kriterler ilişkin ikili karşılaştırma matrisin öncelik özvektörü bulunmuş olur. Satır değerleri sırasıyla, eğitim, olanaklar ve maliyet kriterlerinin birbirlerine göre ağırlıklarını belirtmektedir. Eğitim kriteri % 26 önemliken, olanaklar % 8, maliyet % 66 önemlidir.

Alternatiflerin her bir kritere göre ikili karşılaştırmalarından da 3 tane matris elde edilir: Eğitim, olanaklar ve maliyet kriteri için 3 üniversitenin ikili karşılaştırma matrislerinin aşağıdaki gibi oluşturulduğu varsayalım:

$$\text{Eğitim} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 8 \\ 1/2 & 1 & 7 \\ 1/8 & 1/7 & 1 \end{bmatrix}, \text{Olanaklar} = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 4 \\ 3 & 1 & 7 \\ 1/4 & 1/7 & 1 \end{bmatrix}, \text{Maliyet} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 1/3 \\ 2 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Bu matrislerin öncelik vektörleri, yukarıda anlatılan şekliyle özvektör yöntemiyle hesaplanır ve 3 alternatif için öncelik vektörleri aşağıdaki gibi bulunur:

$$\text{Öncelik vektörleri maliyet için } \begin{bmatrix} 0,333 \\ 0,140 \\ 0,528 \end{bmatrix}, \text{ olanaklar için } \begin{bmatrix} 0,263 \\ 0,659 \\ 0,079 \end{bmatrix}, \text{ eğitim için } \begin{bmatrix} 0,586 \\ 0,353 \\ 0,061 \end{bmatrix} \text{ olarak}$$

bulunur.

Özvektörleri bulunan ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılıkları (1) ve (2) eşitlikleri kullanarak hesaplanır. Örnek için, 4 karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranları, A matrisi için 0,03, maliyet matrisi için 0,05, Olanaklar matrisi için 0,03, eğitim matrisi için 0,03

bulunmuştur. 3x3 lük karşılaştırma matrisleri için tutarlılık oranı üst sınırı 0,05 olarak kabul edildiğinden, karşılaştırmaların yeterince tutarlı olduğu söylenebilir. Herhangi bir matrisin tutarlılık oranı 0,05 ten büyük çıksaydı, ikili karşılaştırmaların gözden geçirilmesi ve tekrar oluşturulması gerecekti.

Son aşamada ise, hiyerarşinin her düzeyinde bulunan öncelikler, aşağıdan yukarı doğru sentezlenerek, alternatiflerin genel öncelikleri elde edilir. Alternatiflerin kriterlerle karşılaştırılmalarından elde edilen öncelikler vektörü birleştirilerek elde edilen matris ile kriterlerin öncelikleri çarpılarak alternatiflerin genel öncelikleri aşağıdaki gibi bulunur.

$$\text{Çarpım} \begin{bmatrix} 0,586 & 0,263 & 0,333 \\ 0,353 & 0,659 & 0,140 \\ 0,061 & 0,079 & 0,528 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,263 \\ 0,079 \\ 0,659 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,394 \\ 0,237 \\ 0,370 \end{bmatrix}$$

$$\text{Bulunan genel öncelikler matrisinin} \begin{bmatrix} 0,394 \\ 0,237 \\ 0,370 \end{bmatrix};$$

İlk satırı A üniversitesin tercih ağırlığını %39, ikinci satırı B üniversitesi için tercih ağırlığını % 24, üçüncü satırı ise C üniversitesinin ağırlığını ise % 37 olarak göstermektedir. Bulunan sonuca göre, en büyük ağırlığa sahip A üniversitesi en iyi tercih olarak bulunmuştur. Bu tercihi sırasıyla C ve B üniversiteleri izlemektedir. Tercih daha da netleştirilmek istenirse modele yeni kriterler eklenmesi gerekir. Bu kriterlerden yargılandırılabilir olanlar AHS yöntemiyle modele katılabilir. Daha katı sınırlamaların ve kısıtların bulunduğu, keskin bir sonucun istendiği durumlarda AHS yöntemiyle bulunan öncelikler girdi kabul edilerek, programlama modelleriyle ikinci bir aşamada optimal sonuçlar elde edilebilir.

3.6 LİTERATÜRDE AHS'YE YÖNELİK YORUMLAR VE ELEŞTİRİLER

Harker ve Vargas (1987), AHS' nin uğradığı eleştirileri 4 temel noktada toplamışlardır: Aksiyoma dayalı bir temelden yoksun oluşu, karar vericilerin cevaplandırmaları gereken sorularda belirsizlik, tercihlerin derecesini belirleyen ölçek, Hiyerarşik oluşum ve sıralamanın değişmesi problemi.

AHS ye yöneltilen ilk eleştiri AHS yönteminin aksiyoma dayalı bir temele sahip olmamasıdır. Saaty (1986), yöntemini temellendirirken 4 aksiyom saymıştır:

Aksiyom 1 (Terslik özelliği): Karar vericinin ikili karşılaştırmalar sonucu vardığı yargılar terslik koşulunu sağlamalıdır. Örneğin A, B'den 5 kat daha ağır ise, B, A' ya göre beşte bir oranında ağırdır. Karşılaştırma matrisinde de tercih edilirlilik için durum aynıdır.

Aksiyom 2 (Homojenlik): Karşılaştırılabilir öğeler arasında karar vericinin sınırlı bir ölçekte tercih belirlemesidir. Karşılaştırılması istenen kriterler anlamlı bir karşılaştırmaya olanak verecek benzerlikte olmalıdır. Ölçeği zorlayan bir karşılaştırmaya izin verilmez.

Aksiyom 3 (Bağımsızlık): Herhangi bir düzeydeki elemanın tercih derecesinin alt düzeydeki elemanlardan bağımsız olduğu varsayılır. Bu aksiyom hiyerarşi içindeki elemanların birbirleriyle kıyaslanabilmesini savunmaktadır.

Aksiyom 4 (Beklentiler): Tüm beklentiler kriterler ve alternatifler olarak hiyerarşik yapıda temsil edilmelidir. Bulunacak öncelikler başlangıç beklentilerine ve karar vericinin inançlarına uygun olmalıdır. Yeni alternatiflerin eklendiği veya çıkarıldığı durumlarda ortaya çıkacak sonucun beklentilere uygun olabilmesi için hiyerarşik yapının yeniden düzenlenmesi gerekebilir (Harker ve Vargas 1987).

Harker ve Vargas (1987)' a göre AHS' ye aksiyomlardan yoksun oluşu gerekçesiyle yöneltilen eleştiriler isabetli değildir. AHS, sağlam matematiksel temele dayanan, insan beyninin alternatiflere ve kriterlere düzey ve öncelikler atama biçimini yansıtan ve yöntemin uygulanışı için aksiyomları geliştirilmiş bir yöntemdir.

AHS'ye yöneltilen ikinci eleştiri karar vericinin tercihlerini belirteceği karşılaştırmalar için uygun soruların sunulmasıdır. Sorulara verilecek cevapların derecesi cevaplayıcının bilişsel ortamı ile ilgilidir. Zamana ve içinde bulunulan ortama göre bireylerin cevapları değişebilmektedir. Ancak bu sadece AHS ile ilgili bir sorun olmaktan öte, öznel yargıların değerlendirildiği tüm çalışmalar için geçerli bir eleştiridir. Elemanları karşılaştırma olanağı veren soruların, yargıların ölçümünü gerçeğe uygun hale getiren biçimde düzenlenmesi yöntemin verimliliğini artıracaktır. Buna karşın, sorular ne kadar mükemmel şekilde düzenlenirse düzenlensin bireysel referanslar ve algı nedeniyle belirsizliği mutlak olarak ortadan kaldırmak mümkün değildir (Harker ve Vargas 1987).

Analitik hiyerarşi süreci yönteminde oran ölçeğinin(ratio scale) kullanılması, aralık ölçeğinin(interval scale) kullanıldığı geleneksel karar analizi yöntemlerinden önemli derecede farklılaşmasına yol açmaktadır. Literatürde algıların ölçümü için oran ölçeği yaygın olarak kullanılsa da, eleştiriler daha çok Saaty'nin 1-9 ölçeğine yöneliktir (Harker ve Vargas 1987). Bu ölçek birçok uygulamada kullanılmış ve bireylerin tercihlerini yansıtmada yeterli görülmüştür. Matematiksel örgüsü itibarıyla sınırsız bir ölçek mümkün olsa da, ölçeğe sınır getirilmemesi bireylerin sonsuz büyüklükte bir tercih yelpazesinde yargılarını ifade etmekte sıkıntı yaşamalarına ve sonuçlarda tutarsızlığa yol açmaktadır (Harker ve Vargas 1987) .

Yine Harker ve Vargas (1987)'a göre; ölçek hakkında yöneltilen eleştirilerden birisi de ölçeğin geçişkenlik(transitivity) aksiyomuna uygun olmamasıdır. Geçişkenlik aksiyomuna göre A, B'ye göre 4 kat, B, C'ye göre 2 kat tercih ediliyorsa, A, C' ye göre 8 kat tercih edilmelidir. Fayda teorisinin geçişkenlik aksiyomuna göre yöneltilen bu eleştiri, AHS' nin aksiyomlarını göz ardı ederek, fayda teorisi çerçevesinden yapılan bir eleştiridir. AHS 'yi savunanlara göre gerçek hayatta tercihlerde tam bir geçişkenlik söz konusu değildir, yani, A, C' ye göre 6 kat tercih edilebilir.

Analitik hiyerarşi süreci yöntemine yönelik eleştirilerin yoğunlaştığı bir diğer alan, önceliklerin belirlenmesidir. İkili karşılaştırma matrislerinden önceliklerin hesaplanmasına ilişkin geliştirilen yöntemlerden AHS için yaygın olarak kullanılan özvektör yöntemi, tutarsızlık(inconsistency) durumlarında da kullanılabilmesi özelliğinden dolayı diğer regresyon yöntemlerine göre daha doğru sonuçlar vermektedir (Saaty 1989). Karar verme sürecine bir kriterin eklenmesi veya çıkarılması durumunda önceliklerin ve sıralamanın değişeceğinden hareketle AHS'nin yetersizliği iddia edilmiştir. Bir alternatifin varlığı yada yenilerinin eklenmesi, diğer alternatiflerin öncelik değerlerinde değişimlere yol açtığı Saaty vd. (1983) tarafından da kabul edilmiştir. Ancak bu sıralama değişiminin doğal ve mantıklı bir durum olduğunu öne sürmüşlerdir. Harker ve Vargas (1987)' a göre, sıralamanın değişmesi problemi hiyerarşik yöntemin aksiyom eksikliğinden ziyade yöntemin yanlış uygulananından kaynaklanmaktadır. Saaty (1994), sıralamanın değişimine izin verilecek durumlarda göreceli ölçüm yaklaşımının kullanılması, bu değişimi engellemek için ise mutlak ölçüm yaklaşımının tercih edilmesini önermiştir.

3.7 ÖLÇÜM TÜRLERİ

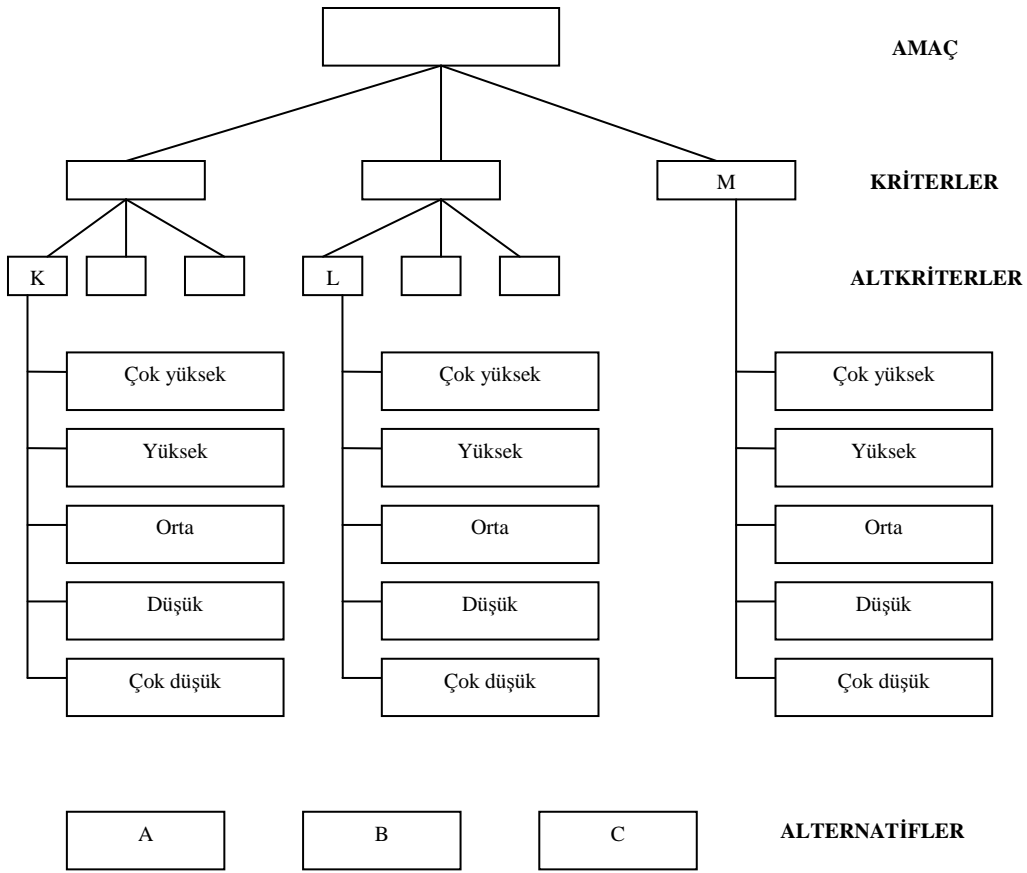
3.7.1 Mutlak Ölçüm

Saaty (2000,2006), bilişsel olarak insan zihninin iki tür ölçüm yaptığını söylemektedir: Mutlak ve göreceli ölçüm. Mutlak ölçümde kişi tecrübeyle edindiği bir standarda(ideal alternatif) göre alternatifleri kıyaslarken, göreceli ölçümde alternatifler ikişer olarak bir kritere göre karşılaştırılır. Saaty (2000) her iki ölçüm modunun da AHS yönteminde kullanımına değinmiştir.

Bir ölçek üzerindeki değer, ölçeğin bir birimiyle karşılaştırılmasıyla yapılan ölçüm mutlak ölçüm olarak adlandırılmaktadır. Böyle bir ölçek üzerinde alternatifler, her seferde bir tanesi değerlendirilerek ölçülür. Saaty (1994)'e göre bu tür bir ölçüme, bir alternatif, kendisinden başka kaç tane alternatif olduğundan ve bunların ölçümlerinin sonuçlarından bağımsız olarak incelenir. Kriterlerde bir değişim söz konusu değilse, yeni alternatiflerin eklenmesi ya da mevcutların çıkarılması, alternatiflerin sıralamasını değiştirmemektedir (Harker ve Vargas 1987).

AHS'nin mutlak ölçümünde, belli bir problemdeki alternatiflerin birbirlerine göre ölçümlerini bulmak için 'mükemmel', 'ortalamanın üstünde', 'ortalama', 'ortalamanın altında', 'zayıf' gibi derecelendirmeler kurulur ve bu derecelerin her bir kriter için ağırlıkları belirlenir (Saaty 2000). Kriterin kendi içinde ağırlıklandırılması, alternatiflerin değerlendirileceği yeni bir ölçek oluşturmaktadır. Kriter ve alt kriterler birbirleriyle ikili

olarak karşılaştırılırlar ancak alternatifler birbirleriyle karşılaştırılmak yerine bahsedilen ağırlıklandırmalar sonucu kurulmuş olan ölçek kullanılarak değerlendirilir. Mutlak ölçüm için kurulan hiyerarşik yapı, görel ölçüm için kurulan hiyerarşiden farklılık göstermektedir. Görel ölçümde, hiyerarşi boyunca her düzeydeki elemanlar bir üst düzeydeki elemanlarla ikili olarak karşılaştırılırken(Şekil-9), mutlak ölçümde, hiyerarşide en alt düzeyde bulunan alternatifler, kriterlerle karşılaştırılmaz. Hiyerarşik ağaçta, kriter ve alt kriterlerin altında, kriterlerin tercih yoğunluğunu gösteren, yukarıda anlatılan derecelendirme ölçeği oluşturulur. Şekil-10'da mutlak ölçüm modu için bir hiyerarşik ağaç örneği verilmiştir (Saaty 1994).



Şekil-10: Mutlak Ölçüm Modu için Hiyerarşik Ağaç

Kaynak: Saaty (1994)'den uyarlanmıştır.

Şekilde görüldüğü gibi alternatiflerin bulunduğu düzeyle kriterler arasında bağlantı yoktur. Alternatifler kriterlere göre birbirleriyle karşılaştırılmak yerine, her bir kriter için hangi önem düzeyinde olduğu derecelendirme ölçeği üzerinden belirlenir. Derecelendirme ölçeğinin kurulmasında, ilgili kriterin önem derecelerinin belirlenmesinde karar vericilerin uzmanlık bilgisine sahip olması gerekir (Saaty 1994).

Derecelendirilme yapılırken cevabı aranan soru, önem derecelerinin birbirine göre ne kadar tercih edilir olduğudur. Yani K kriteri için bir alternatifin yüksek derecede olması orta derecede olmasından ne derece iyidir sorusuna yanıt aranır. Bu ikili karşılaştırmalar tamamlandıktan sonra önem dereceleri ağırlıklandırılır ve normalize edilir. Bu şekilde alternatifler için ilgili kriterde ne derecede etkin olduklarına karşılık gelen bir kategorik ölçek oluşturulmuş olur. Mutlak ölçüm yönteminde alternatifler, kriterler için düştükleri derecelendirme kategorisinin ağırlığı ve kriterlerin öncelik değerlerinin çarpımlarının toplanmasıyla genel bir öncelik puanına ulaşırlar (Saaty 1994).

3.7.2 Göreli Ölçüm

Alternatif sayılarında bir değişim sıralamanın değişmesine yol açacaksa, alternatifler için mutlak ölçüm yerine göreli ölçüm tercih edilmektedir. Göreli ölçümde, mutlak ölçümün aksine alternatifler birbirleriyle de karşılaştırılırlar ve ölçek bu karşılaştırmalardan türetilir. Yeni bir alternatif önceden belirlenmiş olan ölçeğe göre değil, var olan alternatiflerle karşılaştırılır. Ölçümlerin göreli olarak yapılması, sıralama değişikliklerine izin verdiği için alternatiflerin eklenmesi ya da çıkarılması durumunda alternatiflerin öncelik değerlerinde değişiklik olur. Saaty (2000)'ye göre göreli ölçüm, sıralamanın değişebildiği durumlarda, mutlak ölçümün sıralamada değişime yanıt vermeyen eksikliğini bu özelliğiyle gidermektedir. Saaty (1994)'ye göre göreli ölçüm, sıralamanın değişmesinin istenmediği durumlarda sıralamayı koruyacak şekilde de düzenlenebilir. Sıralamayı korumak için, ikili karşılaştırmalar matrislerinin hesaplanmasında normalizasyon yerine ideal mod kullanılır.

3.7.3 Mutlak Ölçüm Ve Göreli Ölçümün Karşılaştırılması

Mutlak ölçüm, alternatiflerin karşılaştırılmasına izin vermeyen yapısıyla, çok sayıda alternatifin modele katılmasına imkan vermektedir. Oysa göreli ölçümde, çok sayıda alternatif bulunması, bu alternatiflerin birbirleriyle ikili olarak karşılaştırılmasını güçleştirmektedir. Saaty (1989), göreli ölçüm yaklaşımının başarısı için maksimum yedi alternatif olmasını, daha fazla alternatif bulunması halinde mutlak ölçüm modunun kullanılmasını önermiştir.

Mutlak modun kullanılması sadece çok sayıda kriterin bulunduğu durumlarla sınırlı değildir. Alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırma olanağının bulunmadığı durumlarda, alışılmış bir değerlendirme yöntemi olmasından da dolayı, az sayıda alternatifin bulunduğu problemlerde de kullanılmaktadır (Saaty 1994).

