

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zeynep SUSUZ

**ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ'NE DAYALI OPTİMUM TEDARİKÇİ
SEÇİM MODELİ**

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2005

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ'NE DAYALI OPTİMUM
TEDARİKÇİ SEÇİM MODELİ**

Zeynep SUSUZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 26/10/2005 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

İmza.....

İmza.....

İmza.....

Yrd.Doç. Dr. Ali KOKANGÜL

Doç.Dr. Rızvan EROL

Yrd.Doç.Dr. Sami ARICA

DANIŞMAN

ÜYE

ÜYE

Bu tez Enstitümüz Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ

Enstitü Müdürü

İmza ve Mühür

Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: MMF2005YL25

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ'NE DAYALI OPTİMUM
TEDARİKÇİ SEÇİM MODELİ**

Zeynep SUSUZ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman :Yrd. Doç. Dr. Ali KOKANGÜL
Yıl:2005, Sayfa: 108

Jüri : Yrd. Doç. Dr. Ali KOKANGÜL
Doç. Dr. Rızvan EROL
Yrd. Doç. Dr. Sami ARICA

Hızla değişen rekabet ortamında firmalar, değişen müşteri ihtiyaçlarına daha hızlı ve doğru bir şekilde cevap verebilmek için kendi hedeflerini benimseyen tedarikçilerle çalışmalıdırlar. Tedarikçi seçimi çok aşamalı ve güç bir karar problemidir.

Bu çalışma bölgemizdeki bir otomotiv işletmesine uygulanmıştır. Çalışma kapsamında şirket yöneticilerinin subjektif düşünceleri Analitik Hiyerarşi Prosesi ile niceliksel şekle dönüştürülmüştür. Buradan elde edilen sonuçlar ile birlikte, ürüne ilişkin aylık tedarikçileri kapasiteleri, hammaddeye ilişkin önerdikleri miktar iskontoları, ana firma talep, bütçe ve işleme kapasitesi kısıtlarının yer aldığı iki matematiksel model oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tedarikçi Seçimi, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Miktar İskontosu, Matematiksel Programlama.

ABSTRACT

MSc THESIS

OPTIMUM SUPPLIER SELECTION MODEL BASED ON ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

Zeynep SUSUZ

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Assist. Prof. Ali KOKANGÜL

Year: 2005, Page: 108

Jury : Assist. Prof. Ali KOKANGÜL

Assoc. Prof. Rızvan EROL

Assist. Prof. Sami ARICA

In rapidly changing global competitive environment, companies must work together with suppliers which have appropriated its targets, to answer more quickly and proper to changing customer needs. Supplier selection is a decision problem has many gradual steps and difficult.

This study has been applied to a automotive company in our region. In this study, Subjective opinions of company managers turn into quantitative form with Analytic Hierarchy Process. Two mathematical model have been formed with the obtained solutions from AHP and constraints for products which is mountly capacity and quantity discounts of supplier, demand, budget and processing capacity.

Key Words: Supplier Selection, Analytic Hierarchy Process, Quantity Discounts, Matematical Programming

TEŞEKKÜR

Birçok endüstriyel firmada hammadde ve malzeme maliyeti sayılabilir toplam satın alma maliyetinin %70 'ine ulaşabilmiş durumdadır. Bu da satın almanın ve tedarikçi seçiminin firmanın faaliyetleri arasında ne kadar önemli olduğunu göstermiştir. Buna paralel olarak son dönemlerde literatürde tedarikçi seçimine yönelik çalışmalar da artmıştır.

Tedarikçi seçiminde iki önemli konu öne çıkmaktadır. İlki karşılaştırma kriterleri, diğeri ise karşılaştırma metodu. Karşılaştırma kriterlerini belirledikten sonra ve bu kriterlere göre tedarikçileri değerlendirmek için tedarikçi seçiminde kullanılacak yöntemler belirlenirken; çoklu kriterlerle karar verme yöntemleri, matematiksel programlama teknikleri, veri madenciliği gibi teknikler kullanılabileceği gibi problemin yapısına uygun algoritma geliştirilmesi de söz konusu olabilir.

Çalışma kapsamında, öncelikle AHP ile karşılaştırma kriterlerinin ve bu kriterlere göre tedarikçilerin öncelikleri belirlenmiştir. Ardından ürünlere ilişkin aylık tedarikçileri kapasiteleri, hammaddelere ilişkin önerdikleri miktar iskontoları, ana firma talep, bütçe ve işleme kapasitesi kısıtlar dahilinde AHP ile hesaplanan öncelikleri maksimize etmeyi amaçlayan iki farklı matematiksel model oluşturulmuştur.

Bu çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen, başta danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ali KOKANGÜL olmak üzere emeği geçen bütün arkadaşlarıma ve aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı	1
1.2. Çalışmanın Amacı	2
1.3. Çalışmanın Kapsamı	2
1.4. Çalışmanın Adımları	3
1.5. Orijial Katkılar	3
1.6. Tezin Organizasyonu	4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Lojistik Ve Tedarik Zinciri Yöetimi Kavramlarının 20. Yüzyıldaki Gelişimi ...	5
2.2. Tedarik Zinciri	7
2.3. Tedarik Zinciri Yönetimi	9
2.4. Tedarik Zinciri Tasarımı	11
2.5. Tedarik Zinciri Çeşitleri	13
2.6. TZY'nin Fonksiyonları	14
2.7. Etkin Bir TZY'nin İşletmeler Açısından Önemi	15
2.8. Tedarikçi Seçiminin Önemi	16
2.9. Tedarikçi Seçim Süreci	19
2.9.1. Ön Seçimde Kullanılan Seçim Yöntemleri	20
2.9.2. Son Aşamada Kullanılan Seçim Yöntemleri	24
2.9.3. Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Değerlendirme Kriterleri.....	35
3. MATERYAL VE METOT	37
3.1. Materyal	37
3.1.1. Firmanın Tedarikçi Değerlendirme Prosedürü	37

3.2. Metot	39
3.2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP - Analytical Hierarchy Process)	39
3.2.2. Analitik Network Prosesi (ANP - Analytical Network Process)	44
3.2.3. Dikkate Alınan Firmada Tedarikçi Seçim Uygulaması	44
3.2.3.1. Kriterlerin AHP ile Önem Derecelerinin Belirlenmesi.....	49
3.2.3.2. Tedarikçilerin İkili Karşılaştırmalarının Yapılması.....	53
3.2.3.3. Matematiksel Programlama ile Optimum Tedarikçi Seçimi.....	57
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	59
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	66
5.1. Sonuçlar	66
5.2. Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler	67
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	72
EKLER	73
EK1. Alt Kriterler Bazında İkili Karşılaştırmalar	73
EK2. Satın Alma Kriterlerine Göre Firmaların Performans Değerleri	94
EK3. Uygulamada Kullanılan Veriler.....	96
EK4. Kurulan Matematiksel Modellerin Lingo 8.0 ile Elde Edilen Çözümleri	97

TABLolar DİZİNİ**SAYFA**

Tablo 2.1. Tedarik Zinciri Optimizasyonunun İşletmeye Sağladığı Katma Değer	15
Tablo 2.2. Satın Alma Durumlarının Sınıflandırılması.....	18
Tablo 2.3. Tedarikçiler ve Kriterlere İlişkin Verileri.....	25
Tablo 2.4. Kriterler İçin Ağırlıklar.....	25
Tablo 2.5. Tedarikçilerin Kriterler Bazındaki Uyumluluk Değerleri	26
Tablo 2.6. 1-5 Skalası İle Yapılan Değerlendirme Sonucunda Elde Edilen İstatistikler.....	29
Tablo 2.7. Tedarikçi Özellikleri.....	29
Tablo 2.8. Ana Etkilerle Kurulan Regresyon Modeli Ve Tahmin Edilen Parametreler .	30
Tablo 2.9. Dickson'nın Tedarikçi Seçim Kriterleri	35
Tablo 3.1. Kriterler İçin İkili Karşılaştırmalar Matrisinin Oluşturulması	41
Tablo 3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesinde Kullanılan Ölçütler	41
Tablo 3.3. Rassallık Göstergeleri	42
Tablo 3.4. Satın Alma Ana Kriterlerinin AHP ile İkili Karşılaştırmaları.....	49
Tablo 3.5. Fiyat Performansı Alt Kriterlerinin Önem Derecelerinin Belirlenmesi.....	50
Tablo 3.6. Sevkiyat Performansı Alt Kriterlerinin Önem Derecelerinin Belirlenmesi...	50
Tablo 3.7. İşbirliği Performansı Alt Kriterlerinin Önem Derecelerinin Belirlenmesi	51
Tablo 3.8. Kalite Kriterlerinin AHP ile İkili Karşılaştırılması.....	52
Tablo 3.9. Ortalama Fiyat Geçerlilik Süresi İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması	54
Tablo 3.10. AHP İle Hesaplanan Toplam Satın Alma Puanları.....	55
Tablo 3.11. AHP İle Hesaplanan Toplam Kalite Puanları	56
Tablo 3.12. AHP İle Hesaplanan Tedarikçi Öncelik Değerleri	56
Tablo 4.1. Miktar İskontolu ve Miktar İskontosuz Modellerin Sonuçları	62
Tablo 4.2. Hedef Programlama ile Miktar İskontolu ve Miktar İskontosuz Modellerin Sonuçları	65