Mutlak modun kullanılması için gerekli olan derecelendirme ölçeğinin oluşturulması pratikte zorluk göstermektedir. Ölçeğin oluşturulması keyfi olmaktadır ve alternatiflerden bağımsız değerlendirilmektedir. Göreli ölçüm ise, hazır bir ölçek yerine, ikili

karşılaştırmalarla ölçeği kendisi türetmektedir. AHS yönteminde ölçüm türlerine ilişkin yorumlar ve eleştirilerden yararlanılarak ölçüm modlarının problem türünün özelliklerine göre tercih edilirligi Tablo-7'deki gibi özetlenebilir.

Tablo-7: AHS Yönteminde Ölçüm Türlerinin Karşılaştırılması

	Mutlak Ölçüm	Görel Ölçüm
Alternatif sayısı 7'den çok ise	X	
Derecelendirme ölçeğinin oluşturulması zor ise		X
Alternatiflerin karşılaştırılması güçlüğü var ise	X	
Alışlagelmiş kategorik yöntem oluşu	X	
Alternatiflerin sıralama değişikliğine izin verilmesi		X
Alternatiflerin etkileşiminden yeni kriterlerin oluşmasına izin verilmesi		X

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

4.1. UYGULAMA HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Uygulama çalışmasında hipotetik bir işletmenin tedarikçi seçimi problemi Ghodsypour ve O'Brien (1998,2001) tarafından önerilen iki farklı modelle ele alınacak ve işletmenin hedeflerine uygun olarak en iyi tedarikçi veya tedarikçiler seçilerek, işletmenin yıllık talebi tedarikçilere paylaştırılacaktır.

İlk modelde nicel kriterlerin yanı sıra nitel kriterleri de hesaba katmak için analitik hiyerarşi süreci yöntemi, tamsayı programlama ile birlikte kullanılmıştır. AHS, kendisini takip edecek tamsayı programlama yöntemine nitel kriterlere ilişkin sayısal ağırlıklar sağlayacaktır. Ek olarak AHS, sayısal kriterleri de ağırlıklara dönüştürerek, nitel kriterlerle birlikte değerlendirilmesine imkan vermektedir. Kurulan model birçok seçim kriterini ağırlıklar cinsinden amaç fonksiyonunda barındıran çok amaçlı(multi-objective) bir modeldir. Model, işletme için en iyi tedarikçileri seçip, ilgili tedarik miktarlarını tedarikçilere atamaktadır. İşletmenin toplam satın alma değeri, amaç fonksiyonu olarak maksimize edilmektedir(Ghodsypour ve O'Brien 1998). Modelin çözülmesinde AHS yöntemi için Expert Choice yazılımı, tamsayı programlama aşamasında ise Microsoft Excel Solver paketi kullanılmıştır.

İkinci model, tüm satın alma maliyetlerini amaç fonksiyonu olarak belirleyen ve bunu minimize eden, doğrusal olmayan karma tamsayı programlama modelidir. İlk modelde olduğu gibi en iyi tedarikçilerin seçimini yapıp, ilgili miktarları tedarikçilere atayan model, maliyeti bir kriter olarak belirlemekten öte formüle edip her bir tedarikçi için ayrıntılı hesaplamaktadır. Maliyetin amaç fonksiyonunda, kalite kriterinin kısıtlarda yer aldığı model, bu yönüyle tek-amaçlı (single-objective) bir modeldir. Doğrusal olmayan programlama(NLP) modelinin çözülmesinde Microsoft Excel Solver paketi kullanılmıştır.

Uygulamada, ABC isimli hipotetik bir işletmenin tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. ABC işletmesi, dört muhtemel tedarikçisi bulunan, talebini eksiksiz karşılamak üzere bunlar arasından en iyi tedarikçi veya tedarikçileri seçerek, her birine ilgili tedarik miktarlarını paylaştırmaya çalışan bir işletmedir. ABC yöneticileri, bu seçimi yaparken, kullanacakları değerlendirme kriterlerini; Sipariş maliyeti, kalite, teslimat, hizmet, üretim yetenekleri olarak belirlemişlerdir. Belirtilen ana kriterlerin yanında iade oranı, izlenen kalite politikaları, zamanında teslimat yapabilmeleri, teslimatın güvenliği, değişim taleplerine hızla tepki verebilmeleri, iletişim yetenekleri, esnek üretim politikalarına sahip oluşları ve üretim

devamlılığı gibi faktörler de tedarikçilerin değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulmaktadır.

Değerlendirme ölçütü olarak kullanılacak kriterlerden çoğu için nicel yargılama mümkün olmamaktadır. Tedarikçilerin izledikleri kalite politikaları, iletişim yetenekleri, üretim esneklikleri gibi kriterler sayısal veri içermediğinden, ancak ilgili konuda tedarikçilerin geçmiş performanslarına bakılarak değerlendirme yapılabilir. Bu değerlendirmeler, doğru sonuçlar alınmak isteniyorsa, deneyimli ve o konuda uzman kişilerce yapılmalıdır. Nitel kriterlerin değerlendirilmesinde ilk modelde, AHS yöntemi kullanılacak, ikinci modelde ise bu kriterler ihmal edilecektir. Nicel kriterler ise her iki yöntem de matematiksel programlama modeli içerdiğinden eksiksiz olarak ele alınacaktır.

İlk modelde tedarikçiler için, sabit sipariş maliyeti, birim sipariş maliyeti, taşıma maliyeti gibi tüm satın alma maliyetleri birleştirilerek, Toplam Sipariş Maliyeti oluşturulmuştur. Tedarikçi alternatiflerinin maliyetleri oranlanacağı için bir miktar ürünün siparişi sonucu oluşan tüm maliyetler toplanarak, her bir tedarikçi için toplam sipariş maliyeti değeri oluşturulmuştur. İkinci modelde ise, maliyet kalemleri için ayrı hesaplama yapılmıştır.

Tedarikçi işletmelerle ilgili nicel kriter değerleri Tablo-8' de verilmiştir.

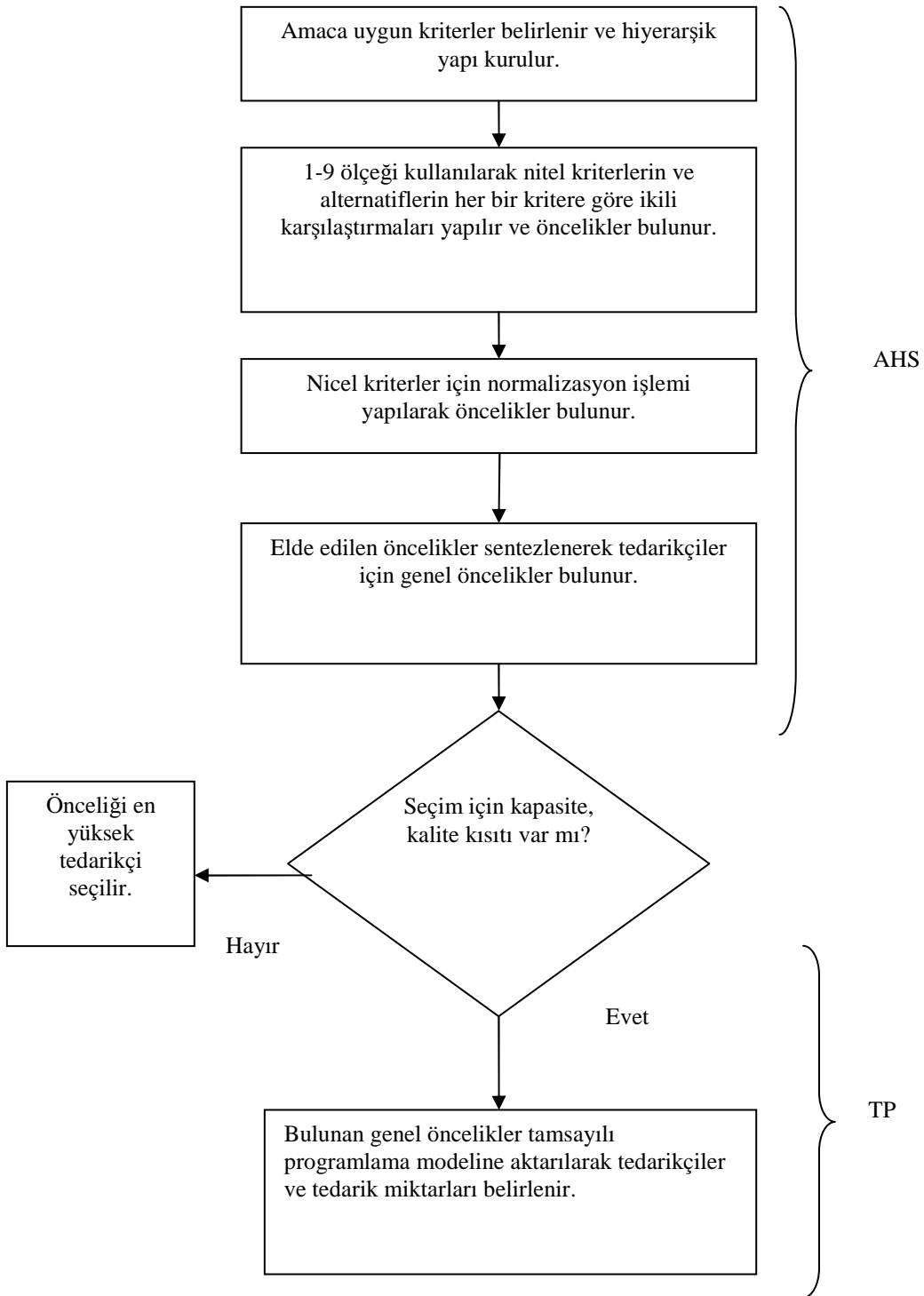
Tablo-8: Tedarikçi Firmalara İlişkin Nicel Kriter Değerleri

	Toplam Sipariş Maliyeti	İade Oranı	Zamanında Teslimat Oranı	Üretim Kapasiteleri	Birim başı Sipariş fiyatı	Sabit Sipariş Maliyeti
Tedarikçi1	1000	0,02	0,94	700	9	9
Tedarikçi2	750	0,03	0,96	500	16	8
Tedarikçi3	900	0,04	0,88	400	27	6
Tedarikçi4	950	0,01	0,95	800	32	4

İşletmenin yıl içinde belirlediği toplam talep miktarı 1500 adettir. İşletme kabul edilebilir üst düzey iade oranını 0,03 olarak belirlemiştir. Envanter taşıma maliyet oranı ise $r = 0,2$ olarak alınmıştır.

4.2 TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİNDE BÜTÜNLEŞİK AHS-TP YAKLAŞIMI

Birinci model, AHS yöntemi ve tamsayı programlamanın kullanıldığı iki aşamadan oluşan bir modeldir. Birinci aşamada nitel kriterlere ilişkin ikili karşılaştırmalar sonucu elde edilen ağırlıklar sentezlenerek tedarikçilere ilişkin genel öncelikler bulunacaktır. Bulunan öncelik değerleri tamsayı programlama modeline aktarılarak, uygun tedarikçilere sipariş miktarları atanacaktır. Uygulanacak modele ilişkin algoritma Ghodsypour ve O'Brien (1998)'in çalışmasından uyarlanarak Şekil-11'de verilmiştir.



Şekil-11: AHS-TP Modelinin Uygulama Algoritması

Kaynak: Ghodspoor ve O'Brien (1998)'dan uyarlanmıştır.

4.2.1. AHS Aşamasının Probleme Uygulanması

ABC yöneticilerinin, tedarikçi seçiminde önem verdikleri kriterler, bağımlı olanlar aynı düzeyde yer almayacak şekilde, hiyerarşik olarak sıralanmaya çalışılmıştır. 5 ana kriter;

Sipariş Maliyeti, Kalite, Teslimat, Hizmet ve Üretim Yetenekleri olarak belirlenmiş, Diğer kriterler, alt-kriterler olarak bağımlı oldukları ana kriterlere bağlanmıştır. Probleme ilişkin hiyerarşik ağaç modeli Expert Choice(EC) yazılımına aktarıldığı biçimiyle Şekil-12’ de gösterilmiştir.



Şekil-12: Uygulama Problemi için Hiyerarşik Ağaç

En üst seviyede yapılacak seçimin amacı bulunur. Uygulamada bu amaç ABC işletmesi için en iyi tedarikçinin seçilmesidir. Bir alt seviyede ana kriterler yer almaktadır. Sipariş maliyetleri kriteri türetilmiş bir kriter olduğu için alt kriter bağlantısı yapılmamıştır. Diğer ana kriterler için bağımlı görülen diğer kriterler alt-kriterler olarak bağlanmıştır. Şekilde alternatifler hiyerarşik ağaçta gösterilmesi de, en alt seviyede sıralanır. EC en alt düzeyde alternatiflerin (tedarikçilerin) bulunduğu varsayımıyla işlem yapmaktadır.

Her seviyedeki eleman bir üst elemanı cinsinden yanındaki elemanlarla kıyaslanır. Örneğin; iade oranı kriteri kalite açısından kalite kontrol politikaları kriteriyle karşılaştırılır. Alternatif tedarikçiler ise ara seviyede başka kriter olmaması koşuluyla üstündeki kriterler cinsinden karşılaştırılır. Tedarikçiler, 2. seviyedeki tüm alt kriterler cinsinden kıyaslanır bunun yanında 1. seviyede bulunan sipariş maliyeti kriterine göre de karşılaştırma yapılır çünkü arada başka bağlantı yoktur. Buna karşın, tedarikçiler doğrudan hizmet, üretim yetenekleri ve teslimat kriterlerine göre karşılaştırılmaz.

Tedarikçilerin karşılaştırılmasında, nitel kriterler için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Karşılaştırmalarda, satırla sütunun kesiştiği yere satırda yazılı alternatifin sütunda yazılı alternatife göre ilgili kriterde ne kadar daha iyi olduğuna ilişkin değer yazılır. Karşılaştırmalar üst seviyedeki düğüm elemanı için bir alt seviyesindeki elemanlara uygulanır. En alta yer alan kriterler için alternatifler karşılaştırılırken, daha üst seviyedeki ana kriterlerle karşılaştırma yapılmaz. Alternatiflerin bu kriterle ilişkin ağırlıkları sentezleme yoluyla diğer karşılaştırma matrislerinden elde edilir. Uygulama için kullanılan EC programının nitel kriterler için ikili karşılaştırmalar matrisleri Tablo.9-19 ‘da verilmiştir.

Siyah belirtilen değerler satır elemanlarının ilgili kriterde tercih oranlarını gösterirken, kırmızı belirtilen değerler için tercih sütun elemanı lehinedir.

Tablo–9: Kalite Kontrol Politikaları Kriteri için Tedarikçilerin Karşılaştırma Matrisi

Compare the relative preference with respect to: \ kalite kontrol politikaları				
	Tedarikçi-1	Tedarikçi-2	Tedarikçi-3	Tedarikçi-4
Tedarikçi-1		2,0	3,0	3,0
Tedarikçi-2			1,0	4,0
Tedarikçi-3				5,0
Tedarikçi-4		Incon: 0,02		

Tablo–10: Değişim Taleplerine Tepki Süresi Kriteri için Karşılaştırma Matrisi

Compare the relative preference with respect to: \ değişim taleplerine tepki süresi				
	Tedarikçi-1	Tedarikçi-2	Tedarikçi-3	Tedarikçi-4
Tedarikçi-1		3,0	3,0	5,0
Tedarikçi-2			2,0	3,0
Tedarikçi-3				6,0
Tedarikçi-4		Incon: 0,08		

Tablo–11: İletişim İmkanları Kriteri için Karşılaştırma Matrisi

Compare the relative preference with respect to: \ iletişim imkanları				
	Tedarikçi-1	Tedarikçi-2	Tedarikçi-3	Tedarikçi-4
Tedarikçi-1		2,0	3,0	3,0
Tedarikçi-2			2,0	2,0
Tedarikçi-3				4,0
Tedarikçi-4		Incon: 0,05		

Tablo–12: Teslimat Güvenliği Kriteri için Karşılaştırma Matrisi

Compare the relative preference with respect to: \ teslimat güvenliği				
	Tedarikçi-1	Tedarikçi-2	Tedarikçi-3	Tedarikçi-4
Tedarikçi-1		3,0	3,0	5,0
Tedarikçi-2			5,0	3,0
Tedarikçi-3				5,0
Tedarikçi-4		Incon: 0,07		

Tablo–13: Üretim Devamlılığı Kriteri için Karşılaştırma Matrisi

Compare the relative preference with respect to: \ üretim devamlılığı				
	Tedarikçi-1	Tedarikçi-2	Tedarikçi-3	Tedarikçi-4
Tedarikçi-1		2,0	2,0	3,0
Tedarikçi-2			1,0	4,0
Tedarikçi-3				3,0
Tedarikçi-4		Incon: 0,04		

Tablo–14: Üretim Esnekliği Kriteri için Karşılaştırma Matrisi

Compare the relative preference with respect to: \ üretim esnekliği				
	Tedarikçi-1	Tedarikçi-2	Tedarikçi-3	Tedarikçi-4
Tedarikçi-1		2,0	3,0	6,0
Tedarikçi-2			2,0	5,0
Tedarikçi-3				4,0
Tedarikçi-4		Incon: 0,07		

Tablo–15: Kalite Kriteri için alt-kriterleri Karşılaştırma Matrisi

Compare the relative importance with respect to: kalite		
	iade oranı	kalite kontr
iade oranı		4,0
kalite kontrol politikaları		Incon: 0,00

Tablo-16: Hizmet Kriteri için alt-kriterleri Karşılaştırma Matrisi

Compare the relative importance with respect to: hizmet		
	değişim tal	iletişim imi
değişim taleplerine tepki süresi		3,0
iletişim imkanları		Incon: 0,00

Tablo-17: Amaca göre Kriterlerin Karşılaştırma Matrisi

Compare the relative importance with respect to: Goal: tedarikçilerin değerlendirilmesi					
	sipariş ma	kalite	Teslimat	hizmet	üretim yete
sipariş maliyeti		2,0	2,0	5,0	3,0
kalite			3,0	4,0	1,0
Teslimat				2,0	3,0
hizmet					5,0
üretim yetenekleri		Incon: 0,05			

Tablo-18: Teslimata göre alt kriterlerin Karşılaştırma Matrisi

Compare the relative importance with respect to: Teslimat		
	zamanında teslimat	teslimat güv
zamanında teslimat		2,0
teslimat güvenliği		Incon: 0,00

Tablo-19: Üretim Yeteneklerine göre alt kriterlerin Karşılaştırma Matrisi

Compare the relative importance with respect to: üretim yetenekleri		
	üretim esn	üretim dev
üretim esnekliği		5,0
üretim devamlılığı		Incon: 0,00

Nicel kriterlere ilişkin ağırlıklar ise normalizasyon işlemiyle bulunur. Expert Choice programında nicel kriterler doğrudan veri olarak girilir. Örneğin zamanında teslimat oranı kriteri nicel bir veridir. Tablo-8’de tedarikçiler için bu oranın, sırasıyla, 0,94, 0,96, 0,88 ve 0,95 olduğu görülmektedir. Bu değerler sırasıyla girildiğinde (EC), zamanında teslimat oranına göre tedarikçilerin önceliklerini hesaplamaktadır. Aynı şekilde, Sipariş Maliyeti, ve İade oranı kriterleri de doğrudan veri olarak girilir (Tablo-20) ancak bu iki kriter negatif tercih edilen kriterler olduğu için tersleri alınarak bu işlem yapılır (Saaty 1989).

Tablo-20: Nicel Kriterler için Tedarikçi Önceliklerinin Bulunması

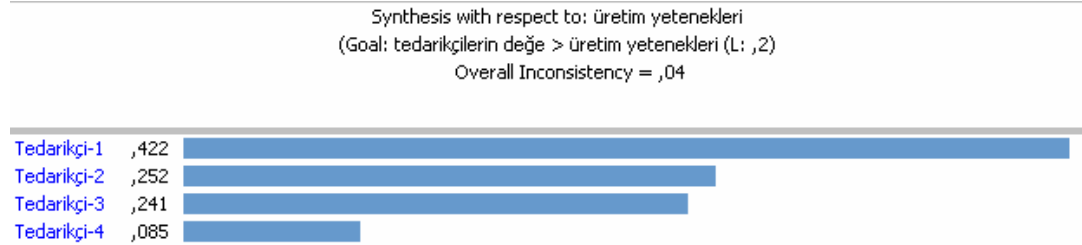
İade Oranı Kriteri için Önceliklerinin Hesaplanması			
	İade Oranı	1/İade Oranı	Öncelikler
Tedarikçi1	0,02	50	0,240
Tedarikçi2	0,03	33,33333333	0,160
Tedarikçi3	0,04	25	0,120
Tedarikçi4	0,01	100	0,480
		208,3333333	1
Sipariş Maliyeti Kriteri için Önceliklerin Hesaplanması			
	Maliyet	1/Maliyet	Öncelikler
Tedarikçi1	1000	0,00100	0,222
Tedarikçi2	750	0,00133	0,296
Tedarikçi3	900	0,00111	0,247
Tedarikçi4	950	0,00105	0,234
		0,004497076	1
Teslimat oranı			
	Teslimat oranı	Öncelikler	
Tedarikçi1	0,94	0,252	
Tedarikçi2	0,96	0,257	
Tedarikçi3	0,88	0,236	
Tedarikçi4	0,95	0,255	
	3,73	1	

Karşılaştırma matrisleri oluştuktan sonra, yapılan karşılaştırmaların tutarlılıklarının test edilmesi gerekir. Karşılaştırma tablolarında sol alt köşede o matrise ilişkin tutarsızlık oranları verilmiştir. Tablo.9-19' a göre hiçbir matrisin tutarsızlık oranı 4*4 matris için üst sınır kabul edilen 0,08' den büyük değildir. O halde yapılan karşılaştırmaların tutarlı olduğuna karar verilir. Tutarsızlık oranı 0,08 den büyük bir ikili karşılaştırma matrisi bulunursa,

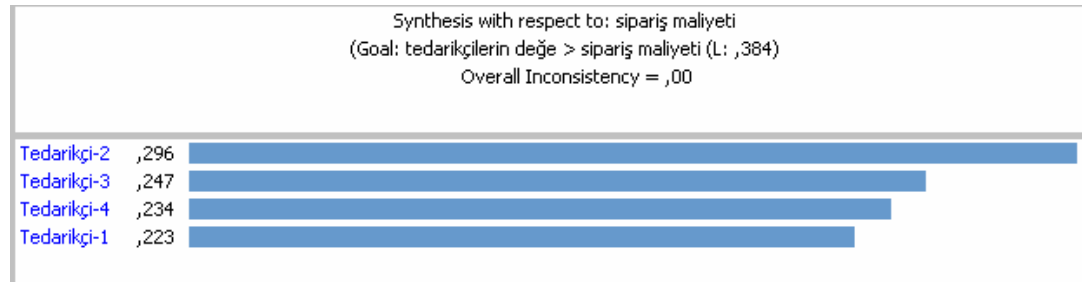
karşılaştırmalar tekrar değerlendirilmeli, yine sorun aşılıyorsa o kriterin hiyerarşideki düzeyi yeniden düzenlenmelidir.

Expert Choice programının sentezleme modu kullanılarak, kriterler ve genel amaca yönelik öncelikler elde edilir. Bulunan öncelikler Tablo.21–34 te verilmiştir.

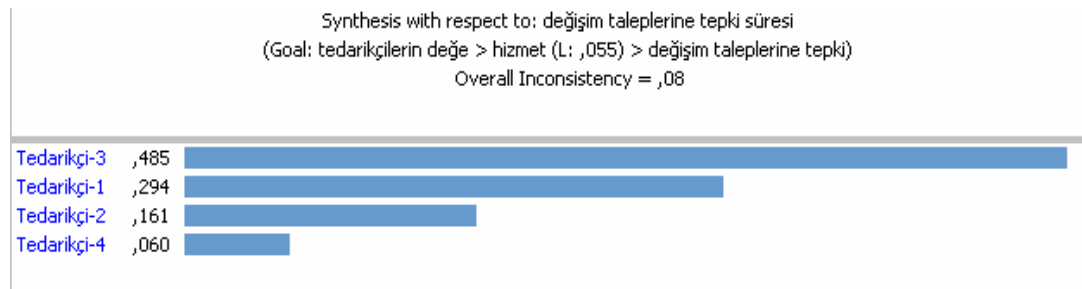
Tablo–21: Üretim Yetenekleri Kriterine göre Tedarikçi Öncelikleri



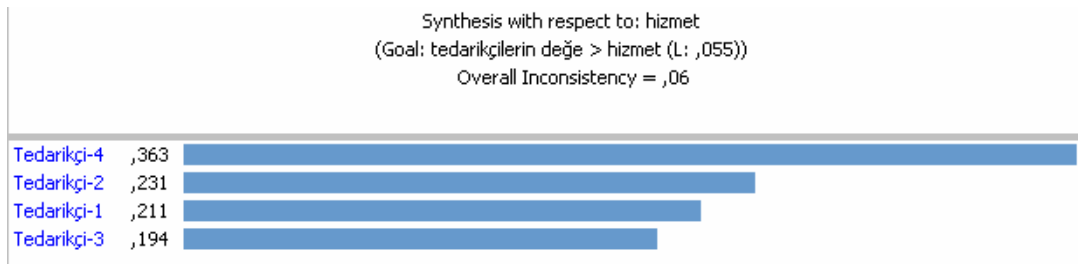
Tablo–22: Sipariş Maliyeti Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri



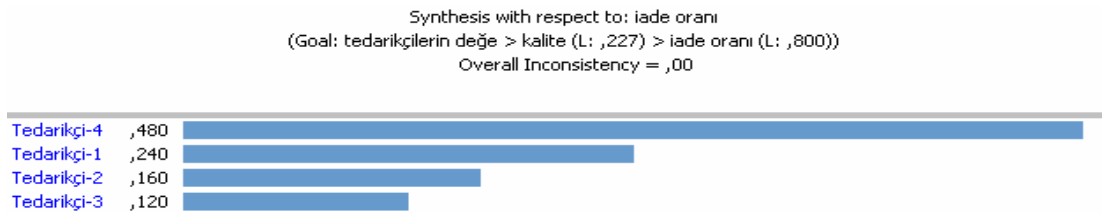
Tablo–23: Değişim Taleplerine Tepki Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri



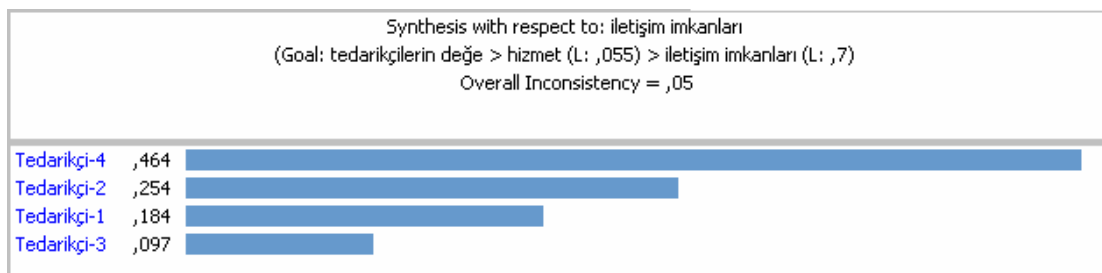
Tablo–24: Hizmet Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri



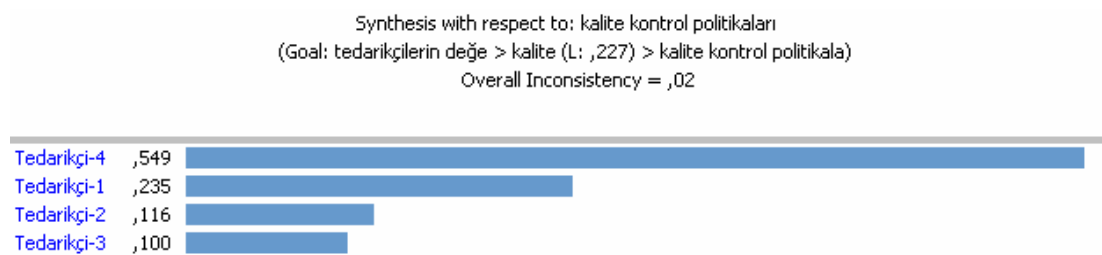
Tablo–25: İade Oranı Kriteri için Tedarikçilerin Öncelikleri



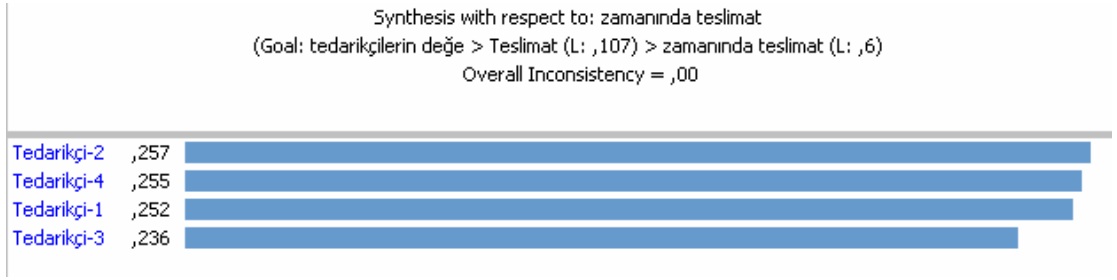
Tablo–26: İletişim İmkanları Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri



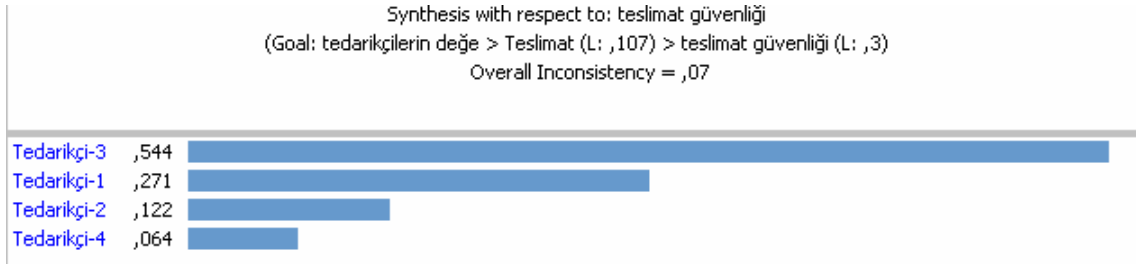
Tablo–27: Kalite Kontrol Politikaları için Tedarikçi Öncelikleri



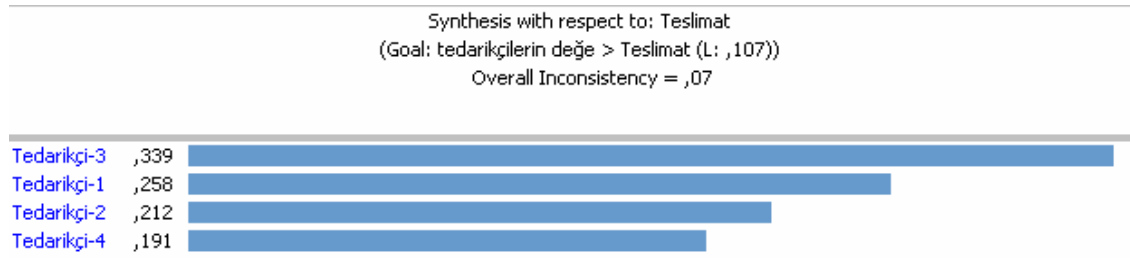
Tablo–28: Zamanında Teslimat Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri



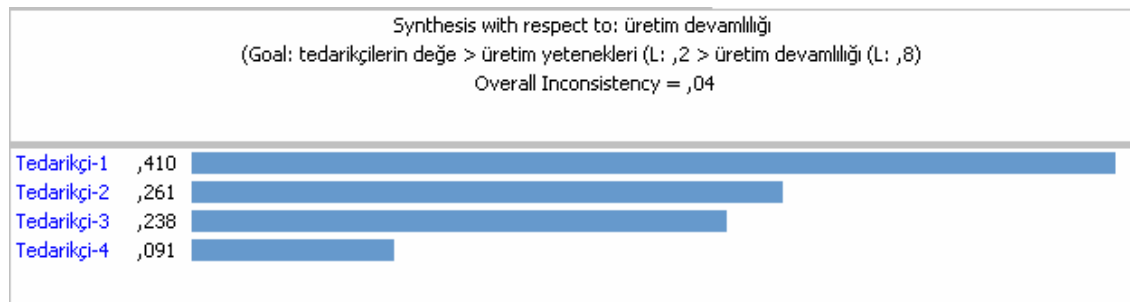
Tablo–29: Teslimat Güvenliği Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri



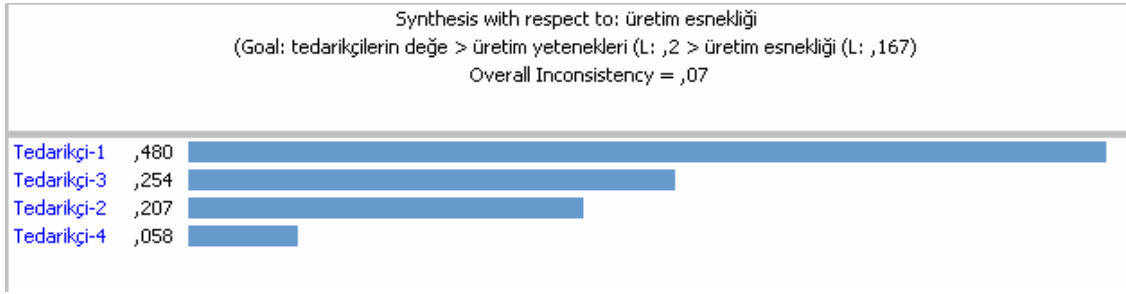
Tablo–30: Teslimat Kriteri için Tedarikçilerin Öncelikleri



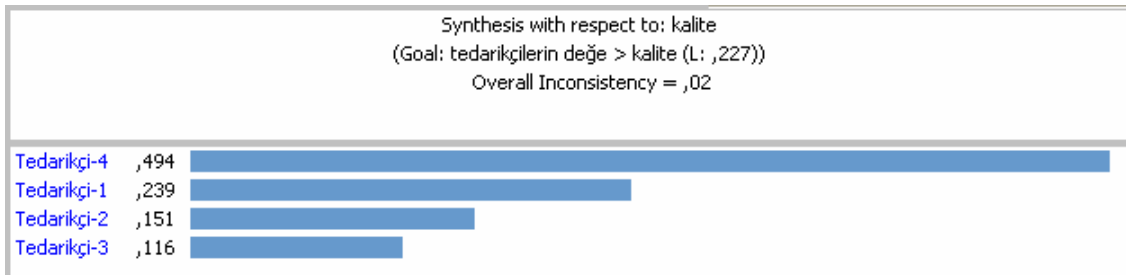
Tablo–31: Üretim Devamlılığı Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri



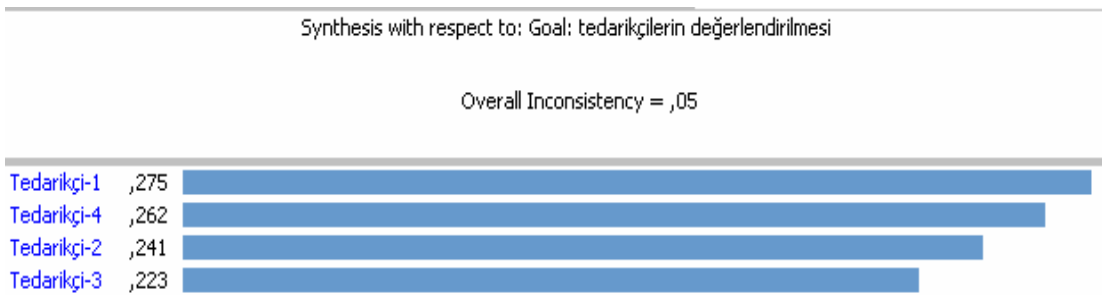
Tablo–32: Üretim Esnekliği Kriteri için Tedarikçi Öncelikleri



Tablo–33: Kalite Kriteri için Tedarikçilerin Öncelikleri



Tablo–34: Tedarikçilerin Sentezlenmiş Genel Öncelikleri



AHS yöntemi her bir kriter için bulunan öncelikleri sentezleyerek, tedarikçiler için genel öncelik puanlarına dönüştürür. Tablo–34’ de problemdeki tedarikçiler için bulunan genel öncelikler gösterilmektedir. Tedarikçilerin seçim yüzdeleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır; % 28 ile birinci tedarikçiyi, %26’ yla dördüncü tedarikçi izlemiş, ikinci ve üçüncü tedarikçinin yüzdeleri ise sırasıyla %24 ve %22 bulunmuştur. Bu sonuçlara göre; Tedarikçi–1 en iyi tedarikçi olarak seçilmelidir.

Modelin ilk aşamasında siparişin büyüklüğüne bağlı olarak tedarikçi kapasitelerinin yeterliliği ve iade oranı miktarının işletmenin beklentilerini karşılaması test edilmemiştir. Modelin ikinci aşamasında gerekli parametreler modele eklenerek ve ilk aşama bulunan öncelikler kullanılarak, tedarikçilere tedarik miktarı paylaştırılmaya çalışılacaktır.

4.2.2 Tamsayı Programlama Aşamasının Modele Uygulanması

4.2.2.1 Model Notasyonları

R_i : i tedarikçisi için AHS yöntemiyle elde edilen öncelikler

X_i : i tedarikçisi için tedarik miktarı

C_i : i tedarikçisinin kapasitesi

D : Toplam sipariş talebi

q_i : i tedarikçisinin hata(iade) oranı

q_a : İşletme için kabul edilebilir hata üst oranı

Amaç fonksiyonu: tedarikçilere ilişkin öncelikler ve ilgili tedarik miktarları modelin amaç fonksiyonunda yer almaktadır. Önceliği yüksek olan tedarikçiye, tedarik miktarları öncelikle atanmaya çalışılacağından, tedarikçilere ait bu iki değerın çarpımı maksimize edilerek toplam satın alma değeri(TSD) artırılmaya çalışılır. Modelin amaç fonksiyonu:

$$\text{Max(TSD)} = \sum_{i=1}^n R_i X_i \text{ olarak yazılır.}$$

Kısıtlar: Programlama modeli işletme talebinin tam olarak karşılanmasını garanti etmelidir. Dolayısıyla, tedarikçilere dağıtımı yapılan miktarların toplamı talebi karşılamalıdır:

$$\sum_{i=1}^n X_i = D .$$

Tedarikçilere atanan miktarlar, tedarikçilerin kapasitelerini aşmamalıdır:

$$X_i \leq C_i \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Problemin bir çözümünün olabilmesi için tedarikçilerin toplam kapasitelerinin talepten büyük olması gerekir:

$$\sum_{i=1}^n C_i \geq D .$$

Sipariş sonrası toplam hatalı parça miktarı, işletmenin kabul edebileceği sınırın altında olmalıdır:

$$\sum_{i=1}^n X_i q_i \leq QD .$$

Amaç fonksiyonu ve kısıtlar bir arada yazılarak tamsayı programlama modelinin son hali aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\text{Max(TSD)} = \sum_{i=1}^n R_i X_i$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = D,$$

$$\sum_{i=1}^n X_i q_i \leq QD,$$

$$X_i \leq C_i \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

$$X_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

4.2.2.2. Problem için Modelin Kurulması

Problem için kullanılacak veriler Tablo-35' de gösterilmiştir.

Tablo-35: Problemin TP aşaması için Kullanılacak Veriler

	İade Oranı(%)	AHS Öncelikleri(Ri)	Kapasite(adet)
Tedarikçi1	0,02	0,275	700
Tedarikçi2	0,03	0,241	500
Tedarikçi3	0,04	0,223	400
Tedarikçi4	0,01	0,262	800
İşletme için Kabul edilebilir İade Üst Oranı	0,03		
İşletme Toplam Talebi			1500

Kapasite ve kalite değerleri modelin kısıt bölümünde yer alırken, AHS öncelikleriyle tedarikçilere atanacak miktarları gösteren X_i karar değişkenleri amaç fonksiyonunda yer alır.