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA

Şekil 2.1. Tedarik Zinciri	8
Şekil 2.2. Tedarik Zinciri Çevirimi	9
Şekil 2.3. TZY Fonksiyonları.....	14
Şekil 2.4. Tedarikçi Seçimi İçin Üç Seviyeden Oluşan Hiyerarşik Yapı.....	27
Şekil 3.1. 3 Düzeyden Oluşan Bir Karar Probleminin Hiyerarşik Yapısı.....	40
Şekil 3.2. Tedarikçi Değerlendirmede Satın Alma Ana Kriteri Ve Alt Kriterleri.	45
Şekil 3.3. Tedarikçi Değerlendirmede Kalite Ana Kriteri Ve Alt Kriterleri.....	45

1. GİRİŞ**1.1. Problemin Tanımı ve Önemi**

Teknolojinin hızla gelişmesine paralel olarak müşteri istek ve beklentileri de değişmektedir. Kıyasıya rekabetin yaşandığı bir ortamda firmaların değişen müşteri ihtiyaçlarına en doğru ve hızlı şekilde cevap verebilmeleri gerek şirket içi gerekse şirket dışı ortaklarla (çalışanlar, müşteriler, tedarikçiler, sivil toplum vs.) tam bir uyum halinde çalışmalarını ile mümkündür. Hammadde ve malzemelerin tedarikçilerden alınıp üretim ortamında mamul haline getirilerek müşterilere ulaştırılmasına katkı sağlayan bu ortaklar bir tedarik zincirinin de her bir elemanı oluşturmaktadır.

Ana firma hedeflerini benimseyen, teknolojisini bu yönde geliştiren ve sürekli işbirliği halindeki bir tedarikçi, ana firmanın bu hedeflerini gerçekleştirmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Tedarik zincirinin sağlamlığını en zayıf halkası belirler. Bu nedenle firmaların hedeflerine ulaşması için çalışabileceği uygun tedarikçilerin seçilmesi zor bir karar problemidir.

Literatüre bakıldığında bu yönde yapılan çalışmalar giderek hız kazanmaktadır. Genel olarak tedarik zincirinin farklı halkalarında, kimi zaman ilk ürün tedarikçilerine kimi zaman da son ürünün dağıtımından sorumlu bayilerin seçimine yönelik olarak çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Tedarikçi seçiminde iki önemli konu öne çıkmaktadır. İlki karşılaştırma kriterleri, diğeri ise karşılaştırma metodu. Literatüre bakıldığında Dickson'ın 1966'da 49 makaleyi inceleyerek tedarikçi seçim kriterleri üzerine yaptığı çalışma bugüne kadar bu konuda yapılan birçok çalışmaya temel teşkil etmektedir. Weber ve arkadaşlarının 1991'de 74 makaleyi inceleyerek yaptıkları ve tedarikçi seçimi için kullanılan metotları belirttikleri çalışmaları da yine bu konuda bir yapı taşı oluşturmaktadır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Literatürde bu yönde geliştirilen çalışmaların çoğunluğunda hipotetik veriler kullanılmıştır. Ülkemizde de bu yönde yapılan çalışmalar henüz sınırlı sayıdadır. İşletmeler genelde tedarikçi seçimlerini sübjektif kararlara göre gerçekleştirmektedir. Çoğu zaman düşük maliyetli tedarikçiler tercih edilmektedir. Ancak tedarikçi seçimi yapılırken kalitenin, ulaşımın, tedarikçinin sahip olduğu teknolojinin v.b. birçok kriterin bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir.

Çalışmanın amacı, şirket yöneticilerinin düşüncelerinin de dikkate alınmasıyla gerçek yaşamdaki tedarikçi seçim sürecinin matematiksel model ile ifade edilerek daha tutarlı sonuçlarla gerçekleştirilmesidir.

1.3. Çalışmanın Kapsamı

Tedarikçi seçimine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalara bakıldığında Matematiksel Programlama ve Thomas Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) bu alanda çok sık kullanılan teknikler arasında yer almaktadır. Hammadde ve malzemenin hangi tedarikçilerden ne kadar alınacağı şeklindeki optimum değerleri bulmak için akademisyenler çalışmalarında matematiksel programlama tekniklerinden faydalanmışlardır. Bunun yanı sıra AHP kullanılarak tedarikçi seçiminde göz önünde bulundurulmuş kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesi üzerinde durulmuştur. Bu tekniklerin bu özelliklerinden hareketle, Ghodspour ve O'Brien tarafından 1998'de AHP ve Tamsayılı Matematiksel Programlama kullanılarak geliştirilen model bu çalışma kapsamında referans alınmıştır.

Bu çalışmamızla tedarik zinciri optimizasyonu ilk defa bölgemizde bir otomotiv işletmesine uygulanmıştır. Modellerde bir malzemenin çok sayıda tedarikçiden temini AHP ve Matematiksel Modelleme Teknikleri yardımıyla optimize edilmiştir. Ayrıca uygulamada sıkça karşılaşılan ve tedarik zinciri üzerinde büyük etkisi olan miktar iskontosu geliştirdiğimiz modelde dikkate alınmıştır.

Geliştirilen model Lingo 8.0 paket programında çözülmüştür. Sonuçta ilgili malzemenin hangi tedarikçiden, ne kadar alınması gerektiğine ilişkin sorulara optimum yanıtlar bulunmuştur.

1.4. Çalışmanın Adımları

Çalışmanın adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Literatürde Tedarik Zinciri Yönetimi ve tedarikçi seçimine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalar hakkında bilgi toplanması,
2. Çalışmanın uygulanacağı işletmede ilgili yöneticilere AHP uygulaması hakkında bilgi verilmesi, değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve yöneticilerle tedarikçilerin kriterler bazında AHP ile ikili olarak karşılaştırılması
3. Problemin amacının, kısıtlarının, karar değişkenlerinin, gerekli verilerin belirlenmesi ve varsayımların yapılması.
4. Modelin çözümünde kullanılacak yöntemin belirlenmesi ve Lingo 8.0 paket programı yardımıyla çözümün elde edilmesi,
5. Modelden elde edilen sonuçların yorumlanması,
6. Sonraki çalışmalar için önerilerde bulunulması.

1.5. Orijinal Katkıları

1. Literatürde uygulama açısında gerçek veriler kullanılarak gerçekleştirilmiş çok az sayıda çalışma yer almaktadır. Ülkemizde bu sayı çok daha sınırlı düzeydedir. Geliştirdiğimiz bu model ülkemizde ilk olarak bir otomotiv firmasında uygulanmıştır
2. İşletmeler genel olarak tedarikçilerin seçimine yönelik herhangi bir nicel teknik kullanmamaktadırlar. Daha çok subjektif yaklaşımlardan hareketle bu süreci gerçekleştirmektedirler. Bizim çalışmamız ise şirket yöneticilerinin subjektif düşüncelerini de dikkate aldığından birçok işletmede kullanılabilecek niteliktedir.
3. Tedarikçi seçimi amacıyla sunulan literatür çalışmalarına bakıldığında, matematiksel modellerde miktar iskontosuna çok fazla yer verilmemiştir.

4. Miktar iskontosu dahil edilerek kurulan matematiksel model doğrusal olmayan yapıda olup duyarlılık analizinin yapılmasıyla firmaya olası seçenekler sunulmuştur.

1.6. Tezin Organizasyonu

Tezin bundan sonraki bölümlerinde sırası ile; ikinci bölümde Tedarik Zinciri Yönetimi ve Tedarikçi Seçimine yönelik olarak yapılan literatür taraması sonucunda konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar ve bulgular özetlenmiştir. Üçüncü bölümde, problemin genel bir tanımı yapıldıktan sonra öncelikle şirket yöneticilerinin düşüncelerinin dikkat alındığı AHP değerlendirmesi yapılmıştır. Ardından AHP' den elde edilen sonuçların da dahil edildiği iki ayrı matematiksel model kurulmuştur. Ayrıca bu bölümde uygulamada kullanılan veriler sunulmuştur. Dördüncü bölümde, geliştirilen matematiksel modeller Lingo 8.0 paket programında çözümlenerek modellerin sonuçları değerlendirilmiştir. Son bölümde ise, konu ile ilgili olarak yapılacak sonraki çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Organizasyonlar, faaliyetlerini sürdürebilmek için birçok tedarikçi firma ile çalışmak zorundadır. Tedarikçi firmaların bir grup adayın içinden ana firmanın kriterleri doğrultusunda seçimi zor bir karar problemidir. Bu bölümde literatürden elde edilen bilgiler ışığında öncelikle Tedarik Zinciri Yönetimi ve tarihsel gelişimi ile tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler ve karşılaştırma yöntemlerine ilişkin bilgiler verilecektir.