Amaç fonksiyonu toplam satınalma değerini(TSD) maksimize edecek şekilde yazılır.

Problem için kullanılacak modelin son hali aşağıdaki gibi olur:

$$\text{Max(TSD)} = 0,275X_1 + 0,241X_2 + 0,223X_3 + 0,262X_4$$

s.t.

$$0,02X_1 + 0,03X_2 + 0,04X_3 + 0,01X_4 \leq 1500 * 0,03,$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 1500,$$

$$X_1 \leq 700$$

$$X_2 \leq 500$$

$$X_3 \leq 400$$

$$X_4 \leq 800$$

$$X_i \geq 0 \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

4.2.2.3. Problemin Tamsayı Programlama Aşaması Sonuçları

Birinci model Microsoft Excel Solver paketiyle çözülmüş(Excel çalışma sayfası için bkz. Ek-1) ve sonuçlar aşağıdaki gibi bulunmuştur(Tablo-36).

Tablo-36: Modelin Tamsayı Programlama Aşaması Çözümü

Microsoft Excel 10.0 Answer Report
Worksheet: [model1.xls]Sayfa1
Report Created: 08/30/2007 22:16:40
Result: Solver found an integer solution within tolerance. All constraints are satisfied.
Engine: Standard LP/Quadratic
Solution Time: 00 Seconds
Iterations: 0
Subproblems: 1
Incumbent Solutions: 1

Target Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$10	TSD	402,1	402,1

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi1	700	700
\$G\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi2	0	0
\$H\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi3	0	0
\$I\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi4	800	800

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$F\$7	Kapasiteler Tedarikçi1	700	\$F\$7 >=\$F\$6	Binding	0
\$G\$7	Kapasiteler Tedarikçi2	500	\$G\$7 >=\$G\$6	Not Binding	500
\$H\$7	Kapasiteler Tedarikçi3	400	\$H\$7 >=\$H\$6	Not Binding	400
\$I\$7	Kapasiteler Tedarikçi4	800	\$I\$7 >=\$I\$6	Binding	0
\$J\$7	Kapasiteler	1500	\$J\$7=\$K\$7	Binding	0
\$J\$8	İade oranları	22	\$J\$8 <=\$K\$8	Not Binding	23
\$F\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi1	700	\$F\$6 >=0	Not Binding	700
\$G\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi2	0	\$G\$6 >=0	Binding	0
\$H\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi3	0	\$H\$6 >=0	Binding	0
\$I\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi4	800	\$I\$6 >=0	Not Binding	800

Tedarik miktarları, tedarikçiler için sırasıyla 700, 0, 0 ve 800 adet bulunmuştur. Kurulan model öncelik sırasına göre talep karşılanana kadar tedarikçilere miktarları atamaktadır. Birinci önceliğe sahip Tedarikçi-1 'in kapasitesi dolana kadar atama yapılmış sonra ikinci önceliğe sahip Tedarikçi-4 ile bu işlem devam etmiştir. Tedarikçi-2' ye gelindiğinde işletme talebi karşılandığından, ikinci ve üçüncü tedarikçiden alım yapılmamıştır.

Kalite kriteri açısından bakıldığında, işletmenin tedarik edeceği 1500 ürün için kabul edebileceği hatalı ürün sayısı $(1500 * 0,03) = 45$ adettir. Tablo-36' da bulunan sonuca göre 22 adet hatalı ürün tedarik edilmiştir; bu ise işletmenin kabul edebileceği bir miktardır.

4.2.3 Modelin Duyarlılık Analizi

AHS yöntemiyle bulunan öncelikler farklılaştırıldığında elde edilen sonuç değişmektedir. Ancak bu değişim önceliklerin büyüklüğünden ve farklarından değil, tedarikçilerin öncelik sıralamasının değişmesinden dolayıdır. Sıralamayı değiştirmeden, tedarikçiler için bulunan öncelikler sırasıyla, 0,35, 0,25, 0,10, 0,30 olarak değiştirilmiş olsun. Yeni önceliklerle bulunan sonuç Tablo-37'de verilmiştir. Tablodan görüleceği gibi TSD değeri değişmiş olmasına rağmen, seçilen tedarikçiler ve ilgili tedarik miktarları aynı kalmıştır. Dolayısıyla, kurulan model, sıralamanın değişmemesi koşuluyla önceliklerin büyüklüklerinden etkilenmemekte, seçilen tedarikçiler ve atanan miktarlar aynı kalmaktadır.

Tablo-37: AHS önceliklerinin farklılaştırılmasıyla elde edilen çözüm

Microsoft Excel 10.0 Answer Report
Worksheet: [model1.xls]Sayfa1
Report Created: 08/30/2007 22:21:36
Result: Solver found an integer solution within tolerance. All constraints are satisfied.
Engine: Standard LP/Quadratic
Solution Time: 00 Seconds
Iterations: 0
Subproblems: 1
Incumbent Solutions: 1
Target Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$10	TSD	485	485

Adjustable Cells

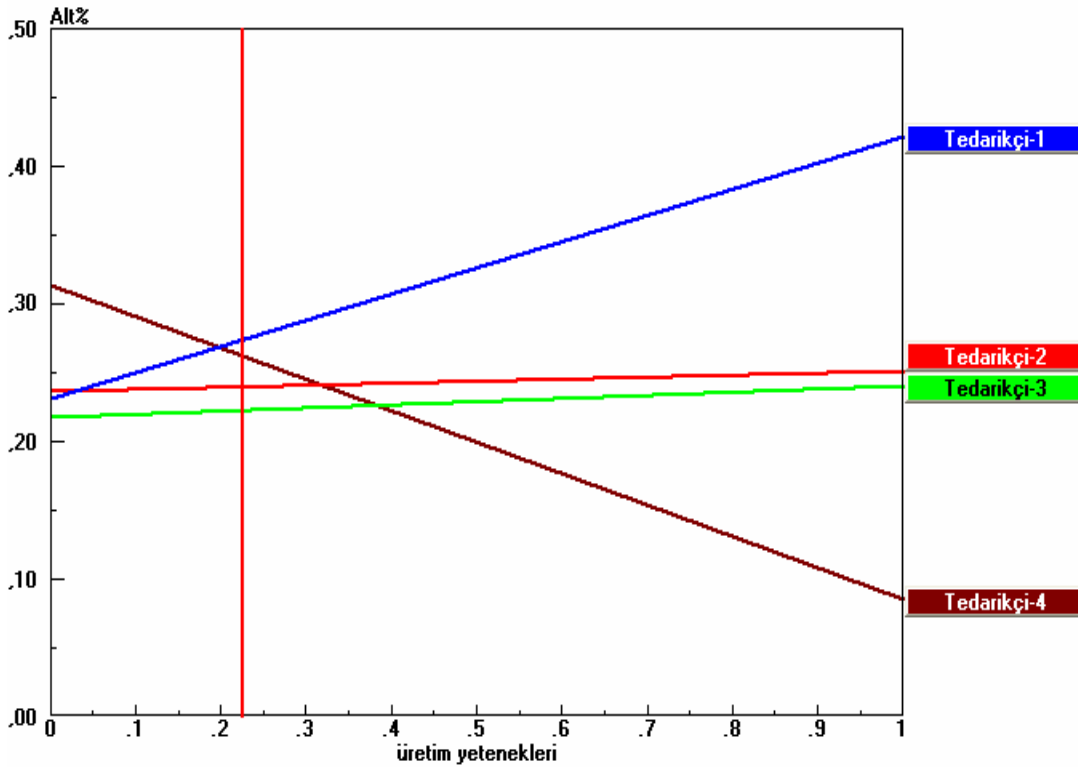
Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi1	700	700
\$G\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi2	0	0
\$H\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi3	0	0
\$I\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi4	800	800

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$F\$7	Kapasiteler Tedarikçi1	700	\$F\$7>=\$F\$6	Binding	0
\$G\$7	Kapasiteler Tedarikçi2	500	\$G\$7>=\$G\$6	Not Binding	500
\$H\$7	Kapasiteler Tedarikçi3	400	\$H\$7>=\$H\$6	Not Binding	400
\$I\$7	Kapasiteler Tedarikçi4	800	\$I\$7>=\$I\$6	Binding	0
\$J\$7	Kapasiteler	1500	\$J\$7=\$K\$7	Binding	0
\$J\$8	İade oranları	22	\$J\$8<=\$K\$8	Not Binding	23
\$F\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi1	700	\$F\$6>=0	Not Binding	700
\$G\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi2	0	\$G\$6>=0	Binding	0
\$H\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi3	0	\$H\$6>=0	Binding	0
\$I\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi4	800	\$I\$6>=0	Not Binding	800

Tedarikçilerin önceliklerine göre sıralamaları değiştirilirse alınacak sonuç değişmektedir. Sıralamanın hangi kriterin hangi değer aralıklarında değiştiği, Expert Choice yazılımının duyarlılık analizi modülünden görülebilir. Problem için Üretim yetenekleri kriterinin öncelik değerinin değişmesiyle sıralamanın nasıl değiştiği Tablo-38' de gösterilmiştir. Tedarikçilerin sıralamalarının değiştiği üretim öncelikleri değerleri; grafikte, 0,02, 0,19, 0,32, 0,38 olarak görülmektedir. Üretim yetenekleri kriterinin 0,226 olarak bulunan önceliği 0,19'a düşse de, 0,32'ye çıkarsa da sıralama değişmeyecektir. Tablo-39' da değişim aralıklarında sıralamaların oluşturduğu 5 farklı durum listelenmiştir.

Tablo-38: Üretim Yetenekleri Kriterine göre Duyarlılık Analizi Grafiği



Üretim Yetenekleri Kriterinin Önceliğinin gösterdiği değişime göre Tedarikçilerin sıralaması aşağıdaki gibi değişmektedir:

Tablo-39: Öncelik Değişiminde Tedarikçi Sıralamaları için Durumlar

Durum	Üretim Önceliği Aralığı	Tedarikçi Sıralaması
1	0,00 – 0,02	T4>T2>T1>T3
2	0,02 – 0,19	T4>T1>T2>T3
3	0,19 – 0,32	T1>T4>T2>T3
4	0,32 – 0,38	T1>T2>T4>T3
5	0,38 – 1,00	T1>T2>T3>T4

Üçüncü durum için modelin verdiği sonuçlar Tablo-37’de gösterilmiştir. Diğer durumların çözülmesiyle, çalışılacak tedarikçiler ve ilgili tedarik miktarları bulunmuş, çıkan sonuçlar Tablo-40’ da özetlenmiştir. Hesaplamalara ilişkin Excel sonuç sayfaları Ek-2’de görülebilir.

Tablo-40: Durumlara göre Tedarikçiler ve Tedarik Miktarları

Durum	Tedarikçi-1	Tedarikçi-2	Tedarikçi-3	Tedarikçi-4	İade Miktarı
1	200	500	0	800	27

2	700	0	0	800	22
3	700	0	0	800	22
4	700	500	0	300	32
5	700	500	300	0	41

Durumlara ilişkin sonuçlar incelendiğinde; üretim kriterinin önceliği çok düşükken en iyi tedarikçi olarak görülen Tedarikçi-4, üretim kriterinin önceliği arttıkça sıralamada en geriye düştüğü görülmektedir. Bunun nedeni dördüncü tedarikçinin üretim yetenekleri kriteri açısından diğer tedarikçilerden çok geride bir tercih önceliğine sahip olmasıdır (Tablo-21).

Tabloya bakılarak, Tedarikçi-3 için tercih edilmeme nedeninin, hata oranının yüksekliği olduğu söylenebilir. Sadece son durum için tercih edilen üçüncü tedarikçi hatalı birim adedini 41' e çıkarmıştır.

Tedarikçi-1, üretim yeteneklerinde sahip olduğu üstünlük nedeniyle, bir durum hariç tüm durumlarda, kapasitesinin tamamıyla tedarikçi olarak seçilmiştir.

Üretim yetenekleri önceliğini değiştirerek yapılan bu duyarlılık analizi diğer kriter önceliklerinin değişmediği varsayımına dayanmaktadır. Oysa bu varsayım gerçeği yansıtmamaktadır. Önceliklerin değişiminin probleme etkisi tam olarak incelenmek istenirse tüm önceliklerin değişimine izin veren parametrik bir duyarlılık analizi yapılması gerekir (Ghodsypour ve O'Brien 1998). Çalışmada kullanılan yazılım bu tür bir duyarlılık analizine izin vermediğinden, parametrik duyarlılık analizi çalışmada yer almamıştır.

4.2.4. AHS-TP Modeli için Sonuçların Yorumlanması

Analitik hiyerarşi süreci yöntemi ve tamsayılı programlamanın iki aşamalı olarak uygulandığı bu model, ilk aşamada farklı kriterlere göre tedarikçileri önem seviyesine göre sıralamış, ikinci aşamada işletme talebini ve kalite beklentisini karşılamak üzere tedarik edilecek miktarları paylaşmıştır.

Model, ilk aşamada elde edilen öncelik sıralamasına göre tedarikçilere atama yapmaktadır. Duyarlılık analiziyle, kriterlere göre ortaya çıkacak bir tercih değişiminin sıralamayı etkilemesi durumunda; modelin ikinci aşamasını oluşturan tamsayılı programla çözümünün farklılaşması incelenmiştir. Üretim kriteri önceliğinin değişmesi durumunda ortaya 5 farklı sıralama durumu çıkmaktadır. Sıralamadaki değişikliğin seçilecek tedarikçileri ve ilgili dağıtım miktarlarını değiştirdiği gözlenmiştir. Dolayısıyla modelin doğru sonuçlar verebilmesi için, önceliklerin belirlenmesi aşamasına titizlik gösterilmelidir.

Önerilen model, tedarikçi seçimi probleminde nicel ve nitel kriterlerin bir arada değerlendirilmesine olanak sağlamakta, bu değerlendirmeler sonucu elde edilen önceliklere kapasite ve kalite gibi işletme kısıtları ekleyerek tedarik dağıtımını optimize etmektedir. Önceliklerin değişmesi durumunda, tedarik politikası için alternatifleri tekrar değerlendirme imkanı sağlamakta, farklı tedarik senaryolarını değerlendirme olanağı vermektedir.

Yargısal kriterlere atfedilen önemin değişmesinin tedarik seçimi sonucunu ne ölçüde farklılaştırdığı duyarlılık analizi bölümünde teyit edilmişti. Tedarikçi seçimine yargısal kriterleri dahil eden model, bu yönüyle salt nicel kriterlere bağlı bir seçimden kaynaklanacak eksiklikleri giderme yönünde karar vericiye yardımcı olmaktadır. Modelin ikinci aşamasını oluşturan tamsayılı programlama yöntemi ise toplanan verilere ilişkin en iyi tedarikçi seçimini yaparak, tedarik politikaları için somut, anlaşılabilir kararlar sunmaktadır.

4.3 KARMA TAMSAYILI NLP MODELİ

İkinci model, işletmenin satın alma maliyetlerini minimize eden, kapasite ve kalite kısıtları bulunan tedarikçilerden, beklenen kalite standartlarında talebi karşılayan, çok kriterli karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama(NLP) modelidir. Ghodsypour ve O'Brien (2001) tarafından önerilen modelin oluşturulma aşamaları aşağıdaki gibidir:

4.3.1 Modelde Kullanılacak Notasyonlar

D: Yıllık Talep

Q: Dönemlik Toplam Sipariş Miktarı

Q_i: i tedarikçisi için dönemlik sipariş miktarı

T: Dönem uzunluğu

T_i: i tedarikçisi için dönem uzunluğu

r: Envanter taşıma maliyet oranı

X_i: i tedarikçisinin yüklendiği dönemlik sipariş miktarı(Q) yüzdesi

n: tedarikçi sayısı

A_i: i tedarikçisinin sabit sipariş maliyeti

P_i: i tedarikçisinin birim başı sipariş fiyatı

C_i: i tedarikçisinin yıllık kapasitesi

q_i: i tedarikçisinin hatasız ürün oranı

q_a: İşletmenin kabul ettiği hatasız ürün oranı

Tek tedarikçili bir modelde ekonomik kfile miktarı $EOQ=Q = \sqrt{\frac{2DA}{rP}}$ olarak belirlenmektedir. Çok tedarikçinin bulunduğu modelde ise dönemlik sipariş miktarı(Q) maliyeti minimize etmek için n tane tedarikçi arasında bölünmektedir. X_i , i tedarikçisinin yüklendiği dönemlik sipariş miktarı(Q) yüzdesi olarak tanımlanarak, aşağıdaki eşitlikler yazılabilir;

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i ,$$

$$Q_i = X_i Q , \quad i = 1, 2, \dots, n ,$$

$$T_i = X_i T , \quad i = 1, 2, \dots, n ,$$

$$0 \leq X_i \leq 1 \quad i = 1, 2, \dots, n ,$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1.$$

Modelde amaç, Yıllık Toplam Satınalma Maliyetini(TAPC) minimize etmektir. TAPC yıllık sabit sipariş maliyeti(AOC), yıllık taşıma maliyeti(AHC) ve yıllık satınalma maliyetlerinin(APC) toplamı olarak ifade edilir:

$$TAPC = AOC + AHC + APC.$$

Amaç fonksiyonun türetilmesi için bu üç maliyet kaleminin hesaplanması gerekir.