2.1. Lojistik Ve Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramlarının 20. Yüzyıldaki Gelişimi

1920'lerde ABD'de süper marketlerin ortaya çıkmasıyla yeni bir perakende kanalı oluşmuştur. Kitle üretiminin de yoğun olarak uygulanmasıyla, büyük hacimlerde imal edilen ürünlerin süper marketlere ulaştırılması için yeni bir sistem ihtiyacı belirdi ve bu sistem fiziksel dağıtım olarak tanımlandı.

Fiziksel dağıtım; üretim ve ticarete, nihai ürünün üretim hattı sonundan tüketiciye ve bazı durumlarda hammaddelerin kaynaktan üretim hattına kadar olan fiziksel hareketinin etkin ve verimli gerçekleşmesini sağlayacak aktiviteler bütünüdür.

II. Dünya Savaşı'nı takip eden yıllarda ABD'de Yöneylem Araştırması (Operations Research) teknikleri uygulanmaya ve fiziksel dağıtım bir sistem olarak ele alınmaya başlanmıştır. Böylece bu alanda önemli ilerlemeler elde edilmiştir. Fiziksel dağıtım kısaca nakliye ve depolamayı entegre eden bir kavram olarak tanımlanabilir.

Fiziksel dağıtımdan lojistik kavramına geçiş 1960'lara rastlamaktadır. Bu değişimi tetikleyen ise geniş, çeşitli ve küçük hacimli üretime geçiştir. Kavram kitleler tarafından 1985 yılında kullanılmaya başlanmıştır.

Kavramın geçirdiği bir sonraki aşama lojistikten Tedarik Zinciri Yönetimi' ne (TZY) geçiştir. Bu geçişin arkasındaki temel neden ise 1980'lerden sonra bilgi sistemleri ve iletişim teknolojisinde yaşanan hızlı gelişmedir. 1981 yılında ABD'de

telekomünikasyon sektörünün gelişmeye başlamasıyla birlikte bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanım hızı artmıştır. Nakliye sektörünün gelişmeye başlaması da aynı döneme rastlamaktadır. 1985 yılında giyim sektöründe Hızlı Yanıt (Quick Response – QR) kavramı ortaya çıkmış, bunu diğer sektörlerdeki hareketler takip etmiştir. Kurumlar arası bilgi ağlarının ve Elektronik Veri Değişimi'nin (Electronic Data Interchange- EDI) gelişimi ile beraber TZY' ne geçiş süreci başlamıştır.

TZY'nin gelişimini dört ana evrede incelemek mümkündür (La Londe, 1997).

I. Aşama 1960–1975 yılları arası

Bu aşamada endüstri devrimi ile birlikte ortaya çıkan seri üretim anlayışının etkileri sürmektedir. Japonya'da Edwar Deming'in önderliğinde üretimde toplam kalite yönetimi prensipleri uygulanmaktadır.

Üretim ve dağıtımda, tüm operasyonlarda İtme (Push) anlayışı egemendir. Üretim, dağıtım miktarları ve zamanları optimize edilirken kuruluş içi süreçlerin verimliliği ön planda tutulmakta ve müşteri ihtiyaçları geri planda kalabilmektedir. Hammadde, yarı mamul ve son mamul yönetimleri entegre olmayan aktiviteler halinde yürütülmektedir.

II. Aşama 1975–1980 yılları arası

Envanter ve üretim maliyetlerini düşürebilmek ve müşteri taleplerindeki değişkenliği daha iyi yönetebilmek için ilk olarak Japonya'da uygulanan müşteri odaklı üretim felsefeleri (Tam Zamanında Üretim– Just-in-Time Manufacturing (JIT)) ön plana çıkmaya başlamıştır. Pazarlama tekniklerinde son kullanıcının hedef alınmaya başlamasıyla, önceki aşamada söz konusu olan “İtme” (Push) döneminden, müşterinin tüketim bilgisine dayanan “Çekme” (Pull) üretim dönemine geçilmiştir. Toplam kalite yönetimi uygulamaları ABD'de gündeme gelmiş ve kuruluş genelinde kalite odaklı takım çalışmaları ve kurum içindeki operasyonların entegrasyonu önem kazanmıştır. Ayrıca bu aşamada bilgi teknolojileri, malzeme ve bilgi akışının yönetiminde kullanılmaya başlanmıştır.

III. Aşama 80'li yılların bitiminden 90'lı yılların sonuna

Fonksiyonel bazlı yapıdan, yeniden yapılandırma (Reengineering) projeleriyle süreç bazlı yapıya geçiş ile verimlilik, rekabet gücü gibi konularda elde edilebilecek kazanımlar gündeme gelmiştir. Önemli verimlilik artışlarının, ancak

kurum içi ve kurumlar arasındaki ilişkilerin, bilgi ve malzeme akışlarının etkin ve verimli bir şekilde yönetimiyle mümkün olacağı anlaşılmıştır. Bu nedenle, tedarik zincirlerindeki verimsizliklerin, şirket aktiflerinin verimsiz kullanımına yol açtığını gören üreticiler, aktiflerini daha iyi kullanabilme dolayısıyla müşteriye daha iyi hizmet verebilme amacıyla kurum içinden başlayarak tedarik zincirindeki tüm süreçleri entegre bir yapı haline getirip, faaliyetlerini bu şekilde yönetmeye çalışmışlardır. Bu dönemde bilgi sistemlerinin önemi iyice artmaya başlamıştır.

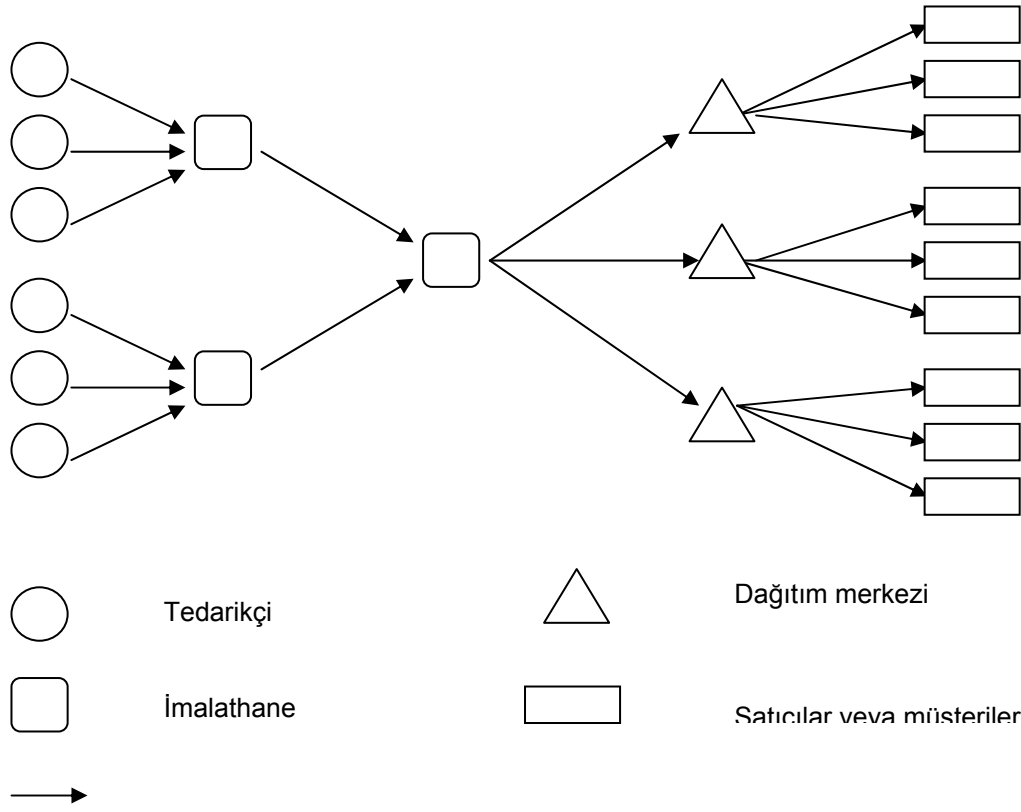
IV. Aşama 90'lı yılların sonlarından günümüze

İş ortamında İnternet kullanımını yaygınlaşması ve dijital pazarların kurulumuyla değer katma fırsatları ortaya çıkmaktadır. Bu fırsatların değerlendirilmesi ancak TZY'nin etkin ve verimli bir şekilde uygulanmasıyla mümkün olmaktadır. Şirketler rekabetçi avantaja, tedarik zinciri entegrasyonu ile sahip olmaktadır. Dolayısıyla, tedarik zincirini iyi yöneten taraf, kazanan taraf haline gelmiştir.

2.2. Tedarik Zinciri

Genel olarak tedarik zinciri, hammaddelerin siparişi ve temin edilmesinden, mamullerin üretilmesine ve müşteriye dağıtım ve ulaştırılmasına kadar uzanan bir faaliyetler dizisi şeklinde tanımlanır.

Tedarik zinciri yapı olarak satılacak mal için gerekli satın alma ve elde etme ile başlar. Ardından, satışların desteklenmesi amacıyla envanter yönetimi ve depo yönetimine yönelir. Ürünlerin müşterilere teslimatıyla son bulur. Tedarik zincirinde malzemeler hammadde kaynaklarından, bu hammaddeleri yarı mamullere dönüştüren bir üretim seviyesine geçer. Bu yarı mamuller daha sonra tamamlanmış ürünleri meydana getirmek üzere bir sonraki seviyede birleştirilecektir. Elde edilen ürünler dağıtım merkezlerine ve buralardan da satıcılar ve müşterilere aktarılır.



Şekil 2.1. Tedarik Zinciri (Teigen, 1997)

Tedarik zincirini Şekil 2.2'deki gibi hammaddenin mamule dönüşmesi, müşteriye ulaştırılması ve son kullanıcılar tarafından tüketilmesi aşamalarını kapsayan fiziksel ve bilgi akışının tamamı olarak da tanımlanabilir. Tedarik zincirinde ürün akışı, hammadde kaynakları, imalatçı, dağıtıcılar, tüketiciler vs. arasında, her iki yönde de akan arz talep işlem bilgisi tarafından denetlenmektedir.

Şekil 2.2. Tedarik Zinciri Çevirimi¹

Tedarik zincirinin temel faydası, firmanın tüm aktivitelerini içerecek şekilde planlama yapılabilmesi ve bu planın zaman içinde ayarlanarak sonuçların optimize edilmesidir. Ancak bunu yapabilmeyen ön koşulu, ayrı süreçlerin verilerini birleştirebilen bir altyapının olmasıdır.

2.3. Tedarik Zinciri Yönetimi

TZY; ürün, bilgi ve hizmet akışının, başlangıç noktasından tüketildiği son noktaya ulaşıncaya değin tedarik zinciri içerisindeki hareketliliğin etkin ve verimli bir şekilde planlanması, depolanması ve taşınması hizmetidir.

¹ www.balnak.com.tr/tedarikzinciriyonetimi.htm

Birden fazla şirketi kapsayan TZY'nin yapısı, şirketlerin tek bir şirket gibi davranarak kaynakların ortak kullanımı sayesinde bir sinerji yaratmayı hedeflemektedir. TZY bir araç değil bir felsefedir. TZY ile müşteri istekleri daha kısa sürede ve istenilen şekilde yerine getirilir ve maliyetler, değer katmayan faaliyetler ve gerekli olmayan malzemelerin elimine edilmesiyle azaltılır. Sonuçta; etkin bir TZY, stokların azaltılmasına, daha düşük operasyonel maliyetlere, ürünlerin uygun zamanda müşterilere ulaştırılması sonucunda müşteri tatmininin artmasına yol açar.

TZY kavramı genellikle lojistiğin genişletilmiş bir biçimi olarak algılansa da daha geniş bir kavramdır. İlk olarak 1982 yılında Booz-Allen&Hamilton tarafından kullanılan TZY kavramının göreceli olarak yeni olduğu söylenebilir. Bu ilk tanımla TZY, satınalma, üretim, dağıtım, satış ve pazarlama fonksiyonlarını kapsıyordu. Booz-Allen&Hamilton'ın tanımında tedarik zinciri stratejisi, üretim, stok ve üretim yeri kararları ile belirlenen hizmet ve maliyet hedeflerine ulaşılması için gerekli kaynakların belirlenmesi olarak tarif edilmiştir. Tedarik zinciri politika, kural ve prosedürleri ise bu yapıda müşteri gereksinimlerini karşılamak için kaynakları yönetmeyi içeriyordu.

1990'lara gelindiğinde ise; akademisyenler TZY kavramını "materyal ve bilgi akışını yönetmek" tanımının geleneksel yaklaşımlarla farklılıklarını açıklamak amacıyla kullanmışlardır. TZY; ileri teknoloji, enformasyon yönetimi ve yöneylem teknikleri kullanarak ürün ve hizmetlerin üretim ve teslimatının iyileştirilmesi ve müşteri memnuniyetinin artırılması için gerekli faktörleri planlama ve kontrol etmek olarak tanımlanabilir. TZY planlama ve kontrol aktivitelerinin yanısıra bilgi sisteminin de entegrasyonunu gerektirir.

TZY firmaların rekabet gücünü arttırmak ve bir organizasyon içerisinde imalat, lojistik ve malzeme yönetimi fonksiyonlarının koordinasyonunu geliştirmek için kendi tedarikçilerinin proseslerini, teknolojilerini ve yeteneklerini nasıl kullanacaklarına odaklanmaktadır (Lee ve Billington, 1992).

Lojistik Yönetimi Konseyi'ne göre TZY; müşteri gereksinimlerini karşılamak amacı ile hammaddelerin, süreçteki stokların nihai ürünlerin ve başlangıçtan

tüketime kadar ilişkili bilgilerin maliyet etkin akışının ve depolanmasının planlanması, uygulanması ve kontrolü sürecidir (Bakoğlu, Yılmaz, 2001).

TZY, değişimin ve yeniliğin sürekli yapılması gereken dinamik bir yapıya sahiptir. Tedarik Zinciri İşlemleri Referans Modeli (Supply Chain Operation Reference - SCOR) bu konuda işletmelere yol gösterici olmaktadır. Tedarik Zinciri Konseyi tarafından geliştirilen ve bir yönetim aracı olan bu model; planlama, kaynak, üretim, teslim ve geri dönüşler olmak üzere beş temel süreçten oluşur.

- Planlama Süreci; arz-talep dengesini gözeterek kaynak, hammadde, üretim ve teslim ihtiyaçlarını belirlemeyi içermektedir.
- Kaynak süreci, planlanan veya gerçekleşen talebi karşılamak için mal ve hizmetlerin temini işlerini kapsamaktadır.
- Yapma / Üretim süreci; planlanan veya gerçekleşen talebi karşılamak için üretimin işlemlerini kapsamaktadır.
- Teslim süreci; üretilen malın teslimine ilişkin sipariş, nakliye ve dağıtım yönetimini ilgilendiren işleri kapsamaktadır.
- Geri dönüş süreci; herhangi bir nedenle malların iadesi, müşterilerin ödemeleri gibi müşteri yanıt sistemi konularını içerir.

SCOR modelinde, müşteri talebinin karşılanmasının her bir aşamayla bağlantılı olan tüm faaliyetlerin tanımlanmasını içerir. Model, zincir ortağı işletmeler arasında paylaşılan standart bir yöntem olup, aynı zamanda gelişim-yerleşim ve tedarik zinciri yazılım uygulamalarını tamamlayıcı ortak bir model olarak kullanılabilir.

2.4. Tedarik Zinciri Tasarımı

Tedarik zinciri tasarımı kavramı üç temel alt başlıkta ele alınmıştır: Genişletilmiş Organizasyon Yapısı, Bilgi Paylaşım Yapısı ve Üretim Yönelimi.

Genişletilmiş Organizasyon Yapısı: Zinciri oluşturan diğer ortaklarında yapıya dahil edilemesidir. TZY, ürünün tasarımından, üretim ve satışına kadar tüm aşamalarda yer alan üretici, satıcı, müşteri, dağıtıcı ve bayi gibi kanalların genişletilmiş şirket çatısı altında birbirine bağlandığı ve müşterilerin almak isteyebileceği ürün ve servisin bu çatı altında oluşturduğu bir değer işbirliğidir.

Bilgi Paylaşım Yapısı: Her bir işletmenin kendi içerisinde ve zincir elemanlarıyla kuracağı iletişim düzeyi ve şekli, zincirin esnek ve değişimlere duyarlı bir yapıda olması çok önemlidir. Helferich 1983'te lojistik karar destek sistemi veri tabanının oluşturulmasına yönelik yaptığı çalışmasında bilgi paylaşım yapısını dört temel unsurla tanımlamıştır. Bilgi paylaşım yapısındaki unsurlar;

Temel Dosyalar: Satış-ürün/pazar (tarihsel ve tahmini), Taşıma-şekil/miktar/sınıf (nakliye özellikleri, oranlar/maliyetler, yükler), Stok-parça/bölge (stok seviyesi, maliyet faktörleri, hizmet seviyeleri), Üretim-parça/fabrika/hat (üretim seviyesi, maliyetler, kapasite), Depolama-parça/bölge (miktar, kapasite, maliyetler).