4.3.2 Yıllık Sabit Sipariş Maliyeti(AOC)

Bir dönemde oluşacak sipariş maliyeti, o dönem içerisinde tedarikçilerden hangileriyle çalışıldığına bağlıdır çünkü sadece çalışılan tedarikçilerin sipariş maliyetinin hesaba katılması gerekir. Bu durum, modele 0–1 ikili tamsayı programlama değişkenin eklenmesiyle belirtilir. Y_i değişkeni, i tedarikçisiyle o dönem çalışılıyorsa 1, çalışılmıyorsa 0 değerini alan ikili değişken olarak tanımlanır:

$$Y_i = \begin{cases} 0, & X_i = 0, \\ 1, & X_i > 0, \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Dönemlik sipariş maliyetini, dönemde çalışılan tedarikçilerin sabit sipariş maliyetlerini toplayarak bulabiliriz. Modele aktarım şu şekilde olur:

$$\text{Dönemlik sipariş Maliyeti} = \sum_{i=1}^n A_i Y_i .$$

Yıllık sipariş maliyeti ise, dönemlik maliyetle yıl içindeki dönem sayısını çarpımıyla bulunur. Dönem uzunluğu T ise, bir yıldaki dönem sayısı $1/T$ 'dir. Dönem sayısı, yıllık talebin,

dönemlik sipariş miktarına oranına eşit olduğundan yıllık sabit sipariş maliyeti(AOC) aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$AOC = \text{Dönemlik Sipariş Maliyeti} \times \frac{1}{T},$$

$$AOC = \left(\sum_{i=1}^n A_i Y_i \right) \times \frac{1}{T} = \left(\sum_{i=1}^n A_i Y_i \right) \times \frac{D}{Q}$$

4.3.3 Yıllık Taşıma Maliyeti(AHC)

Yıllık taşıma maliyeti, her tedarikçiden karşılanan miktar için ayrı ayrı hesaplanıp, toplanarak elde edilir. Dönemlik siparişin tekil i tedarikçisine karşılık gelen kısmı $Q_i = X_i Q$ olarak bulunmuştu. Ortalama envanteri bulmak için bu miktar ikiye bölünür ve birim envanter taşıma maliyetiyle çarpılarak, i tedarikçisi için dönemlik taşıma maliyeti elde edilir.

$$i \text{ tedarikçisi için dönemlik taşıma maliyeti} = \frac{X_i Q}{2} \times r P_i T_i.$$

Tekil tedarikçiler için dönemlik taşıma maliyetleri birleştirilerek Dönemlik taşıma maliyeti elde edilir:

$$\text{Dönemlik Taşıma Maliyeti} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i Q}{2} \times r P_i T_i.$$

$T_i = \frac{X_i Q}{D}$ dönüşümü yapılarak denklem toparlanacak olursa, Dönemlik taşıma maliyeti aşağıdaki gibi bulunur:

$$\text{Dönemlik Toplam Taşıma Maliyeti} = \frac{r Q^2}{2D} \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 P_i \right).$$

Yıllık taşıma maliyeti, dönemlik taşıma maliyetiyle, yıl içindeki toplam sipariş dönemi sayısı ile çarpılarak bulunur, T için dönüşüm yapıp hesaplamalar toparlanacak olursa;

$$\text{Yıllık Taşıma Maliyeti(AHC)} = \frac{r Q^2}{2D} \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 P_i \right) \times \frac{1}{T},$$

$$\text{Yıllık Taşıma Maliyeti(AHC)} = \frac{r Q^2}{2D} \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 P_i \right) \times \frac{D}{Q},$$

$$\text{Yıllık Taşıma Maliyeti(AHC)} = \frac{r Q}{2} \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 P_i \right) \text{ eşitliğine ulaşılır.}$$

4.3.4 Yıllık Satınalma Maliyeti(APC)

Tekil i tedarikçisinden yılda alınan ürün sayısı $X_i D$ ve birim başı ürün fiyatı P_i olarak kabul edilirse tekil tedarikçiden edinilen yıllık satınalma maliyeti bu iki değer in çarpımıyla bulunur. Tüm tedarikçiler için maliyetler toplanarak yıllık satınalma maliyeti (APC) aşağıdaki gibi bulunmuş olur:

$$APC = \sum_{i=1}^n X_i P_i D .$$

4.3.5 Yıllık Toplam Satınalma Maliyeti(TAPC)

Yıllık sabit sipariş maliyeti(AOC), yıllık taşıma maliyeti(AHC) ve yıllık satınalma maliyeti(APC) toplanarak yıllık toplam satınalma maliyeti(TAPC) bulunur. Her bir maliyet kalemi için yapılan hesaplamalar toplanacak olursa;

$$TAPC = \left(\sum_{i=1}^n A_i Y_i \right) \times \frac{D}{Q} + \frac{rQ}{2} \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 P_i \right) + \sum_{i=1}^n X_i P_i D$$

olarak bulunur. Modelde amaç fonksiyonu olarak yer alacak TAPC, minimize edilerek, tüm satınalma sürecinden edinilen maliyetler enazlanmaya çalışılacaktır. Dönemlik en iyi sipariş miktarı ($Q_{optimal}$) maliyet fonksiyonunun Q ' ya göre türevi alınarak bulunur:

$$\frac{\partial(TAPC)}{\partial Q} = 0 \Rightarrow Q_{optimal} = \sqrt{\frac{2D \sum_{i=1}^n (A_i Y_i)}{r \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 P_i \right)}} .$$

Modelde, dönemlik en iyi sipariş miktarının ($Q_{optimal}$) bulunması için bu eşitlikten yararlanılacaktır. Bulunan optimal sipariş büyüklüğü değeri maliyet fonksiyonunda yerine yazılırsa, modelin amaç fonksiyonunda kullanılacak toplam satınalma maliyeti (TAPC) formülü aşağıdaki son şekline dönüşür;

$$TAPC = \sqrt{2Dr \left(\sum_{i=1}^n A_i Y_i \right) \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 P_i \right)} + \sum_{i=1}^n P_i X_i D .$$

4.3.6. Model Kısıtları

Tedarikçilerin kapasiteleri, alıcının talebi, kalite gibi parametre ve değerler modele kısıt olarak eklenmiştir. Ayrıca tamsayılı değişkenlerin tanımlanması ve işaret sınırlamaları da kısıtlara eklenmiştir.

Kapasite Kısıtları: Tekil i tedarikçisi için yıllık kapasite C_i olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla tedarikçiden yılda alınabilecek ürün miktarı bu kapasiteyi aşamaz. Tedarikçinin karşıladığı talep miktarı, toplam taleple kendisinden tedarik edilen talep yüzdesinin çarpımıyla bulunur($X_i D$). Her tedarikçi için modele eklenecek kısıt aşağıdaki gibi olur:

$$X_i D \leq C_i \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Talep Kısıtları: Alıcı için yılda karşılanması gereken talep miktarı D ise, tedarikçilerin karşıladıkları talep miktarları toplamı D' ye eşit olmalıdır. Sadeleştirme yapılırsa her i tedarikçisi için talebi karşılama yüzdelerini gösteren X_i lerin toplamı 1' e eşit olmalıdır:

$$\sum_{i=1}^n X_i D = D \quad ,$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1.$$

Kalite Kısıtları: Alıcı için en alt düzey kabul edilebilir hatasızlık oranı (q_a), i tedarikçisi için hatasızlık oranı (q_i), i tedarikçisinden yıllık satın alınan miktarlar ($X_i D$) kullanılarak, kalite kısıtları aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$\sum_{i=1}^n X_i D q_i \geq D q_a \quad (\text{Hatasız parça adedini garanti eden kısıt sadeleştirilir}),$$

$$\sum_{i=1}^n X_i q_i \geq q_a.$$

İşaret Kısıtları: Pozitiflik kısıtlarının yanında, tamsayılı değişken olan Y_i için gerekli kısıtlamaların modele eklenmesi gerekir. Y_i , i tedarikçisinden sipariş yapıldıysa 1 değerini aksi takdirde 0 değerini almalıdır. Sipariş yapılmayan bir dönemde o tedarikçinin talebi karşılama yüzdesinin ($X_i = 0$) olması garanti edilmesi gerekir. Ayrıca, o dönemde sipariş yapıldıysa, X_i değerinin 0' dan büyük olması gerekir. Bu gereklilikler ε gibi 0' dan biraz büyük bir sayının kullanılmasıyla modele aktarılır:

$$X_i \leq Y_i \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

$$X_i \geq \varepsilon Y_i \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

4.3.7. Nihai Model

Önceki aşamalarda hesaplanan amaç fonksiyonu ve kısıtlardan oluşan doğrusal olmayan tamsayılı programlama modeli bütün olarak şu şekilde oluşur:

$$\text{Min(TAPC)} = \sqrt{2Dr \left(\sum_{l=1}^n A_l Y_l \right) \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 P_i \right)} + \sum_{i=1}^n P_i X_i D. \quad (\text{Amaç fonksiyonu})$$

$$\sum_{i=1}^n X_i q_i \geq q_a , \quad (\text{Kalite kısıtı})$$

$$X_i D \leq C_i \quad i = 1, 2, \dots, n , \quad (\text{Kapasite kısıtları})$$

$$X_i \leq Y_i \quad i = 1, 2, \dots, n , \quad (\text{İkili kısıtlar})$$

$$X_i \geq \varepsilon Y_i \quad i = 1, 2, \dots, n , \quad (\text{İkili kısıtlar})$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1 \quad (\text{Talep Kısıtı})$$

$$X_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n , \quad (\text{İşaret kısıtları})$$

$$Y_i = 0,1 \quad (\text{İkili değişken kısıtı})$$

4.3.8. Model Çözüm Algoritması

Toplam satınalma maliyetlerini minimize ederek, çalışılacak tedarikçileri ve tedarikçiler için ilgili tedarik miktarlarını bulmak için oluşturulan modelin, amaç fonksiyonunda karar değişkeni ikinci derecedendir. Ayrıca, tedarikçilerin hangileriyle çalışılacağına ilişkin tanımlanan Y_i ikili karar değişkeni, modeli karma tamsayılı programlamaya dönüştürmüştür. Kurulan model, bu özellikleriyle karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama modelidir(Mixed Integer NLP). Y_i tamsayı değeri için dallama(Branching) yapılır ve her uygun sonuç için Y_i değerleri modelde yerine yazılırsa, model, arı doğrusal olmayan programlamaya dönüşür. İkili değer alabilecek n tane tedarikçi için 2^n tane alt problem oluşur. 3 tedarikçi için bu sayı 8 iken, 7 tedarikçi için 128' e çıkmaktadır. Çalışılacak tedarikçilerin tüm kombinasyonlarının talebi karşılayamaması ve tedarikçi sayısına kısıtlama getirilmesi çalışılacak alt problem sayısını azaltmaktadır.

Modeli karma tamsayılı bir problemde, arı tamsayılı bir modele dönüştürürken 3 aşama takip edilir:

1. Tüm alt problem kombinasyonları listelenir.
2. Talebi karşılayamadığı için ya da önceden belirlenmiş bir tedarikçi sayısı sınırından dolayı, uygunsuz görülen alt problemler listeden silinir.
3. Her alt problem için, o problemde çalışılacak tedarikçiler için Y_i değeri yerine 1, diğer tedarikçiler için 0 yazılarak model, arı tamsayılı programlama modeline dönüştürülür.

$\{S\}$ kümesi, alt problemde yer alan tedarikçilerin bulunduğu bir küme olarak tanımlanırsa, alt problemler için kullanılacak olan arı tamsayılı programlama modeli aşağıdaki gibi dönüştürülebilir:

$$\text{Min(TAPC)} = \sqrt{2Dr(\sum_{i \in S} A_i)(\sum_{i=1}^n X_i^2 P_i)} + \sum_{i=1}^n P_i X_i D. \quad (\text{Amaç fonksiyonu})$$

$$\varepsilon \leq X_i \leq \frac{C_i}{D}, \quad i \in S, \quad (\text{Kapasite kısıtları})$$

$$X_i = 0, \quad i \notin S, \quad (\text{Çözümde olmayan tedarikçiden ürün alınmaz})$$

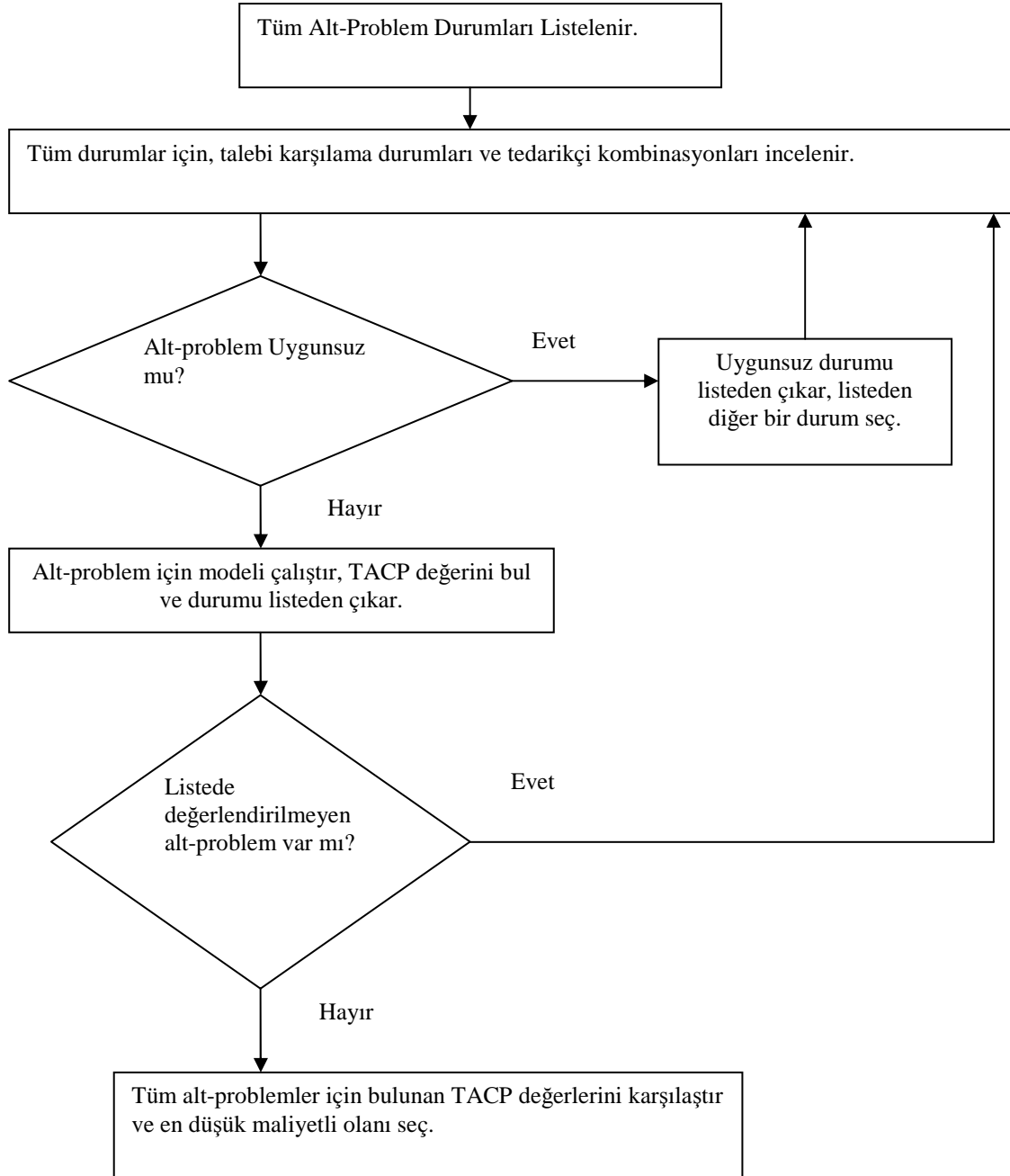
$$\sum_{i=1}^n X_i = 1 \quad (\text{Talep kısıtı})$$

$$\sum_{i=1}^n X_i q_i \geq q_a, \quad (\text{Kalite kısıtı})$$

$$X_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (\text{İşaret kısıtları})$$

Her bir tedarikçi kombinasyonu için model çözdürülür ve alt problemler için oluşan sonuçlar değerlendirilir. En düşük yıllık toplam satınalma maliyetine(TAPC) sahip alt-problem (kombinasyon), en iyi sonuç olarak seçilir.

Modelin çözüm algoritması aşamalı olarak Şekil-13'teki gibi özetlenebilir (Ghodsypour ve O'Brien 2001).



Şekil-13: Doğrusal Olmayan Programlamayla Tedarikçi Seçimi Modeli Algoritması

Kaynak: Ghodsypour ve O'Brien (2001)'den uyarlanmıştır.

4.3.9. Karma Tamsayı NLP Modelinin Probleme Uygulanması

Uygulama probleminde, üretim kapasiteleri sınırlı olan 4 adet tedarikçi vardır. İşletme bu 4 tedarikçiden yıllık 1500 adet ürün sipariş edecektir. 1500 üründe kabul edilebilir hata oranı 0,03 olarak belirlenmiştir. Envanter taşıma maliyeti oranı olarak $r = 0,2$ kullanılmaktadır. Tedarikçilere ilişkin maliyet verileri ve tedarikçilerin üretim kapasiteleri Tablo-41' de verilmiştir.

Tablo-41: NLP Modeli için Kullanılacak Veriler

	İade Oranı	Hatasızlık oranı	Üretim Kapasiteleri	Birim başı Sipariş fiyatı	Sabit Sipariş Maliyeti
Tedarikçi-1	0,02	0,98	700	9	9
Tedarikçi-2	0,03	0,97	500	16	8
Tedarikçi-3	0,04	0,96	400	27	6
Tedarikçi-4	0,01	0,99	800	32	4

Hatasızlık oranı, iade oranının 1' den çıkarılmasıyla bulunur. Tedarikçiler tek başlarına işletmenin tüm talebini karşılayamadıkları için en uygun tedarikçi seçimi yerine en uygun tedarikçiler seçilmelidir.

Kurulan modelde, tedarikçilerin uygun olan her kombinasyonu değerlendirilecek ve maliyeti en az olan kombinasyon seçilecektir. 4 tedarikçi için 16 adet tedarik kombinasyonu vardır. Her kombinasyon, karma tamsayı modelin alt-problemleridir. Probleme ilişkin oluşan 16 adet alt problem Tablo-42' de gösterilmiştir.

Tedarikçiyle çalışıldığı durumlarda o tedarikçiye karşılık gelen Y tamsayısı değeri 1, çalışılmadıysa 0 olarak alınmıştır. 16 numaralı durumda tüm tedarikçiler için Y değeri 0 dır. Hiç bir tedarikçiyle çalışılmadığı durumda talebin karşılanamayacağı açıktır, Dolayısıyla çalışılan tedarikçilerin her durum için kapasitelerinin toplanması ve talebi karşılayabildiği görüldükten sonra o durum için model çözümü yapılmalıdır. Kapasite yetersizliklerinden dolayı alt problemlerden bir kısmı elenmekte, çözüm bu noktadan itibaren daha kolaylaşmaktadır. 16 alt kriter problemi için kapasitelerin toplamı ayrı bir sütunda verilmiştir(Tablo-42). Toplam kapasiteyi sağlayan 6 tane durum olduğu görülmektedir. Bunlar; tüm tedarikçilerin birlikte seçildiği 1. durum, üçer tedarikçinin seçildiği ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci durumlar ve birinci ile dördüncü tedarikçinin birlikte seçildiği

10. durumlardır. Uygun durumlar tabloda koyu gösterilmiştir. Uygun olmayan durumlar için çözüm yapmaya gerek yoktur. Uygun durumlar için ayrı ayrı model çözümü yapılır ve minimum maliyet veren durum en iyi çözüm olarak seçilir.

Tablo-42: Karma Tamsayılı Modelleme için Y Tamsayısı Durumları

Durum	Y1	Y2	Y3	Y4	Toplam Kapasite
1	1	1	1	1	2400
2	1	1	1	0	1600
3	1	1	0	1	2000
4	1	0	1	1	1900
5	0	1	1	1	1700
6	1	1	0	0	1200
7	1	0	1	0	1100
8	0	1	1	0	900
9	0	0	1	1	1200
10	1	0	0	1	1500
11	0	1	0	1	1300
12	1	0	0	0	700
13	0	1	0	0	500
14	0	0	1	0	400
15	0	0	0	1	800
16	0	0	0	0	0

Bulunan uygun durumlar için arı tamsayılı programlama modeli aşağıda gösterilmiştir:

$$\text{Min(TAPC)} = \sqrt{2Dr(\sum_{i \in S} A_i)(\sum_{i=1}^n X_i^2 P_i)} + \sum_{i=1}^n P_i X_i D. \quad (\text{Amaç fonksiyonu})$$

$$\varepsilon \leq X_i \leq \frac{C_i}{D_i}, \quad i \in S, \quad (\text{Kapasite kısıtları})$$

$$X_i = 0, \quad i \notin S, \quad (\text{Çözümde olmayan tedarikçiden ürün alınmaz})$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1 \quad (\text{Talep kısıtı})$$

$$\sum_{i=1}^n X_i q_i \geq q_a, \quad (\text{Kalite kısıtı})$$

$$X_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (\text{İşaret kısıtları})$$

Uygun durumlardan ilki için çalışılacak 4 adet tedarikçi vardır, dolayısıyla $n = 4$ alınır.

4 tedarikçi için sabit sipariş maliyetleri (A) toplanarak modelde yerine yazılır. Uygun durumda bulunan tüm tedarikçilerin tedarik oranları (X) yeterince küçük sabit bir sayı olan $\varepsilon = 0,01$ den büyük olacak şekilde yazılır, durumda yer almayan X'ler ise modele 0 olarak eklenir. Bu noktalar toplanıp model ilk durum için düzenlenecek olursa aşağıdaki model elde edilir:

$$\text{Min(TAPC)} = \sqrt{2 * 1500 * 0,2(9 + 8 + 6 + 4)(9X_1^2 + 16X_2^2 + 27X_3^2 + 32X_4^2)} + 1000(9X_1 + 16x_2 + 27X_3 + 32X_4)$$

s.t.

$$0,01 \leq X_1 \leq \frac{700}{1500}$$

$$0,01 \leq X_2 \leq \frac{500}{1500}$$

$$0,01 \leq X_3 \leq \frac{400}{1500}$$

$$0,01 \leq X_4 \leq \frac{800}{1500}$$

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

$$0,98 * X_1 + 0,97 * X_2 + 0,96 * X_3 + 0,99 * X_4 \geq 0,97$$

$$X_i \geq 0 \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

Diğer uygun durumlar içinde aynı model yazılarak modelin çözülme aşamasına geçilir.

Talebi karşılayan uygun alt problemler Microsoft Excel Solver paketinde, doğrusal olmayan problem türüyle çözümlenmiş; 1. duruma ilişkin çözüm çıktısı ve hesaplama sayfası Tablo.43–44' de verilmiştir. Diğer beş duruma ilişkin çıktılar ise Ek-3'te görülebilir.