Kritik Faktörler: Planlama süresi , ürün karması, analiz kapsamı, sınırlamalar ve prensipler.

Politikalar/Parametreler: Stok politikası, üretim politikası, nakliye planları, hizmet seviyesi, stok tutma maliyeti.

Çözüm Dosyaları: Minimum maliyet, maksimum hizmet, iyimser satış, kötümser satış, maliyet değişimleri.

Üretim Yönelimi (Orientation): Üretim yönelimi, temelde üretimin stok için mi yoksa sipariş için mi yapılacağı noktasına odaklanmaktadır. Üretim yönelimi konusunda verilecek karar ürünün cinsine göre değişir. Bu şekilde üretimde itme-çekme stratejilerinin nasıl kullanılacağına karar verilir. İtme tipi sistemlerde; stok kontrolleri her bir aşama için ayrı ayrı yapılmak durumundadır. Yanlış bir talep tahmini, süreçte çok ciddi stok miktarlarının ortaya çıkmasına neden olacaktır. Buna sistemdeki belirsizliklere karşın elde tutulan güvenlik stokları da eklendiğinde stok tutma maliyeti çok ciddi boyutlara çıkmaktadır. İtme tipi sistemlerden sonra ortaya çıkan çekme tipi sistemle ise; üretim sürecinin müşterinin kabullenebileceği sürelerle indirilmesi gerektirmektedir. Bunun gerçekleştirilebilmesi ise, sistemin gereksiz faaliyetlerden ve israflardan tamamen arındırılmasına yani yalın olmasına bağlıdır (Bakoğlu, Yılmaz, 2001).

Stok sisteminde iki temel yaklaşım söz konusudur. İtme sisteminde kullanılan stokların düzeyi daha önceden belirlenen yeniden sipariş verme noktası (ReOrder Level-ROL) düzetine düştüğünde, yine daha önceden belirlenen Ekonomik Sipariş Miktarlarına (Economic Order Quantity-EOQ) göre sipariş verilir. Yeniden sipariş

verme miktarı, geçmişteki taleplere ve çevrim (termin) sürelerine bağlı olmaktadır. Çekme sisteminde ise; sipariş miktarları tümüyle tedarik zincirindeki değişmelere göre belirlenir. Çekme sisteminde ihtiyaca en kısa sürede cevap verebilme yeteneği önem kazanmaktadır. Mümkün olduğunca ihtiyaç duyulduğunda üretim yapılmaktadır.

2.5. Tedarik Zinciri Çeşitleri

Tedarik zincirleri; yalın tedarik zinciri (Lean Supply Chain – LSC), çevik tedarik zinciri (Agile Supply Chain - ASC) ve melez tedarik zinciri (Hybrid Supply Chain – HSC) olmak üzere 3 kategoride sınıflandırılabilir (Wang vd, 2003).

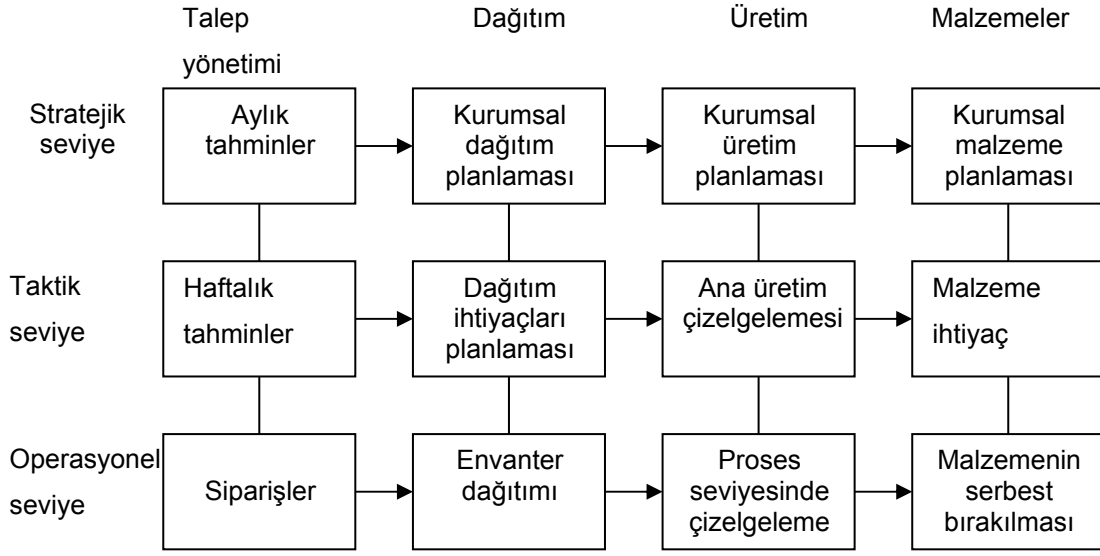
Yalın tedarik zincirinde talebin sabit olduğu veya çok doğru tahmin edildiği varsayımı yapılarak, zincirin boş olan veya değer katmayan işlerin elimine edilmesine odaklanmak için sürekli iyileştirmeyi kullanır. Az miktardaki üretimler için hazırlık süresinin indirgenmesine izin verir. Böylelikle maliyetin azaltılması, esnekliğin kazandırması ve müşteri ihtiyaçlarına cevap vermesi sağlanır .

Çevik tedarik zinciri ise; temelde tahmin edilemeyen pazar değişkenlerine cevap aramaya ve bu değişkenlerden faydalanmaya odaklanır. Ayrıca çevrim süresine esneklik kazandırmaya ve daha hızlı teslimatın yapılmasına yoğunlaşır. Yeni teknolojiler ve metotlar geliştirir, bilgi sistemlerini/tekniklerini ve veri değiştirme kolaylıklarından yararlanır, daha çok yönetim konularına ve insana odaklanır, tüm iş proseslerini bütünleştirir, tüm şirkete yenilikleri arttırır ve üretimi müşteri ihtiyaçlarına yönlendirir.

Yalın ve çevik tedarik zincirlerinin karışımı olan melez tedarik zinciri genelde siparişe göre üretimi benimser. Burada ürün talepleri oldukça doğru tahmin edilir. Zincir, final ürünün montajına kadar ürün farklılaşmasını erteleyerek müşteri ihtiyaçlarına cevap verilmesine yardım eder. Hem yalın hem de çevik zincir teknikleri üretim için kullanılır. Firma-Pazar arayüzü müşteri ihtiyaçlarını anlamak ve memnun etmek için yeniliklere uyum sağlayarak çevik olmalıdır. Ürün ömrünün farklı stratejilerinde farklı çeşitleri farklı tedarik zincirlerine ihtiyaç duyabilir.

2.6. TZY' nin Fonksiyonları

TZY fonksiyonları üç seviyede çalışmaktadır: Stratejik seviye, taktik seviye ve operasyonel seviye.



Şekil 2.3. TZY Fonksiyonları (Fox vd, 1993)

TZY fonksiyonları için stratejik seviyede üretimin nerede tahsis edileceği ve en iyi kaynak bulma stratejinin ne olacağı kararlaştırılır. Taktik seviyede tahmin yürütme, planlama, temin süresi kısa olan malzemelerin siparişi ve üretim ihtiyaçlarının karşılanması için fazla mesailerin çizelgelenip çizelgelenmeyeceği belirlenir. Operasyonel seviyede ise envanter dağıtımı, detaylı çizelgeleme ve bir makine bozulduğu zaman bir siparişin ne yapılacağına karar verilir.

Pazarda olduğu gibi, üretimin tabanı da dinamik bir yapıdadır. Planlanmamış olayların gerçekleşmesi çizelgelenmiş faaliyetlerden sapmalara yol açabilir. Üretim kontrol sisteminin, planlı bir üretim için, üretim hedeflerini optimize edecek yöntemlerle bu olaylara cevap vermesi gereklidir. Olaylar bazı durumlarda, söz konusu kısımda kontrol altında olmayan problemlere yol açabilir. Üretim kontrol sistemi, faaliyetlerini planlama, satış ve pazarlama gibi daha üst seviyelerdeki fonksiyonlarla koordine etmelidir (Fox vd, 1993).

2.7. Etkin Bir TZY' nin İşletmeler Açısından Önemi

Etkin bir TZY, işletmenin üretim ve pazarlamaya ilişkin faaliyetlerini olumlu yönde etkileyecek; daha fazla müşteri memnuniyeti, daha etkin ve verimli bir işletme olunmasını sağlayacak, daha düşük maliyetler ve daha yüksek kar ile birlikte istikrarlı büyümenin yolunu açacaktır.

TZY'nin etkin olması işletme açısından;

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

Etkin bir TZY' nin işletmeye sağladığı fayadalara ilişkin yapılan bir çalışmada, tedarik zinciri optimizasyonu ile işletmeye sağlanan katma değer Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 2.1. Tedarik Zinciri Optimizasyonunun İşletmeye Sağladığı Katma Değer (PRTM ISC Benchmark Study)

İyileşme Sağlanan Alanlar	Net Katkı (%)
Teslim Performansının İyileştirilmesi	15-28
Envanterin Azaltılması	25-60
Sipariş Karşılama Oranını İyileştirilmesi	20-30
Talep Tahmin Başarısı	25-80
Tedarik Çevrim Süresinin Kısaltılması	30-50
Lojistik Masraflarının Azaltılması	25-50
Verimlilik ve Kapasite Artışı	10-20

TZY' nin kritik başarı ölçütleri şunlardır:

Doğru ürün

Doğru miktar

Doğru zaman

Doğru yer

Yüksek esneklik

En az toplam maliyet

En kısa çevrim süresi

En az toplam stok düzeyi

TZY; sipariş yönetimi, üretim, depolama ve fiziksel dağıtım olanaklarını birlikte ele alır ve toplam maliyeti en az olan lojistik stratejileri, kaynak kullanımı ve organizasyon yapısına odaklanır.

2.8. Tedarikçi Seçiminin Önemi

İşletmeler geleneksel olarak pazarlama, planlama, üretim, satın alma, finans vb. fonksiyonları yürüten departmanlardan oluşmaktadır. Tedarik zinciri işletme için genel bir plan yarataran ve bu fonksiyonların bütünlüğünden oluşan bir stratejidir. Bir tedarik zinciri atölyelerde ürünün hammadde ve malzemelerden son ürün olarak müşterilere dağıtılmasını kapsayan bütünleşik bir departmandır.

Birçok endüstriyel firmada hammadde ve malzeme maliyeti sayılabilir toplam satın alma maliyetinin %70'ine ulaşabilmiş durumdadır. Bu da satın almanın ve tedarikçi seçiminin firmanın faaliyetleri arasında ne kadar önemli olduğunu göstermiştir. Satın alma firmanın ana ürünü elde etmesi için gerekli hammadde ve malzemenin tedarikini gerçekleştirir. Aktiviteleri arasında tedarikçi seçimi, tedarikçi performanslarını değerlendirme, görüşmelerin yürütülmesi, fiyatların, kalitelerin ve hizmetlerin karşılaştırılması, kaynakların tedarik edilmesi, satın alma sürelerini ayarlanması, fiyat, talep, hizmet gibi değişkenlerin tahmin edilmesi yer almaktadır. Satın alma departmanı diğer departmanlar arasında kilit rol oynamaktadır.

Sınırlı sayıda tedarikçi ile çalışmanın riskli olduğu gibi çok fazla sayıda tedarikçi ile çalışmak her zaman önerilen bir durum değildir. Tedarikçi seçimi çok

kriterli bir problemdir ve firmalar sayılabilir ve sayılamayan faktörleri göz önünde bulundurarak optimum sayıda tedarikçi seçmek durumundadırlar.

Artan rekabet, müşteri ihtiyaçlarını zamanında ve hatasız bir şekilde, yeni ürünlerle ve servislerle karşılamak, buna paralel olarak da yeni tedarikçilerle işbirliği yapma zorunluluğu TZY'nin önemini arttırmıştır.

Tedarikçi değerlendirme ve seçimi, günümüzün rekabetçi iş dünyasında en kritik faaliyetlerden biri haline gelmiştir. Yanlış tedarikçi seçimi alıcı işletmeler için önemli finansal ve operasyonel kayıplara neden olacaktır. Tedarikçi sadece bir faaliyeti yapmakla kalmamalı, aynı zamanda işletmenin amaçlarını, hedeflerini, misyon ve kültürünü de anlayabilmelidir. Bu niteliklere ilave olarak tedarikçi, teknolojik yenilikleri, müşteri tatmini ve kaliteyi geliştirmeyi sağlayacak taahhütlerde bulunmalıdır.

Faris vd, 1967'de yaptıkları çalışmada satın alma durumunu 3 sınıfa ayırmışlardır. Buna göre firmalar çok yeni kararlar alabilirler, satınalma sürecinde biraz değişikliğe gidebilirler veya tamamiyle çok olağan bir şekilde bu süreçlerini gerçekleştirebilirler (De Boer vd, 2001).

Tablo 2.2. Satın Alma Durumlarının Sınıflandırılması

Yeni İş Durumu	Tamamiyle yeni ürün/hizmet, hiç denenmemiş çalışma
	Bilinmeyen tedarikçiler
	Şartnameye göre belirsizliğin çok yüksek seviyede olması
	Problemin çok büyük ve grup kararı gerektirmesi
Satınalmada değişiklik	Yeni ürün/hizmet bilinen bir tedarikçiden alınabilir
	Yeni tedarikçilerden mevcut (az değişikliğe sahip) ürünlerin alınması
	Şartname biraz belirsizliğinin olması
	Düşük önemde problemin söz konusu olması
Satınalma koşullarının tam olarak karşılanması	Şartname ve tedarikçiler hakkında eksiksiz bilgiye sahip olunması
	Mevcut kontratlar ve anlaşmalarla siparişin alınması

Tedarikçi seçiminin bu kadar önem kazanmasından dolayı yöneylem araştırması karar vericiye yardımcı olmak amacıyla bir dizi yöntem ve teknik sunmaktadır. Tedarikçi seçiminde kullanılacak yöntem problemin yapısına göre şu şekilde belirlenir;

1. Çoklu kriterlerle karar verme durumları (birkaç kriter temelinde bir grup alternatif arasından sistematik bir değerlendirmenin yapılması) söz konusu olabilir,
2. Problem yapılandırma yaklaşımları (problemin yapısına uygun algoritmaların geliştirilmesi)
3. Matematiksel programlama (örneğin maliyet fonksiyonlarını minimize edecek optimal çözümlerin bulunması),

4. Veri madenciliği (geçmişteki genel duruma bakılarak gelecek hakkında analiz yapmak) ,

Yöneylem araştırması modelleri satın alma kararlarının etkinliğini;

- “Doğru problemin” çözümünde karar vericiyeyardım ederek
- Satın alma kararı verilirken çok sayıda ve alakalı alternatif kriterleri dikkate alarak
- Soyut faktörlerin yer aldığı karar verme durumlarında daha belirgin modeller kurarak arttırılmasında yardımcı olur. (De Boer vd, 2001)

Tedarikçi seçiminde iki önemli konu öne çıkmaktadır. İlki karşılaştırma kriterleri, diğeri ise tedarikçileri karşılaştırma metodu. Literatüre bakıldığında Dickson'nın 1966' da 49 makaleyi inceleyerek tedarikçi seçim kriterleri üzerine yaptığı çalışma bugüne kadar bu konuda yapılan birçok çalışmaya temel teşkil etmektedir. Weber ve arkadaşlarının 1991'de 74 makaleyi inceleyerek yaptıkları ve tedarikçi seçimi için kullanılan metotları belirttikleri çalışmaları da yine bu konuda bir yapı taşı oluşturmaktadır. Tedarikçi seçimi üzerine yapılan bu iki analiz 1960'tan bu yana tedarikçi seçimi üzerine bir çok akademisyen ve satın alma pratisyenin dikkatini çekmiştir. Dickson' nın yaptığı bu çalışma son dönemdeki araştırmaları bile derinden etkileyebilmektedir. Weber ve arkadaşları 1991' de 1966 yapılan bu çalışmayı genişleterek 74 makaleyle ilgili sınıflandırmalar yapmışlardır.

2.9. Tedarikçi Seçim Süreci

İşletmeler için yeni bir ürün veya ürün bileşeni için yeni bir tedarikçi ile çalışmaya ihtiyaç duyulabileceği gibi, mevcut bir tedarikçi değiştirme durmu da söz konusu olabilir. İşletmeler öncelikle bir tedarikçiyi seçerken kendisi için nelerin önemli olduğun belirlemelidir. Tedarikçi seçim süreci için;

1. Tedarikçi seçim amacının belirlenmesi,
2. Potansiyel tedarikçilerin belirlenmesi,
3. Kriterlerin tanımlanması,
4. Uygun tedarikçilerin ön-değerlendirilmesi,
5. Son seçimin yapılması.