Tablo–43: 1. Durum için Çözüm Çıktısı

Microsoft Excel 10.0 Answer Report**Worksheet: [model1.xls]Sayfa2****Report Created: 08/31/2007 01:48:06****Result: Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.****Engine: Standard GRG Nonlinear****Solution Time: 00 Seconds****Iterations: 0****Subproblems: 0****Incumbent Solutions: 0**

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$18	TAPC	22751,43541	22751,43541

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	0,467
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	0,333
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,190	0,190
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,010	0,010

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$J\$6	qi TOPLAM	0,973	\$J\$6>=\$E\$14	Not Binding	0,002967627
\$I\$4	Xi	1,000	\$I\$4=1	Binding	0
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4>=0	Not Binding	0,456666667
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	\$F\$4>=0	Not Binding	0,323333333
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,190	\$G\$4>=0	Not Binding	0,180001
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,010	\$H\$4>=0	Binding	0
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4<=\$E\$8	Binding	0
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	\$F\$4<=\$F\$8	Binding	0
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,190	\$G\$4<=\$G\$8	Not Binding	0,076665667
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,010	\$H\$4<=\$H\$8	Not Binding	0,523333333
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,456666667
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	\$F\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,323333333
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,010	\$H\$4>=\$E\$11	Binding	0
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,190	\$G\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,180001

Tablo-44: 1. Durum için Excel Çalışma Sayfası

	Tedarikçi1	Tedarikçi2	Tedarikçi3	Tedarikçi4		
Xi	0,467	0,333	0,190	0,010	1,000	TOPLAM
Ai	9	8	6	4		27
Qi	0,98	0,97	0,96	0,99		0,973
Kapasite	700	500	400	800		
Kapasite/Talep	0,467	0,333	0,267	0,533		
Pi	9	16	27	32		
Dağıtım Miktarları	700	500	285	15		
E	0,01					
Talep	1500					
R	0,2					
Hatasızlık	0,97					

	TAPC					
16200	276,39					
	22475,04					
	22751,44					

Çözüm çıktılarından yararlanılarak her bir uygun durum için, toplam yıllık satınalma maliyetleri, toplam hatasız parça oranı ve tedarikçilerin tüm tedarik içindeki yüzdeleri bir sonraki bölümde değerlendirilecektir.

4.3.10 Karma Tamsayı NLP Modeli İçin Sonuçların Yorumlanması

Karma tamsayı programlamada Y tamsayı değişkenine göre yapılan dallama sonucu çıkan 6 uygun alt-problem çözülmüş, sonuçlar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Tablo-45: Uygun Durumlara ilişkin Sonuçlar

Durumlar	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	TAPC	Q _{ortalama}
1	0,467	0,333	0,190	0,010	22751,44	0,973
2	0,467	0,333	0,200	0,000	22679,37	0,973
3	0,467	0,333	0,000	0,200	24185,11	0,979
4	0,467	0,000	0,267	0,267	30215,78	0,977
5	0,000	0,333	0,267	0,400	38378,00	0,975
6	0,467	0,000	0,000	0,533	32323,33	0,985

İlk üç durum için Toplam Satınalma Maliyetinin sonraki üç duruma göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. İlk iki durum ise birbirinden maliyet açısından neredeyse farksız en iyi tedarikçi seçimi durumunu göstermektedir. Bu yakınlığın nedeni, 1.durumda dört tedarikçinin hepsinden sipariş verme zorunluluğundan kaynaklanmaktadır. Modele eklenen alt ϵ değeri 0,01 olarak tutulduğu için, model, Tedarikçi-4' e en alt düzeyde atama yapmıştır. Dolayısıyla modelin en uygun ve optimal çözümü 2. durumda oluşmaktadır. Siparişlerin %47'si Tedarikçi-1'den, %33' ü Tedarikçi-2' den, %20 si de Tedarikçi-3' den karşılanmalıdır. Ortalama kalite düzeyine bakılacak olursa; uygun olan her durumda işletmenin % 97'lik alt hatasızlık oranının sağlandığı görülmektedir.

Optimal çözüm olarak bulunan 2. alt-problem için optimal sipariş büyüklüğü 268 adet olarak bulunur. Bu siparişin tedarikçilere dağılımı sırasıyla, 125, 89 ve 54 adettir. Senelik ortalama sipariş sayısı ise, talebin sipariş büyüklüğüne oranıyla bulunur. Senelik yaklaşık 6 sipariş yapılmalıdır.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Tedarikçi seçimi problemi, satın alma faaliyetinin oluşturduğu değer tüm faaliyetler içindeki payı nedeniyle işletmeler için gözden kaçırılmaması gereken bir rekabet aracıdır. Tedarik sürecini başarıyla yönetemeyen bir işletmenin, talebin farklılaştığı ve değişkenliğin

arttığı, sadece en iyi rekabet koşullarına sahip olanların varlığını sürdürebildiği bir ortamda tutunması zorlaşmaktadır. Böyle bir ortamda, tüm işletme faaliyetleri gibi satınalma faaliyetinin de iyi yönetilmesi gerekmektedir.

Bu gerekliliğin farkında olunmasının neticesi olarak, tedarikçi seçimi problemi çalışmalarının sayısı son çeyrek yüzyılda katlanarak artmış, problemi çözmeye yönelik olarak çok sayıda ve farklı yöntem önerilmiştir. Çalışmada bu yöntemlerin bir bölümüne özet olarak değinilmiş, AHS, TP, MINLP yöntemleri ise hipotetik problem için çözülen modellerde ayrıntılı olarak açıklanmış ve uygulanmıştır.

Çalışmada tedarikçi seçimi için kullanılan iki model, uygulama probleminin farklı yönlerine ilişkin çözümler sunmaktadır. İlk modelde analitik hiyerarşi süreci yönteminin kullanılması, nitel kriterlerin ve yargıların tedarikçi seçimi problemine parametre olarak eklenmesini sağlamıştır. Sadece nicel kriterlere ilişkin bir seçimin beklentilere karşılık verme eksikliği bu yöntemle aşılmaya çalışılmıştır. Modelin ikinci aşamasında tamsayı programlamayla, yargılamalarla elde edilen tedarikçi önceliklerine daha katı, somut, ölçülebilir kısıtlar eklenerek; modelin tedarikçilere ilişkin bir tercih oranı vermesinin yanında, tedarik kararlarına matematiksel temel sağlayan bir araç haline dönüşmesi sağlanmıştır.

İkinci model ise, maliyeti toplam bir kalem kabul eden ve öncelikler cinsinden amaç fonksiyonuna dahil eden birinci modelin aksine, sabit sipariş maliyeti, birim sipariş maliyeti ve taşıma maliyeti unsurlarını tedarikçiler için ayrı ayrı hesaplayarak modele katmaktadır. Her iki model de tedarikçilerin seçimini yapıp, ilgili tedarik miktarlarının dağıtımını yapsa da, ikinci model ekonomik sipariş miktarının bulunması, sipariş dönemlerinin belirlenmesi gibi sipariş yönetiminin planlanması sürecine de yardımcı olmaktadır. İkinci model, işletmeye, ne zaman, hangi tedarikçiden hangi miktarda sipariş yapılacağı konusunda destek sağlamaktadır.

Nitel kriterlerin modele katılabilmesi, ilk model için bir avantaj olsa da, ilk aşamada analitik hiyerarşi süreci yöntemiyle elde edilen öncelikler, ikinci aşamada programlama modelini sınırlandırmaktadır. Tedarikçi önceliklerin yer aldığı amaç fonksiyonuna tekil maliyet kalemleri eklenememektedir. İkinci model için eksiklik, birinci modelin artısı olan nitel kriterlerin modele katılmasıdır. Tutarlı veriler kullanılarak iki modelin verdiği sonuçlar, biri diğerinin eksikliğini giderecek şekilde yorumlanabilir.

Uygulama problemi ilk modelde çözüldüğünde, Tedarikçi-1 ve Tedarikçi-4 sırasıyla en iyi tedarikçiler olarak belirlenmiş ve tedarik miktarları bu iki tedarikçi kapasitelerinin tamamı kullanılarak dağıtılmıştır. İkinci model ise tedarik miktarlarının ilk üç tedarikçi arasında paylaştırıldığı bir sonuç vermiştir. İki modelin aynı problem için verdiği sonuçların benzerlikleri şunlardır:

- Tedarikçi-1 her iki model için de en iyi tedarikçi olarak bulunmuş ve kapasitesinin tamamı doldurulacak şekilde seçim yapılmıştır. İlk model için bu tercihin nedeni daha çok nitel kriterlerdeki üstünlük ise de, ikinci modelde Tedarikçi-1' in tercih nedeni sipariş maliyetlerindeki düşüklüktür.

- Tedarikçi-3 her iki modelde de en zayıf tedarikçi görüntüsünü vermiştir. Hem nitel yargılamalarda son sırada yer alması, hem de birim başı sipariş maliyetinin yüksekliği ve kapasitesin az oluşu bu sonucu doğurmuştur.

İki modelin verdiği sonuçlar açısından farklılıklar ve bunun muhtemel nedenleri şunlardır:

- Tedarikçi-4 ilk model çözümünde en iyi ikinci tedarikçi olarak seçim sonucunda yer alsa da, ikinci model çözümünde en yüksek birim başı sipariş maliyetine sahip alternatif olduğundan seçim sonucunda yer bulamamaktadır. İlk modelde AHS aşaması çözümünde üretim yetenekleri açısından zayıflığı modele katılmış olan Tedarikçi-4, diğer kriterlerdeki üstünlüğüyle genel öncelik tercihinde ikinci sırayı almaktaydı. İkinci modelde ise üretim yetenekleri dolayısıyla, birim ürün maliyetinin yüksek oluşu daha sınırlayıcı biçimde modele katıldığından, maliyetin azaltılması amacıyla uygun olarak Tedarikçi-4 en iyi çözümde yer bulamamaktadır.

- Tedarikçi-2 ilk modelde yargısal kriterler nedeniyle yeğlenmeyen bir tercih olurken, birim sipariş maliyetinin düşüklüğü nedeniyle ikinci modelde en iyi çözümde yer almıştır.

Sonuçların benzerlikleri ve farklılıklarının da verdiği ipuçlarından yararlanarak iki modelin, kullanım yetenekleri ve eksiklikleri Tablo-46'daki gibi özetlenebilir.

Tablo-46: AHS-TP ve NLP Modelinin Karşılaştırması

	MODEL-1 (AHS-TP)	MODEL-2 (NLP)
Değerlendirilen Kriter Sayısı	Çok-kriterli bir modeldir. Yargısal Kriterler detaylı ele alınır, nicel kriterlerin katkısı sınırlıdır.	Çok-kriterli bir modeldir. Yargısal Kriterler değerlendirilemez.
Çok-Amaçlı bir model oluşu (Multi-Objective)	Öncelikler cinsinden tüm kriterlerin amaç fonksiyonunda bulunduğu çok-amaçlı bir modeldir.	Sadece maliyet kalemleri amaç fonksiyonunda yer aldığından tek-amaçlı bir modeldir.
Kalite ve kapasite kısıtları	Kısıtlarda yer alır.	Kısıtlarda yer alır.
Tedarik dağıtımı	Seçilen tedarikçilere dağıtım yapılır	Seçilen tedarikçilere dağıtım yapılır
Maliyet Kriterinin ele alınışı	Toplam maliyet yargısal kriter olarak değerlendirilir. En az maliyet miktarı bulunamaz.	Tedarikçilere ilişkin tüm maliyetler detaylı olarak amaç fonksiyonuna eklenir. Seçime ilişkin minimum maliyet hesaplanır.
Ekonomik Kafiye Miktarı(EOC)	Belirlenmez.	Belirlenir.
Nitel Kriterler	Değerlendirmeye alınır.	Değerlendirilemez.
Tedarik çizelgelemesi	Tedarik zamanlarına ilişkin bir sonuç vermez.	Tedarik zamanı, sipariş büyüklüğü ve optimal periyot uzunluğu gibi sonuçlar hesaplanabilir.

Çalışmada kullanılan iki model, tedarikçi seçimi probleminde yargısal kriterlerin hesaba katılması ve nicel kriterlerin esas alınması ikiliğini tekrar göstermiştir. Yargısal kriterler tam olarak değerlendirilmek istenirse, modelin nicel kısmı zayıf kalmaktadır. Diğer yandan, nicel kriterler modelin çatısını oluşturursa nitel kriterleri bu modele eklemek zorlaşmaktadır. Kullanılan ikinci modelin, yargısal kriterlerin modele eklenmesine imkan tanıyacak hale getirilmesi, gelecek çalışmalar açısından bir kapı aralamaktadır (Ghodsypour ve O'Brien 2001).

Tedarikçi seçimi problemi için, mutlak bir yöntem üzerinde fikir birliği olmamasının nedeni; gerek sektör gerekse pazar koşullarındaki farklılığın bir dış dinamik olarak, işletmelerin kendilerine özgü işletme politikaları ve sınırlılıklarının iç dinamik olarak, problemin yapısını değiştirmesidir. İşletme özelinde tedarikçi seçimi probleminin hangi kriterler üzerinden ve bu kriterlerin hangi ağırlıklar üzerinden önemli olduğu, kullanılacak en iyi yöntemi ve dolayısıyla çıkan sonucu farklılaştırmaktadır.

Ghodsypour ve O'Brien tarafından önerilen iki model, aynı problem için farklı çözümler önererek; tedarikçi seçiminde kriterlerdeki değişikliğin ve ele alınış biçiminin sonuca etkisini tekrar göstermiştir. Dolayısıyla, tedarikçi seçimi probleminde, işletmenin

beklentilerine ve belirlenen kriterlere en uygun yöntemin seçilmesi ve uygulanması, elde edilecek sonuçların doğruluğunu tayin edecektir.

Tedarikçi seçimi probleminin karmaşık yapısı, birçok kriterin ve tedarikçinin değerlendirilmesi gerekliliği, geliştirilen yöntemlerin bilgisayar olmadan çözümünü zorlaştırmaktadır. Optimizasyon modelleri için LINDO, GAMS, SOLVER gibi birçok yazılım geliştirilmiştir. Bu çalışmada; modellerinin çözümünde, Microsoft Excel SOLVER 11.5 kullanılmıştır. İlk model için ise, analitik hiyerarşi süreci yönteminin kurulmasında ve önceliklerin sentezlenmesinde Expert Choice(EC) yazılımından yararlanılmıştır.

KAYNAKÇA

- ALBINO, V. ve A.C. GARAVELLI.
1998 "A Neural Network Application to Subcontractor
Rating in Construction Firms".
International Journal of Project Management, C.16;
9-14.
- ALTIPARMAK, F., M. GEN, L. LIN ve T. PAKSOY.
2006 "A Genetic Algorithm Approach For Multi-Objective
Optimization of Supply Chain Networks",
Computers & Industrial Engineering, C. 51, s. 197–216.
- AMID A., S. H. GHODSYPOUR ve C. O'BRIEN.
2006 "Fuzzy Multiobjective Linear Model for Supplier
Selection in a Supply Chain",
International Journal of Production Economics,
C. 104, S. 2, s. 394-407.
- ANDERSON, D.R., D.J SWEENEY ve T.A. WILLIAMS.
1997 "An Introduction to Management Science:
Quantitative Approach to Decision Making",
West Publishing, 8th edition.
- ANTHONY, T.F. ve F.P. BUFFA.
1977 "Strategic Purchase Scheduling".
Journal of Purchasing and Materials Management,
s. 27–31.
- AOUNI B. ve O. KETTANI.
2001 "Goal Programming Model: A Glorious History and A
Promising Future",
European Journal of Operational Research,
C. 133, s. 225-231.
- ARBEL, A.
1983 "A University Budget Problem: A Priority
Based Approach" Socio-Economic Planning Sciences, C. 17,
S. 4, s. 181-189.

- ARUNKUMAR, N., L. KARUNAMOORTHY, S. ANAND ve T.B. RAMESH.
2006 “Linear Approach for Solving A Piecewise Linear Vendor Selection Problem of Quantity Discounts Using Lexicographic Method”.
The Int. Journal of Adv. Manuf. Tec., C. 28, S. 11, s. 1254-1260.
- BACHE, J., R. CARR, J. PARNABY, ve A.M. TOBIAS.
1987 “Supplier Development Systems”.
International Journal of Technology Management 2, C. 2, s. 219–228.
- BARBAROSOGLU G. ve T. YAZGAC.
1997 “An Application of the Analytic Hierarchy Process to the Supplier Selection Problem”,
Production and Inventory Management Journal, C. 38, Issue 1, s. 14–21.
- BEAMON, B.M.
1998 “Supply Chain Design and Analysis: Models and Methods”,
International Journal of Production Economics, C. 55, s. 281–294.
- BEASLEY J.E.
2001 “Allocating Fixed Costs and Resources via Data Envelopment Analysis”,
European Journal of Operational Research, C 147, s. 198–216.
- BELLMAN, R.E. ve L. A. ZADEH.
1970 “Decision Making in a Fuzzy Environment”
Management Sciences, C.17, s.141–164.
- BAYAZIT, O.
2002 ”A New Methodology in Multiple Criteria Decision-Making Systems: Analytical Network Process (ANP) and an Application”,
Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Dergisi,
C. 57, S. 1, s. 15 – 34.

- BOER, L., J. TELGEN ve L.L.M. VAN DER WEGEN.
 1998 “Outranking Methods in Support of Supplier Selection.”
 European journal of purchasing and supply management,
 C. 4, S. 2-3, s. 109-118.
- BOER, L. D., E. LABRO ve P. MORLACCHI.
 2001 “A Review of Methods Supporting Supplier Selection”,
 European Journal of Purchasing & Supply Management,
 C. 7, s. 75 – 89.
- BUFFA F.P. ve W.M. JACKSON.
 1983 “A Goal Programming Model for Purchase Planning”,
 Journal of Purchasing and Materials Management,
 C. 19, S. 3, s. 27 – 34.
- BURGESS T. F. ve H. K. GÜLEŞ.
 2000 “Supplier Relationships”,
 Encyclopedia of Production and Manufacturing Management,
Kluwer, s. 751-755.
- CAKRAVASTIA, A., I.S. TOHA ve N. NAKAMURA.
 2002 “A Two-Stage Model for the Design of Supply Chain Networks”,
 International Journal of Production Economics,
 C. 80, s. 231–248.
- CHAN, F.T.S. ve N. KUMAR.
 2005 “Global Supplier Development Considering Risk Factors
 Using Fuzzy Extended AHP-Based Approach”,
 OMEGA, C. 35, S. 4, s. 417-431.
- CHARNES A., W.W. COOPER ve R. FERGUSON.
 1955 “Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear
 Programming”,
 Management Science, C. 1, s. 138 - 151.
- CHARNES A. ve W.W. COOPER.
 1961 “Management Models and Industrial Applications of Linear
 Programming”,
Wiley, New York.

- CHARNES A., W.W. COOPER ve E. RHODES.
 1978 “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”,
 European Journal of Operational Research,
 C. 2, S. 6, s. 429 – 444.
- CHEN, C. L. ve W. C. LEE.
 2004 “Multi-Objective Optimization of Multi-Echelon Supply Chain Networks with Uncertain Product Demands and Prices”,
 Computers and Chemical Engineering, C. 28, s. 1131–1144.
- CHENG, CH, K.L. YANG ve C.L. HWANG.
 1999 “Evaluating Attack Helicopters by AHP Based On Linguistic Variable Weight”,
 European Journal of Operational Research,
 C.116, S. 2, s. 423 – 435.
- CHRISTOPHER M.
 1998 “Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service”
FT Press, London.
- CHRISTOPHER M.
 2000 “The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets”,
 Industrial Marketing Management, C. 29, s. 37 – 44.
- CLINTON, S. R. ve R.J. CALANTONE.
 1997 “Logistics Strategy: Does it travel well?”
 Logistics Information Management,
 C. 10, S. 5, s. 224 - 234.
- COOPER, S.D.
 1977 “A Total System for Measuring Performance”.
 Journal of Purchasing and Materials Management s. 22–26.
- COOPER M., D. LAMBERT, J. PAGH.
 1997 “Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics”,
 The International Journal of Logistics Management,
 C. 8, S. 1, s. 1-13.
- CULLINANE, K., D.W. SONG, P. JI ve T.F. WANG.
 2004 “An Application of DEA Windows Analysis to Container Port Production Efficiency”,
 Review of Network Economics, C. 3, S. 2, s. 184-206.