Tedarikçi seçim sürecinin başlangıç aşamasında dikkate alınan hammadde ve malzemelerin nasıl, ne kadar, ne zaman tedarik edilmesi gerektiğine karar verilmesi gerekmektedir. Firmaların stratejik seviyede verdiği bu kararların ardından bir sonraki aşama potansiyel tedarikçilerin belirlenmesidir. Potansiyel tedarikçiler çalışılan ve/veya çalışılabilecek tedarikçilerdir. Firmalar çoğu zaman birden fazla ürünü aynı tedarikçiden almak isterler. Bunun yanı sıra tedarikçilerin tanıdık olmasına özen gösterirler. Çünkü tedarikçilerin firma hedefleri doğrultusunda hareket etmeleri, firma teknolojisini ve stok durumunu takip etmeleri iyi bir işbirliği açısından çok önemlidir.

Potansiyel tedarikçi havuzu oluşturulduktan sonra, tüm tedarikçiler arasından yapılacak bir ön seçimle daha az sayıda en uygun tedarikçilerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu süreç bir ya da daha fazla adımdan oluşabilir. İlk adımda çalışılabilir tedarikçi kümesinin belirlenmesine çalışılır. Diğer adımlarda ise; kümedeki tedarikçi sayısını azaltacak şekilde kıstaslar konur veya değerlendirmeler yapılır. Literatürde tedarikçileri ön elemeyen geçirmek amacıyla kullanılan metotlar aşağıda verildiği gibidir (De Boer, vd 2001).

2.9.1. Ön Seçimde Kullanılan Seçim Yöntemleri

I. Kategoriksel Metotlar (Categorical Methods)

Temelde kategoriksel metotlar niteliksel metotlar olarak da adlandırılabilir. Geçmiş veriler ve satın alma tecrübesi ya da tanıdık tedarikçiler bir grup kriter sonucu kazanılır. Değerlendirmeler tedarikçilerin performansının pozitif, nötr veya negatif olarak kategorize edilmesiyle yapılır. Kullanılan en eski metotlardan biridir.

II. Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis-VZA)

VZA, farklı ölçü birimlerine sahip birden fazla girdi ve çıktının birden fazla karar birimi için karşılaştırma yapmayı güçleştirdiği durumlarda karar birimlerinin birbirlerine göre görece etkinliğini değerlendiren matematiksel programlama tabanlı bir tekniktir. VZA farklı ölçü birimlerine sahip birden fazla girdi ve çıktıyı kullanmasından ötürü parametrik olmayan bir metottur. Burada alternatifler girdi ve çıktı kriterlerine göre değerlendirilirler. Bir tedarikçinin etkinliği çıktıların toplam

ağırlığının girdilerinin toplam ağırlığına oranlanması ile elde edilir. Her tedarikçi için VZA en uygun ağırlık sınıfını bulur, bu ağırlık sınıfı herhangi bir tedarikçinin diğerinden üstünlüğünü göstermeksizin tedarikçilerin etkinliğini maksimize eder. VZA karar vericiye etkin olan ve etkin olmayan tedarikçilerin yer aldığı iki kategori sunar.

İlk olarak Weber ve Ellram 1992’de tedarikçi seçimi amacıyla VZA kullanmışlardır. Yine Talluri ve Baker (2001), D. Ross ve Droge (2003), Narasimhan ve Talluri (2002) çalışmalarında VZA kullanarak tedarikçilerin etkinliklerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmalarda genel olarak VZA ile birlikte Çapraz Etkiler Metodu’nu (Cross-Efficiency Analysis - CEM) kullanarak tedarikçi seçimini gerçekleştirmişlerdir. Yapılan anket sonucunda VZA’da girdi olarak kalite uygulamaları, mali dökümantasyon, üretim kapasitesi, tasarım ve geliştirme çalışmaları ile fiyat indirim kapasitesi ele alınırken çıktı olarak kalite, fiyat, teslimat süresi ve fiyat indirim performanslarını göz önünde bulundurmışlardır. Çok sayıdaki tedarikçi için kurulan VZA modeli sonucunda belli sayıda tedarikçinin etkin olduğu görülmüştür. Bu çalışmaların bir sonraki aşaması CEM ile etkin olan tedarikçiler arasında en etkili olan tedarikçilerin belirlenmesidir. Bu çalışmaların sonucunda etkin olan ve etkin olmayan tedarikçiler belirlenmektedir. Ayrıca etkin olmayan tedarikçilerin etkin duruma gelebilmek için zayıf durumdaki girdi ve/veya çıktılarında ne kadarlık bir iyileştirme gerçekleştirmeleri de elde edilebilmektedir. VZA birçok açıdan avantaj sağlamasına karşın güncelleme açısından zaman alıcı durumdadır. VZA’nın zayıf ve güçlü yönleri aşağıda belirtilmektedir.

VZA’yı Güçlü Yapan Bazı Özellikler

- VZA, çok girdi ve çok çıktıyı işleyecek yeteneindedir.
- VZA, doğrusal form dışında girdi ve çıktıları ilişkilendiren bir fonksiyonel forma ihtiyaç duymaz.
- VZA ile etkinlikleri hesaplanan karar birimleri görece olarak tam etkinliğe sahip olanlarla kıyaslanır.
- Girdiler ve çıktılar çok farklı birimlere sahip olabilirler. Bu durumda, onları aynı biçimde ölçebilmek için çeşitli varsayımlar kullanmaya, dönüşümler yapmaya gerek yoktur.

VZA'yı Zayıf Kılan Bazı Unsurlar

- VZA, uç nokta tekniği olarak değerlendirdiği için, ölçüm hatasına karşı çok duyarlıdır.
- VZA, karar birimlerinin performansını ölçmek açısından yeterlidir, fakat bu değerlendirmenin mutlak etkinlik bazındaki yorumu ile ilgili ipucu vermez.
- VZA, parametrik olmayan bir teknik olduğu için, sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanması zordur.
- VZA, statik bir analiz şeklidir, tek bir dönemdeki karar birimi verileri arasında bir kesit analizi yapar.
- Her karar birimi için ayrı bir doğrusal programlama modelinin çözümü gerektirdiğinden, büyük boyutlu problemlerin VZA ile çözümü, hesaplama açısından zaman alıcı olabilir.

III. Kümeleme Analizi (Cluster Analysis-CA)

Temelinde istatistik olan bir metottur. Bu metot çok sayıda ve farklı özellikte elemanın yer aldığı gruplar için bir sınıflandırma (kategoriksel) algoritma kullanır. Analiz çok sayıdaki alternatif arasından aynı karakteristiklere sahip olanların bir arada bulunmasını gerektirir. Aynı özellikte elemanların bir arada bulunduğu ve küme olarak adlandırılan bu grupların kendi içindeki farklılaşma azken kümeler arası farklılık çoktur. Kümeleme Analizi birkaç kriter temelinde bir grup içindeki tedarikçileri karşılaştırmak için kullanılabilir. Bu sonuç karşılaştırılan küme içindeki tedarikçiler için bir sınıflandırmadır.

Tedarikçi seçimi amacıyla 1998’ de Holt Kümeleme Analizi’ni kullanmıştır. Çalışmasında 19 tedarikçiyi 8 kritere göre değerlendirmiştir. Tedarikçiler iki kümeye ayrıştırılıp her bir kriter için küme içi ve kümeler arası hata kareleri toplamı ile ANOVA tablosu oluşturulur ve kriterlerin alternatifler üzerine etkileri araştırılmıştır. Aynı zamanda ANOVA tablosu ile hangi kümenin daha etkin olduğu görülebilir.

IV. Olay Tabanlı Çıkarsam Sistemleri (Case-Based Reasoning-CBR):

CBR sistemleri Yapay Zeka yaklaşımı kategorisinde yer alır. Geçmişte yaşanmış veya yaşanmakta olan bir olayın verilecek kararlar için kullanılmasıdır. Başarılı olması için gözlemci olay hakkında önceden fikir sahibi olmalı ve konuya yeterince kontsantr olmalıdır.

Örneğin, gök kuşağına bakan bir kimse, eğer ışık teorisi ile ilgili bir parça bilgiye sahip değilse gördüğü değişik renklerin ne anlama geldiğini bilemez, olayı yorumlayamaz. Oysa bir fizikçi, bu olayın, güneş ışığının değişik dalga boylarına göre değişen, farklı kırılma indislerinden kaynaklanan bir renk ayrışması olduğunu, biraz düşününce anlayabilir. Laboratuarda prizma kullanarak, aynı olayı yapay olarak tekrar gerçekleştirebilir. Dolayısıyla CBR, tanımla başlar ve çıktı olarak yaşanmış olaylardan birini veya benzerini verir ve yeni problemleri çözer (Tuzcuoğlu, 2003).

CBR bir çevrim süreci olarak aşağıdaki 4 adımla tanımlanabilir;

1. İhtiyaçlara göre tanımlanmış olay kümesinden en benzer durum belirlemek,
2. Problemin çözümü için olayları yeniden kullanmak, senaryolar geliştirmek,
3. Gerekirse olayları çözüme uygun olarak düzenlemek,
4. Yeni olay gelecekte veri tabanında kullanılmak üzere kaydetmek (Choy vd, 2002).