- DEGRAEVE, Z., F. ROODHOOFT F. ve E. LABRO
2000 "An Evaluation of Vendor Selection Models from a Total Cost of Ownership Perspective", European Journal of Operational Research, C.125, S. 1, s. 34 – 60.
- DEMPSEY, W.A.
1978 "Vendor Selection and the Buying Process", Industrial Marketing Management, C.7, s.257-267.
- DEVECİ KARAKOÇ, İpek.
2003 "Veri Zarflama Analizi'ndeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı", D.E.Ü.İ.İ.B.F.Dergisi, C.18, S. 2, s.1-12.
- DİCKSON, G.W.
1966 "An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions", J. Purchasing, C.2, s. 5–17.
- DYER, R.F. ve E.H. FORMAN.
1992 "Group Decision Support with the Analytic Hierarchy Process," Decision Support Systems, C. 8, s. 99-124.
- ELLRAM, L.M.
1995 "Total Cost of Ownership: An Analysis Approach for Purchasing", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, C. 25, S. 8, s. 4-23
- FISHER, M.L.
1997 "What Is the Right Supply Chain for Your Product?" Harvard Business Review, S. Mart-Nisan, s.105-116.
- FUH-HWA L. F. ve L. H. HAI.
2005 "The Voting Analytic Hierarchy Process Method for Selecting Supplier". Journal of Production Economics, C. 97, S. 3, s. 308-317.
- GAO, Z., ve L. TANG.
2003 "A Multi-Objective Model for Purchasing of Bulk Raw Materials of a Large-Scale Integrated Steel Plant". International Journal of Production Economics, C. 83, s. 325–334.
- GANESHAN, R., E. JACK, M. MAGAZINE ve P. STEPHENS.
1999 "A Taxonomic Review Of Supply Chain Management Review", **Quantitative Models for Supply Chain Management**, Kluwer, Boston, s. 839-879.

- GASS, S.
1986 “A Process for Determining Priorities and Weights for Large-Scale Linear Goal Programmes”,
Journal of Operational Research Society,
C. 37 (8), s. 779-785.
- GHODSYPOUR, S.H. ve C. O’BRIEN.
1998 “Decision Support System for Supplier Selection
Using An
Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear
Programming”.
International Journal of Production Economics,
C. 56–57, s.199–212.
- GHODSYPOUR, S.H. ve C. O’BRIEN.
2001 “The Total Cost Of Logistic In Supplier Selection,
Under
Conditions of Multiple Sourcing, Multiple Criteria
and Capacity Constraint”,
International Journal of Production Economics,
C. 73, s. 15–27.
- GREGORY, R.E.
1986 “Source Selection: A Matrix Approach.”
Journal of Purchasing and Materials Management s.
24–29.
- GÜLEŞ, H. K. ve V. ÇAĞLAYAN.
2002 “ Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi İşletmelerinde
Tedarik
Zinciri Yönetiminin Rekabet Gücü Üzerine Etkisi”,
Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek
Yüksekokulu
Dergisi, C. 5, S. 2, s. 1-21.
- HARKER, P.T. ve L.G. VARGAS.
1987 “The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty’s
Analytic
Hierarchy Process”,
Management Science, C. 33, No:11, s. 1383-1403.
- HINTLIAN, J.T., R.E. MANN, ve P. CHURCHMAN.
2001 “E-Fulfillment Challenge—the Holy Grail of Business
to
Customer and Business toBusiness E-Commerce,
Accenture, White paper”.

- HOLT, G.D.
1998 “Which Contractor Selection Methodology?”
International Journal of Project Management,
C.16, S. 3, s. 153-164.
- HUANG, S.H., M. UPPAL ve J. SHI.
2002 “A Product Driven Approach to Manufacturing
Supply Chain Delection”,
Supply Chain Management: An International Journal,
C. 7, S. 3-4.
- JOHNSTON, R., L. R. LAWRENCE.
1988 “Beyond Vertical Integration – The Rise of the
Value- Adding Partnership”
Harvard Business Review, C. 66, S. 4, s. 94–101.
- JORO, T., P. KORHONEN ve S. ZIONTS.
2002 “An Interactive Approach to Improve Estimates of
Value Efficiency in Data Envelopment Analysis”,
European Journal of Operational Research,
C. 149, s. 688-699.
- KARPAK, B., E. KUMCU ve R. KASUGANTI.
1999 “An Application of Visual Interactive Goal
Programming: A Case in Vendor Selection Decisions”
Journal of Multi-Criteria Decision Analysis C.8, s.93-
105.
- KORHONEN, P. ve J. WALLEINUS.
1990 “Using Qualitative Data in Multiple Objective
Programming”,
European Journal of Operational Research,
C. 48, s. 81-87.
- KORPELA, J., M. TUOMINEN ve M. VALOAHO.
1998 “An Analytic Hierarchy Process-Based Approach To
The Strategic Management of Logistic Service: An
Empirical Study In the Mechanical Forest Industry”,
International Journal of Production Economics,
C. 56-57, s. 303-318.

- KORPELA, J., A. LEHMUSVAARA ve M. TUOMINEN.
 2001a “An Analytic Approach to Supply Chain
 Development”,
 International Journal of Production Economics,
 C. 71, s. 145-155.
- KORPELA, J., A. LEHMUSVAARA ve M. TUOMINEN.
 2001b “Customer Service Based Design of the Supply
 Chain”,
 International Journal of Production Economics,
 C. 69, s. 193-204.
- KORPELA, J., K. KYLAHEIKO, A. LEHMUSVAARA ve M.
 TUOMINEN.
 2002 “An Analytic Approach to Production Capacity
 Allocation
 and Supply Chain Design”,
 International Journal of Production Economics,
 C. 78, s. 187-195.
- KUMAR, M., P. VRAT ve R. SHANKAR.
 2004 “A Fuzzy Goal Programming Approach
 for Vendor Selection Problem in a Supply Chain”.
 Computers & Industrial Engineering C. 46, S.1, s. 69–
 85.
- KUMAR, M., P. VRAT ve R. SHANKAR.
 2006 “A Fuzzy Programming Approach for Vendor
 Selection
 Problem in a Supply Chain”,
 Int. J. Production Economics, C. 101, s. 273–285.
- LAKHAL, S. , A. MARTEL, O. KETTANI VE M. ORAL.
 2001 “On the Optimization of Supply
 Chain Networking Decisions”
 European Journal of Operational Research,
 C. 129, s. 259-270.
- LEE, N. L. ve S. M. NG.
 1998 “Preface to Global Supply Chain and Technology
 Management”
 Global Supply Chain and Technology Management,
 C.1, s. 1-3, Miami.
- LIBERATORE, M. J., T. F. MONAHAN ve D. E. STOUT.
 1992 “A Framework for Integrating Capital
 Budgeting Analysis
 with Strategy”,
 The Engineering Economist, C. 38, s. 31-44.

- LEE J. W. ve S. H. KIM.
 2000 “Using Analytic Network Process and Goal Programming for Interdependent Information System Project Selection”,
 Computers & Operations Research, C.27, s. 367 – 382.
- LEE, K. K. ve H. LEE.
 2000 “Supplier Selection and Evaluation Through Activity-Based Costing Approach”
BK21 Logistics Team, s. 1-14.
- LIU, F.H. ve H. HAI.
 2003 “The Voting Analytic Hierarchy Process Method for Selecting Supplier”,
 International Journal of Production Economics, C. 97, s. 308–317.
- MABERT, V.A. ve M.A. VENKATARAMANAN.
 1998 “Special Research Focus On Supply Chain Linkages: Challenges For Design And Management In 21st Century”,
 Decision Science, C. 29 S..3, s. 537-553.
- MANDAL, A. ve S. G. DESHMUKH.
 1994 “Vendor selection using Interpretive Structural Modelling”,
 Int. Journal of Operations and Production Man., C.14, S. 6, s. 52-59.
- MASELLA, C. ve A. RANGONE.
 1995 “Managing Supplier/Customer Relationships by Performance Measurement systems”.
Proc. 2nd Internat. Symp. Logis., s. 95-102.
- MAZURAK, R.E., S.R. RAO ve D.W. SCOTTON.
 1985 “Spreadsheet Software Applications in Purchasing”.
 Journal of Purchasing and Materials Management s.8–16.
- MERLI, G.
 1991 “Co-makership, the New Supply Strategy for Manufacturers”
Productivity Press, Cambridge.
- MIN, H. ve G. ZHOU.
 2002 “Supply chain modeling: past, present and future”
 Computers & Industrial Engineering, C. 43, S 1-2, s. 231-249.

- MONCZKA, R.M. ve S.J. TRECHA.
1988 “Cost-Based Supplier Performance Evaluation”,
Journal of Purchasing and Materials Management, s.
2–7.
- MORLACCHI, P.
1998 “Small and Medium Enterprises in Supply Chain: A
Supplier
Evaluation Model and Some Empirical Results”,
Proceedings IFPMM Summer School.
- MURALIDHARAN C., N. ANANTHARAMAN, S. PUGAZHENDHI
ve S.G. DESHMUKH.
1999 “Application of Control Charts in Analytic
Hierarchy Process”,
Production Planning and Control, C. 10, s. 200-204.
- MURALIDHARAN C., N. ANANTHARAMAN ve S.G.
DESHMUKH.
2001 “Vendor rating in Purchasing Scenario: A Confidence
Interval
Approach”,
International Journal of Operations and Production
Management, C. 21, s. 1305-1326.
- MURALIDHARAN C., N. ANANTHARAMAN ve S.G.
DESHMUKH.
2002 “A Multi-Criteria Group Decision-Making
Model For Supplier Rating”,
Journal of Supply Chain Management,
C. 38, S.4, s. 22-33.
- NARASIMHAN, R.
1983 “An Analytical Approach to Supplier Selection”.
J. Purchasing Mater. Mgmt., C. 19, S. 1, s. 27-32.
- NARASIMHAN R., S. TALLURÌ, M. MENDEZ.
2001 “Supplier Evaluation and Rationalization via Data
Envelopment Analysis: An Empirical Examination”.
Working Paper, Michigan State University.
- NIEMIRA M. ve T. L. SAATY.
2004 “An Analytic Network Process Model for Financial-
Crisis Forecasting”,
International Journal of Forecasting,
C. 20, s. 573– 587.

- NOGUCHI, H., M. OGAVA ve H. ISHII.
 2002 “The Appropriate Total Ranking Method Using DEA
 for Multiple Categorized Purposes”,
 Journal of Computational and Applied Mathematics,
 C. 146, s. 155-166.
- NOORUL HAQ A. ve G. KANNAN.
 2006 “Fuzzy Analytical Hierarchy
 Process for Evaluating and
 Selecting a Vendor in a Supply Chain
 Model”,
 Int J Adv Manuf Technol, C. 29, s. 826–835.
- OLHAGER, J. ve E. SELLDIN.
 2004 “Supply Chain Management Survey of Swedish
 Manufacturing”,
 International Journal of Production Economics,
 C.89, s. 353–361.
- OLSON, D.L., V. MUNIRPALLAM ve J.L. MOTE.
 1986 “A Technique Using Analytical Hierarchy Process in
 Multiobjective Planning Models”,
 Socio-Economical Planning Sciences, C. 20, S. 6,
 s.361-368.
- OZDEMIR, M.S. ve T.L. SAATY.
 2006 “The unknown in decision making what to do about
 it”,
 European Journal of Operational Research,
 C. 174, s.349–359.
- PAN, A.C.
 1989 “Allocation of Order Quantity among Suppliers”.
 Journal of Purchasing and Materials Management,
 C. 25, S. 3, s. 36–39.
- PAKSOY, T., H.K.GÜLEŞ ve F. ALTIPARMAK.
 2003 “Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Ağlarının
 Tasarımı ve
 Eniyilemesi: Çok Aşamalı Karma Tamsayılı
 Programlama
 Modeli”,
 Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi,
 C. 4, S. 2, s. 1-25.
- PAKSOY, T.
 2005 “Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Ağlarının
 Tasarımı ve

Optimizasyonu: Malzeme İhtiyaç Kısıtı Altında
Stratejik Bir
Üretim-Dağıtım Modeli”,
Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,
S. 14, s. 435–454.

- PARTOVI, F.Y. ve E. H. WALTER.
1994 “The Analytic Hierarchy Process as Applied to Two
Types of
Inventory Problems”,
Production and Inventory management Journal,
C.35, s. 1-5.
- ROA, C.P. ve G.E. KISER.
1980 “Educational Buyers’ Perceptions of Vendor
Attributes”.
Journal of Purchasing and Materials Management
C. 16, s. 25–30.
- RONEN, B. Ve D. TRIETSCH.
1988 “A Decision Support System for Purchasing
Management of
Large Projects”,
Operations Research, C.36, S. 6, s. 882-890.
- ROSS, D. J.
1998 “Competing Through Supply Chain Management”
Materials Management/Logistics Series,
Chapman & Hall, Chicago.
- SAATY, T.L., L.G. VARGAS ve R.E. WENDELL.
1981 “Assessing Attribute Weights by Ratio”,
OMEGA, C. 11, S. 1, s. 9-13.
- SAATY, T.L.
1983 “Decision Making for Leaders”,
Lifetime Learning Publications,
Belmont, CA.
- SAATY, T.L.
1986 “Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy
Process.”
Management Science, C. 32, S. 7, s. 841-855.
- SAATY, T.L.
1989 “How To Make a Decision: The Analytic Hierarchy
Process”,
European Journal of Operations Research, C.48, s. 9-
26.
- SAATY, T.L.

- 1994 “How To Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process”,
Interfaces, C. 24, S. 6, November-December, s. 19-43.
- SAATY, T.L.
1996 “Decision Making with Dependence and Feedback:
The Analytic Network Process”
RWS Publications, Pittsburgh, PA.
 - SAATY, T.L. ve L. HU.
1998 “Ranking by Eigenvector versus Other Methods in the Analytic Hierarchy Process”,
Appl. Math. Lett., C. 11, No. 4, s. 121-125.
 - SAATY, T.L.
2000 “Analytic Hierarchy Process”
Encyclopedia of Operations Research and Management Science, Springer, 2nd edition.
 - SAATY, T.L., L.G. VARGAS ve K. DELLMAN
2003 “Assessing Attribute Weights by Ratio”
Socio-Economic Planning Sciences, C. 37, s. 169–184.
 - SAATY, T.L.
2006 “Rank From Comparisons and From Ratings in the Analytic Hierarchy/Network Processes”,
European Journal of Operational Research, C. 168, s. 557–570.
 - SARKIS, J. ve S. TALLURI.
2000 “A Model for Strategic Supplier Selection”,
Proceedings of the 9th international IPSERA Conference,
s. 652-661.
 - SCHNIEDERJANS, M. J. ve GARVIN.
1995 “The Life Cycle of Goal Programming Research as Recorded in Journal Articles”,
Operations Research, C. 43, s. 551-557.
 - SCHMITZ, J. ve K.W. PLATTS.
2004 “Supplier Logistics Performance Measurement: Indication from a Study in the Automotive Industry”.
International Journal of Production Economics
C. 89, s. 231–243.

- SHARMA, D., W.C. BENTON ve R. SRIVASTARA.
1989 “Competitive Strategy and Purchasing Decisions”
**Proceedings of the 1989 Annual Conference of
the Decision Sciences Institute**, s. 1088–1090.
- SIMCHI-LEVI, D. Ve P. KAMINSKY.
2004 “Managing the Supply Chain: The Definitive Guide
for the Business Professional”,
McGraw-Hill, New York.
- STADTLER, H. VE C. KILGER.
2000 “Supply Chain Management-An Overview”
**Supply Chain Management and Advanced
Planning**,
Springer, Berlin.
- STEVENS, G. C.
1990 “Integrating the Supply Chains,”
International Journal of Physical Distribution and
Materials Management, C. 8, s. 3-8.
- STRATTON, R. ve Y. YUSUF.
2000 “Agile Manufacturing and Constraints Management: A
Strategic Perspective”,
Proceedings of SPIE, The International Society of
Optical Engineering, 4192, s. 86–94.
- STRATTON, R. ve R. D. H. WARBURTON.
2003 “The Strategic Integration of Agile and Lean Supply”
Int. J. Production Economics, C. 85, s. 183–198.
- ŞEN, E.
2006 “Kobilerin Uluslararası Rekabet Güçlerini
Artırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi”
**Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı
Geliştirme Etüd Merkezi**, Ankara, s. 1-56.
- TALLURI, S. , R.C. BAKER ve J. SARKIS.
1999 “A Framework for Designing Efficient Value Chain
Networks”,
International Journal of Production Economics,
C. 62, s. 133–144.
- TALLURI, S.
2002 “A Buyer–Seller Game Model for
Selection and Negotiation of Purchasing Bids”
European Journal of Operations Research,
C.143, S. 1, s. 171–180

- TALLURI, S. ve R.C. BAKER
2002 “A Multi-Phase Mathematical Programming Approach for Effective Supply Chain Design”,
European Journal of Operational Research,
C. 141, s. 544–558.
- TALLURI, S. ve R. NARASIMHAN
2003 “Vendor Evaluation with Performance Variability: A Max–Min Approach”,
European Journal of Operational Research,
C. 146, s. 543–552.
- TALLURI, S. ve R. NARASIMHAN.
2004 “A Methodology for Strategic Sourcing”,
European Journal of Operational Research,
C. 154, s. 236–250.
- TAM, M.C.Y. ve V.M.R. TUMMALA.
2001 “An Application of the AHP in Vendor Selection of a Telecommunications System”
Omega, C.29, s.171–182.
- THOMAS; D.J. ve P.M. GRIFFIN.
1996 “Coordinated Supply Chain Management”,
European Journal of Operational Research,
C. 94, s. 1 - 15.
- THOMPSON, K.
1990 “Vendor Profile Analysis”.
Journal of Purchasing and Materials Management,
C. 26, S. 1, s.11-18.
- TIMMERMAN, E.
1986 “An Approach to Vendor Performance Evaluation”.
J. Purchasing Mater. Management, s. 2-8.
- TULLOUS, R. ve R.L. UTECHT.
1996 “A decision Support System for Integration of Vendor Selection Task”,
J. Appl. Business Res., C. 10, S. 1, s. 132–143.
- VANEGAS, L.V. ve A.W. LABIB.
2001 “A Fuzzy Quality Function Deployment (FQFD) Model for Driving Optimum Targets”,
Int. J. Prod. Research, C. 39, S. 1, s. 99–120.

- VERMA R., M. E. PULMANN.
1998 “An Analysis of the Supplier Selection Process”
 Int. J. Management Science, C. 26, S.6, s. 739–750.
- VIDAL, C. ve M. GOETSHALCKX.
1997 “Strategic Production-Distribution Models: A Critical
 Review with Emphasis on Global Supply Chain Models”,
 European Journal of Operational Research, C. 98, s. 1-18.
- VOKURKA, R.J., J.CHOOBĪNEH ve L. VADI.
1996 “A Prototype Expert System for the
 Evaluation And
 Selection of Potential Suppliers”
 Int. Journal of Operations and Prod. Management,
 C. 16, S. 12, s. 106-127.
- WANG, G., S.H. HUANG ve J.P. DISMUKES.
2004 “Product-Driven Supply Chain Selection Using
Integrated
 Multi- criteria Decision-Making Methodology”,
 Int. J. Production Economics C. 91, s. 1–15.
- WEBER, C.A. ve J.R. CURRENT.
1993 “A Multi-objective Approach to Vendor Selection”,
 European Journal of Operational Research,
 C. 68, s. 173-184.
- WEBER, C.A., J.R. CURRENT ve W.C. BENTON.
1991 “Vendor Selection Criteria and Methods”.
 European J. of Operations Research, C. 50, s.2–18.
- WEBER, C.A. ve A. DASAI
1996 “Determination of Paths to Vendor
Market Efficiency Using
 Parallel Coordinates Representation: A Negotiation Tool
 for
 Buyers”,
 Eu J Oper Res., C. 90, s. 142–155.
- WEBER, C.A., J.R. CURRENT ve A. DASAI.
1998 “Non-Cooperative Negotiation Strategies for Vendor
 Selection”.
 Eu J Oper Res., C. 108, s. 208–223.
- WEBER, C.A., J.R. CURRENT ve A. DASAI.
2000 “vendOR: A Structured Approach to Vendor Selection
and
 Negotiation”,
 Journal of Business Logistics, C. 21, S. 1, s. 135-167.

- WEBER, C.A. ve L.M. ELLRAM.
 1993 “Supplier Selection Using Multi-objective Programming: A Decision Support System Approach”,
 Int. J. Phys. Distribution Logistics Management,
 C. 23, S. 2, s. 3–14.
- WEI S.Y., Z. JINLONG, L. I. ZHICHENG.
 1997 “A Supplier-Selecting System Using a Neural Network”
IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems 1: s. 468–471.
- WILLIAMS, R.F.
 1984 “Purchasing the Technological Product: Selecting And Weighting Criteria for the Inherently Complex New Product”
University Microfilms International, Ann Arbor, MI.
- WILLIS T.H., C. R. HUSTON ve F. POHLKAMP.
 1993 "Evaluation Measure of JIT Supplier Performance",
 Journal of Production and Inventory management,
 C. 2, s.1-6.
- WILSON, E. J.
 1994 “The Relative Importance of Supplier Selection Criteria: A Review and Update”.
 International Journal of Purchasing and Materials Management, C. 30, S. 3, s. 35-41.
- WIND, Y. ve P.J. ROBINSON.
 1968 “The Determinants of Vendor Selection: The Evaluation Function Approach”,
 J. Purchasing Mat. Management, C. 4, S. 3, s. 29–41.
- WOODSIDE, A.G. ve N. VYAS.
 1987 “Industrial Purchasing Strategies”.
Lexington Books, Lexington, MA.
- YAHYA, S. ve B. KINGSMAN.
 1999 “Vendor Rating For An Entrepreneur Development Programme: A Case Study Using the Analytic Hierarchy Process Method”,
 Journal of Operational Research Society, C. 50, s.

- YAN, H., Z. YU, T. C. E. CHENG.
 2003 "A Strategic Model for Supply Chain Design with
 Logical Constraints: Formulation and Solution"
 Computers & Operations Research, C.30, S.14, s.2135–
 2155
- YANG, J. ve H. LEE.
 1997 "An AHP Decision Model for Facility Location
 Selection",
 Facilities, C.15.
- ZADEH, L.A.
 1965 "Fuzzy Sets"
 Information and Control, C. 8, s. 338–353.
- ZADEH, L.A.
 1978 "Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility",
 Fuzzy Sets and Systems, C. 1, s. 3 – 28.
- ZAHEDI, F.
 1986 "The Analytic Hierarchy Process: A Survey of the
 Method
 and its Applications",
 Interfaces, C. 16, S. 4, s. 96-108.
- ZIMMERMANN, H.J.
 1978 "Fuzzy programming and linear
 programming with several objective functions"
 Fuzzy Sets and Syststems, C. 1, s. 45-55.

EKLER

MODEL ÇÖZÜMLERİ İÇİN EXCEL SONUÇ ÇIKTILARI

EK-1

Tablo-A: MODEL-1 için Excel Çalışma Sayfası

	Tedarikçi1	Tedarikçi2	Tedarikçi3	Tedarikçi4			
AHS'yle elde edilen ağırlıklar	0,275	0,262	0,241	0,223			
Tedarik miktarları	700	500	300	0		Toplam Talep	Firma İade
Kapasiteler	700	500	400	800	1500	1500	0,03
İade oranları	0,02	0,03	0,04	0,01	41	45	
TSD	395,8						

EK-2

Tablo-B1: MODEL-1 Duyarlılık Analizinde 1.Durum için Çözüm Çıktısı

Microsoft Excel 10.0 Answer Report**Worksheet: [model1.xls]Sayfa1****Report Created: 08/30/2007 22:46:24****Result: Solver found an integer solution within tolerance. All constraints are satisfied.****Engine: Standard LP/Quadratic****Solution Time: 00 Seconds****Iterations: 0****Subproblems: 1****Incumbent Solutions: 1**

Target Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$10	TSD	455	480

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi1	700	200
\$G\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi2	0	500
\$H\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi3	0	0
\$I\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi4	800	800

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$F\$7	Kapasiteler Tedarikçi1	700	\$F\$7>=\$F\$6	Not Binding	500
\$G\$7	Kapasiteler Tedarikçi2	500	\$G\$7>=\$G\$6	Binding	0
\$H\$7	Kapasiteler Tedarikçi3	400	\$H\$7>=\$H\$6	Not Binding	400
\$I\$7	Kapasiteler Tedarikçi4	800	\$I\$7>=\$I\$6	Binding	0
\$J\$7	Kapasiteler	1500	\$J\$7=\$K\$7	Binding	0
\$J\$8	İade oranları	27	\$J\$8<=\$K\$8	Not Binding	18
\$F\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi1	200	\$F\$6>=0	Not Binding	200
\$G\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi2	500	\$G\$6>=0	Not Binding	500
\$H\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi3	0	\$H\$6>=0	Binding	0
\$I\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi4	800	\$I\$6>=0	Not Binding	800

EK-2

Tablo-B2: MODEL-1 Duyarlılık Analizinde 2.Durum için Çözüm Çıktısı

Microsoft Excel 10.0 Answer Report**Worksheet: [model1.xls]Sayfa1****Report Created: 08/30/2007 22:51:50****Result: Solver found an integer solution within tolerance. All constraints are satisfied.****Engine: Standard LP/Quadratic****Solution Time: 00 Seconds****Iterations: 0****Subproblems: 1****Incumbent Solutions: 1**

Target Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$10	TSD	465	490

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi1	200	700
\$G\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi2	500	0
\$H\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi3	0	0
\$I\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi4	800	800

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$F\$7	Kapasiteler Tedarikçi1	700	\$F\$7>=\$F\$6	Binding	0
\$G\$7	Kapasiteler Tedarikçi2	500	\$G\$7>=\$G\$6	Not Binding	500
\$H\$7	Kapasiteler Tedarikçi3	400	\$H\$7>=\$H\$6	Not Binding	400
\$I\$7	Kapasiteler Tedarikçi4	800	\$I\$7>=\$I\$6	Binding	0
\$J\$7	Kapasiteler	1500	\$J\$7=\$K\$7	Binding	0
\$J\$8	İade oranları	22	\$J\$8<=\$K\$8	Not Binding	23
\$F\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi1	700	\$F\$6>=0	Not Binding	700
\$G\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi2	0	\$G\$6>=0	Binding	0
\$H\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi3	0	\$H\$6>=0	Binding	0
\$I\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi4	800	\$I\$6>=0	Not Binding	800

EK-2

Tablo-B3: MODEL-1 Duyarlılık Analizinde 4.Durum için Çözüm Çıktısı

Microsoft Excel 10.0 Answer Report**Worksheet: [model1.xls]Sayfa1****Report Created: 08/30/2007 22:55:51****Result: Solver found an integer solution within tolerance. All constraints are satisfied.****Engine: Standard LP/Quadratic****Solution Time: 00 Seconds****Iterations: 0****Subproblems: 1****Incumbent Solutions: 1**

Target Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$10	TSD	445	470

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi1	700	700
\$G\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi2	0	500
\$H\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi3	0	0
\$I\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi4	800	300

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$F\$7	Kapasiteler Tedarikçi1	700	\$F\$7>=\$F\$6	Binding	0
\$G\$7	Kapasiteler Tedarikçi2	500	\$G\$7>=\$G\$6	Binding	0
\$H\$7	Kapasiteler Tedarikçi3	400	\$H\$7>=\$H\$6	Not Binding	400
\$I\$7	Kapasiteler Tedarikçi4	800	\$I\$7>=\$I\$6	Not Binding	500
\$J\$7	Kapasiteler	1500	\$J\$7=\$K\$7	Binding	0
\$J\$8	İade oranları	32	\$J\$8<=\$K\$8	Not Binding	13
\$F\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi1	700	\$F\$6>=0	Not Binding	700
\$G\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi2	500	\$G\$6>=0	Not Binding	500
\$H\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi3	0	\$H\$6>=0	Binding	0
\$I\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi4	300	\$I\$6>=0	Not Binding	300

EK-2

Tablo-B4: MODEL-1 Duyarlılık Analizinde 5.Durum için Çözüm Çıktısı

Microsoft Excel 10.0 Answer Report**Worksheet: [model1.xls]Sayfa1****Report Created: 08/30/2007 22:57:31****Result: Solver found an integer solution within tolerance. All constraints are satisfied.****Engine: Standard LP/Quadratic****Solution Time: 00 Seconds****Iterations: 0****Subproblems: 1****Incumbent Solutions: 1**

Target Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$10	TSD	425	470

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi1	700	700
\$G\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi2	500	500
\$H\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi3	0	300
\$I\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi4	300	0

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$F\$7	Kapasiteler Tedarikçi1	700	\$F\$7>=\$F\$6	Binding	0
\$G\$7	Kapasiteler Tedarikçi2	500	\$G\$7>=\$G\$6	Binding	0
\$H\$7	Kapasiteler Tedarikçi3	400	\$H\$7>=\$H\$6	Not Binding	100
\$I\$7	Kapasiteler Tedarikçi4	800	\$I\$7>=\$I\$6	Not Binding	800
\$J\$7	Kapasiteler	1500	\$J\$7=\$K\$7	Binding	0
\$J\$8	İade oranları	41	\$J\$8<=\$K\$8	Not Binding	4
\$F\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi1	700	\$F\$6>=0	Not Binding	700
\$G\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi2	500	\$G\$6>=0	Not Binding	500
\$H\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi3	300	\$H\$6>=0	Not Binding	300
\$I\$6	Tedarik miktarları Tedarikçi4	0	\$I\$6>=0	Binding	0

EK-3

Tablo-C1: MODEL-2, 2.Durum için Çözüm Çıktısı

Microsoft Excel 10.0 Answer Report**Worksheet:** [model1.xls]Sayfa2**Report Created:** 08/31/2007 02:02:05**Result:** Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.**Engine:** Standard GRG Nonlinear**Solution Time:** 00 Seconds**Iterations:** 1**Subproblems:** 0**Incumbent Solutions:** 0

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$18	TAPC	22751,43541	22679,37072

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	0,467
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	0,333
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,190	0,200
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,010	0,000

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$J\$6	qi TOPLAM	0,973	\$J\$6>=\$E\$14	Not Binding	0,002666667
\$I\$4	Xi	1,000	\$I\$4=1	Binding	0
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4>=0	Not Binding	0,456666667
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	\$F\$4>=0	Not Binding	0,323333333
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,200	\$G\$4>=0	Not Binding	0,19
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,000	\$H\$4>=0	Binding	0
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4<=\$E\$8	Binding	0
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	\$F\$4<=\$F\$8	Binding	0
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,200	\$G\$4<=\$G\$8	Not Binding	0,066666667
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,000	\$H\$4<=\$H\$8	Binding	0
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,456666667
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	\$F\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,323333333
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,200	\$G\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,19
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,000	\$H\$4=0	Binding	0

EK-3

Tablo-C2: MODEL-2, 2. Durum için Excel Çalışma Sayfası

	Tedarikçi1	Tedarikçi2	Tedarikçi3	Tedarikçi4		
Xi	0,467	0,333	0,200	0,000	1,000	TOPLAM
Ai	9	8	6	4		27
Qi	0,98	0,97	0,96	0,99		0,973
Kapasite	700	500	400	800		
Kapasite/Talep	0,467	0,333	0,267	0,533		
Pi	9	16	27	32		
Dağıtım Miktarları	700	500	300	0		
E	0,01					
Talep	1500					
R	0,2					
Perfect	0,97					
	TAPC					
16200	279,37					
	22400,00					
	22679,37					

EK-3

Tablo-C3: MODEL-2, 3.Durum için Çözüm Çıktısı

Microsoft Excel 10.0 Answer Report
Worksheet: [model1.xls]Sayfa2
Report Created: 08/31/2007 02:10:09
Result: Solver has converged to the current solution. All constraints are satisfied.
Engine: Standard GRG Nonlinear
Solution Time: 00 Seconds
Iterations: 5
Subproblems: 0
Incumbent Solutions: 0

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$18	TAPC	24185,1105	24185,1105

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	0,467
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	0,333
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,000	0,000
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,200	0,200

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$J\$6	qi TOPLAM	0,979	\$J\$6>=\$E\$14	Not Binding	0,008666667
\$I\$4	Xi	1,000	\$I\$4=1	Binding	0
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4>=0	Not Binding	0,456666667
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	\$F\$4>=0	Not Binding	0,323333333
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,000	\$G\$4>=0	Binding	0
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,200	\$H\$4>=0	Not Binding	0,19
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4<=\$E\$8	Binding	0
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	\$F\$4<=\$F\$8	Binding	0
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,000	\$G\$4<=\$G\$8	Binding	0
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,200	\$H\$4<=\$H\$8	Not Binding	0,333333333
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,456666667
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	\$F\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,323333333
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,200	\$H\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,19
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,000	\$G\$4=0	Binding	0

EK-3

Tablo-C4: MODEL-2, 3. Durum için Excel Çalışma Sayfası

	Tedarikçi1	Tedarikçi2	Tedarikçi3	Tedarikçi4		
Xi	0,467	0,333	0,000	0,200	1,000	TOPLAM
Ai	9	8	6	4		27
Qi	0,98	0,97	0,96	0,99		0,979
Kapasite	700	500	400	800		
Kapasite/Talep	0,467	0,333	0,267	0,533		
Pi	9	16	27	32		
Dağıtım Miktarları	700	500	0	300		
E	0,01					
Talep	1500					
R	0,2					
Perfect	0,97					
	TAPC					
16200	285,11					
	23900,00					
	24185,11					

EK-3

Tablo-C5: MODEL-2, 4. Durum için Çözüm Çıktısı

Microsoft Excel 10.0 Answer Report**Worksheet:** [model1.xls]Sayfa2**Report Created:** 08/31/2007 02:14:44**Result:** Solver has converged to the current solution. All constraints are satisfied.**Engine:** Standard GRG Nonlinear**Solution Time:** 00 Seconds**Iterations:** 7**Subproblems:** 0**Incumbent Solutions:** 0

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$18	TAPC	24185,1105	30215,78474

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	0,467
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	0,000
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,000	0,267
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,200	0,267

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$J\$6	qi TOPLAM	0,977	\$J\$6>=\$E\$14	Not Binding	0,007333333
\$I\$4	Xi	1,000	\$I\$4=1	Binding	0
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4>=0	Not Binding	0,456666667
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,000	\$F\$4>=0	Binding	0
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,267	\$G\$4>=0	Not Binding	0,256666667
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,267	\$H\$4>=0	Not Binding	0,256666667
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4<=\$E\$8	Binding	0
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,000	\$F\$4<=\$F\$8	Binding	0
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,267	\$G\$4<=\$G\$8	Binding	0
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,267	\$H\$4<=\$H\$8	Not Binding	0,266666667
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,456666667
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,267	\$H\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,256666667
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,267	\$G\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,256666667
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,000	\$F\$4=0	Binding	0

EK-3

Tablo-C6:MODEL-2, 4. Durum için Excel Çalışma Sayfası

	Tedarikçi1	Tedarikçi2	Tedarikçi3	Tedarikçi4		
Xi	0,467	0,000	0,267	0,267	1,000	TOPLAM
Ai	9	8	6	4		27
Qi	0,98	0,97	0,96	0,99		0,977
Kapasite	700	500	400	800		
Kapasite/Talep	0,467	0,333	0,267	0,533		
Pi	9	16	27	32		
Dağıtım Miktarları	700	0	400	400		
E	0,01					
Talep	1500					
R	0,2					
Perfect	0,97					
	TAPC					
16200	315,78					
	29900,00					
	30215,78					

EK-3

Tablo-C7:MODEL-2, 5. Durum için Çözüm Çıktısı

Microsoft Excel 10.0 Answer Report
Worksheet: [model1.xls]Sayfa2
Report Created: 08/31/2007 02:19:14
Result: Solver has converged to the current solution. All constraints are satisfied.
Engine: Standard GRG Nonlinear
Solution Time: 00 Seconds
Iterations: 9
Subproblems: 0
Incumbent Solutions: 0

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$18	TAPC	30215,78474	38378,00093

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	0,000
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,000	0,333
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,267	0,267
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,267	0,400

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$J\$6	qi TOPLAM	0,975	\$J\$6>=\$E\$14	Not Binding	0,005334323
\$I\$4	Xi	1,000	\$I\$4=1	Binding	0
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,000	\$E\$4>=0	Binding	0
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	\$F\$4>=0	Not Binding	0,323333333
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,267	\$G\$4>=0	Not Binding	0,256666667
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,400	\$H\$4>=0	Not Binding	0,390001
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,000	\$E\$4<=\$E\$8	Binding	0
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	\$F\$4<=\$F\$8	Binding	0
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,267	\$G\$4<=\$G\$8	Binding	0
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,400	\$H\$4<=\$H\$8	Not Binding	0,133332333
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,400	\$H\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,390001
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,267	\$G\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,256666667
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	\$F\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,323333333
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,000	\$E\$4=0	Binding	0

EK-3

Tablo-C8: MODEL-2, 5. Durum için Excel Çalışma Sayfası

	Tedarikçi1	Tedarikçi2	Tedarikçi3	Tedarikçi4		
Xi	0,000	0,333	0,267	0,400	1,000	TOPLAM
Ai	9	8	6	4		27
Qi	0,98	0,97	0,96	0,99		0,975
Kapasite	700	500	400	800		
Kapasite/Talep	0,467	0,333	0,267	0,533		
Pi	9	16	27	32		
Dağıtım Miktarları	0	500	400	600		
E	0,01					
Talep	1500					
R	0,2					
Perfect	0,97					
	TAPC					
16200	377,95					
	38000,05					
	38378,00					

EK-3

Tablo-C9:MODEL-2, 6.Durum için Çözüm Çıktısı

Microsoft Excel 10.0 Answer Report**Worksheet:** [model1.xls]Sayfa2**Report Created:** 08/31/2007 02:24:42**Result:** Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.**Engine:** Standard GRG Nonlinear**Solution Time:** 00 Seconds**Iterations:** 2**Subproblems:** 0**Incumbent Solutions:** 0

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$18	TAPC	38378,00093	32323,32966

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,000	0,467
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,333	0,000
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,267	0,000
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,400	0,533

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$J\$6	qi TOPLAM	0,985	\$J\$6>=\$E\$14	Not Binding	0,015333333
\$I\$4	Xi	1,000	\$I\$4=1	Binding	0
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4>=0	Not Binding	0,456666667
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,000	\$F\$4>=0	Binding	0
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,000	\$G\$4>=0	Binding	0
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,533	\$H\$4>=0	Not Binding	0,523333333
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4<=\$E\$8	Binding	0
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,000	\$F\$4<=\$F\$8	Binding	0
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,000	\$G\$4<=\$G\$8	Binding	0
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,533	\$H\$4<=\$H\$8	Binding	0
\$H\$4	Xi Tedarikçi4	0,533	\$H\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,523333333
\$E\$4	Xi Tedarikçi1	0,467	\$E\$4>=\$E\$11	Not Binding	0,456666667
\$F\$4	Xi Tedarikçi2	0,000	\$F\$4=0	Binding	0
\$G\$4	Xi Tedarikçi3	0,000	\$G\$4=0	Binding	0

EK-3

Tablo-C10:MODEL-2, 6. Durum için Çalışma Sayfası

	Tedarikçi1	Tedarikçi2	Tedarikçi3	Tedarikçi4		
Xi	0,467	0,000	0,000	0,533	1,000	TOPLAM
Ai	9	8	6	4		27
Qi	0,98	0,97	0,96	0,99		0,985
Kapasite	700	500	400	800		
Kapasite/Talep	0,467	0,333	0,267	0,533		
Pi	9	16	27	32		
Dağıtım Miktarları	700	0	0	800		
E	0,01					
Talep	1500					
R	0,2					
Perfect	0,97					
	TAPC					
16200	423,33					
	31900,00					
	32323,33					