CBR 'da karşılaşılan sorunlar;

- Problemleri çözmek için geçmiş tecrübeler kullanılırken, CBR geçmiş tecrübelerin başarılı olup olmadığını belirlemede oldukça zorlanır.
- Ayrıca, yeni olayların eklenmesiyle olay açıklayarak, çok fazla olay içinde olay açıklama söz konusu olabilir.
- Olay adaptasyonu, değişik kurallar deneyerek çok kompleks bir proses olabilir (Choy vd, 2002).

Tedarikçi seçimi amacıyla Choy vd. (2003), Chang ve Lee (2004) CBR metodunu kullanmışlardır. Choy vd. (2003) çalışmaları birkaç modülden oluşmaktadır. Tedarikçileri teknik kapasiteleri, kalite verileri ve organizasyon yapılarına göre listelemişlerdir. CBR modülü tedarikçi seçim sürecinde müşteri ihtiyaçlarına göre tedarikçilerin web sitelerinden oluşturulan linkler ile bu bilgileri toplamaktadır. Tedarikçi bilgileri tedarikçi seçim süresi sırasında, tüm tedarikçi listesi bir olay formatına dönüştürülür. Oluşturulan başka bir modül, toplanan verileri değerlendirmede ve karşılaştırmada kullanılmaktadır. Yapılan değerlendirmeler kaydedilir. Yeni bir tedarikçi söz konusu olduğunda, geçmiş tecrübelerden tedarikçi özellikleri yeni tedarikçi özellikleri ile karşılaştırılır. Amaca uygun olarak en iyi tecrübeye sahip tedarikçi seçilir.

2.9.2. Son Aşama Seçim Yöntemleri

Tedarikçi seçiminin son aşaması için çok sayıda karar verme modeli mevcuttur. Literatüre bakıldığında bu modeller;

- Lineer Ağırlıklandırma Modelleri (Linear Weighting Models),
- Sahip olunan Toplam Maliyet Modelleri (Total Cost Of Ownership Models- TCO)
- Matematiksel Programlama Modelleri (Mathematical Programming Models)
- İstatistiksel Modeller (Statistical Models)
- Yapay Zeka Tabanlı Modeller (Artificial Intelligence –AI- Based Models)
- olmak üzere 5 kategoride toplanmaktadır (De Boer vd, 2001).

I. Lineer Ağırlıklandırma Modelleri

Lineer ağırlıklandırma modellerinde ağırlıklar kriterlere verilir. En büyük ağırlık en yüksek önemi gösterir. Lineer ağırlıklandırma modellerinin temelinde karşılaştırma kavramı vardır. Bir karşılaştırmada bir kriter için yüksek oranın başka bir kriter için düşük oranına karşılık gelebilir. Aşağıda literatürde lineer ağırlıklandırma modeli olarak gösterilen bazı metotlara ilişkin bilgiler sunulmaktadır.

Outranking metotları: İlk olarak 1968’de Roy tarafından geliştirilmiştir. temelinde yine alternatiflerin ikili olarak karşılaştırılması yer alır. Bu metotlar literatürde tedarikçi seçiminde sık kullanılmamakla birlikte yaygın Outranking Metotları, ELECTRE, PROMETHEE ve ORESTE’dir. ELECTRE I geliştirilen ilk Outranking Metodları’dır.

Outranking Metotlarının genel olarak söz etmek için farzedelim ki, alternatiflerin tanımlandığı bir A kümesi ve n adet kriterin tanımlandığı G kümesi olsun. Alternatifler a, b, c, ..., kriterler g_j , j. inci kriter olmak üzere $j=1,2,3,...n$ kadar olan kriter sayısını gösterebilir. Burada $g_j(a)$ j. kriter için a alternatifinin skoru olsun. Bir outranking ilişkisi A kümesi üzerine tanımlanmış ikili bir S ilişkisidir. aSb (a outrank b) şeklinde gösterilir. Eğer karar vericinin elinde yeterince bilgi yoksa böyle bir outranking ilişkisi a en az b kadar iyidir şeklinde tanımlanır. Bu şekilde yeterince bilgi sahibi olunamayan durumlarda alternatiflerin kriterlere göre toplam puanları için veya birbirlerine göre üstünlüklerini belirlemek için göreceli önemlerine bakılır.

Bu nedenle j. kriterin k_j ağırlığı belirlenir. Bu ağırlıklar literatürde geliştirilen birkaç yolla bulunabilir (De Boer vd, 1998).

Electre I metodunu ve Outranking Metotları'nın genel yapılarını daha iyi anlamak için De Boer vd, 1998'de yaptıkları çalışmanın hipotetik verilerini kullanalım. Kullanılan veriler Tablo 2.3'te yer almaktadır. Tablo 2.3'te de görüldüğü üzere 5 tedarikçi ve 4 değerlendirme kriteri söz konusudur. Örneğimizde firmanın; tedarikçilerin işlem hacminin 9,5 milyon dolar civarında olması, mümkün olduğunca yakın, minimum maliyet ve maksimum kalite şeklinde beklentileri bulunmaktadır.

Tablo 2.3. Tedarikçiler ve Kriterlere İlişkin Verileri

Tedarikçiler/ Kriterler	Tedarikçi a	Tedarikçi b	Tedarikçi c	Tedarikçi d	Tedarikçi e
İşlem Hacmi (milyon dolar)	7,5	8	11	9	8
Uzaklık(km)	50	500	900	200	550
Maliyet (\$)	20	15	18	25	11
Kalite	İyi	Çok İyi	Orta	Orta	Kötü

Tedarikçi seçimi yapılmadan önce değerlendirme kriterlerinin önem durumlarına göre ağırlıklandırılmaları gerekmektedir. Bu ağırlıklandırma şirket durumuna göre subjektif olarak yapılabilceği gibi bir ağırlıklandırma metodu da kullanılabilir. Burada yapılan subjektif değerlendirmede kriterlere verilen puanlar Tablo 2.4'te görülmektedir.

Tablo 2.4. Kriterler İçin Ağırlıklar

Kriterler	İşlem hacmi (g ₁)	Uzaklık (g ₂)	Maliyet (g ₃)	Kalite (g ₄)
Ağırlıklar	0,20	0,15	0,30	0,35

Kriter ağırlıkları belirlendikten sonraki aşama tedarikçileri ikili olarak herbir kriter temelinde karşılaştırmaktır. c ve e tedarikçilerini kriterler temelinde karşılaştırdığımızda; c tedarikçisinin kalite açısından e tedarikçisinden daha iyi

olduğu, e tedarikçisinin ise uzaklık ve maliyet kriterleri açısından c tedarikçisine göre avantajlı olduğu görülmektedir. Her iki tedarikçinin işlem hacmi açısından firmanın istediği 9,5 milyon doların 1,5 milyon dolar altında ve üstünde değerlere sahip olduğunu görüyoruz. Buradan şunu çıkarabiliriz; kalite açısından *c outranks e*, uzaklık ve maliyet açısından ise *e outranks c* diyebiliriz. İşlem hacmi içinse iki tedarikçi birbirine istenilen işlem hacmi düzeyine (9,5 milyon dolar) eşit mesafede olduğu için birbirlerine üstünlük sağlayamamışlardır ve bu nedenle *c outranks e* en az *e outranks c* kadar iyi değerlendirmesini yapabiliriz. Bu değerlendirmelerden hareketle c ve e tedarikçileri arasındaki uyumluluk değerleri $conc(c,e)$ ve $conc(e,c)$ aşağıda görülmektedir. İki tedarikçi arasındaki ilişkiyi incelerken uyumluluk anlamına gelen “Concordance” ifadesinin kısaltması kullanılmaktadır.

$k_i = i$. kriter ağırlığı olmak üzere;

$$Conc(c,e) = k_1 + k_4 = 0,20 + 0,35 = 0,55 \quad Conc(e,c) = k_1 + k_2 + k_3 = 0,20 + 0,15 + 0,30 = 0,65$$

Tüm tedarikçiler için bu ikili karşılaştırmalar yapıldığında Tablo 2.5’te yer alan sonuçlar elde edilir.

Tablo 2.5. Tedarikçilerin Kriterler Bazındaki Uyumluluk Değerleri

	Tedarikçi a	Tedarikçi b	Tedarikçi c	Tedarikçi d	Tedarikçi e
Tedarikçi a	-	0,15	0,15	0,45	0,50
Tedarikçi b	0,85	-	1,0	0,65	0,70
Tedarikçi c	0,85	0,20	-	0,65	0,55
Tedarikçi d	0,55	0,35	0,70	-	0,70
Tedarikçi e	0,50	0,50	0,65	0,30	-

Tablo 2.5’ten şu sonuçlar çıkarılabilir;

b outranks a,c, e,d

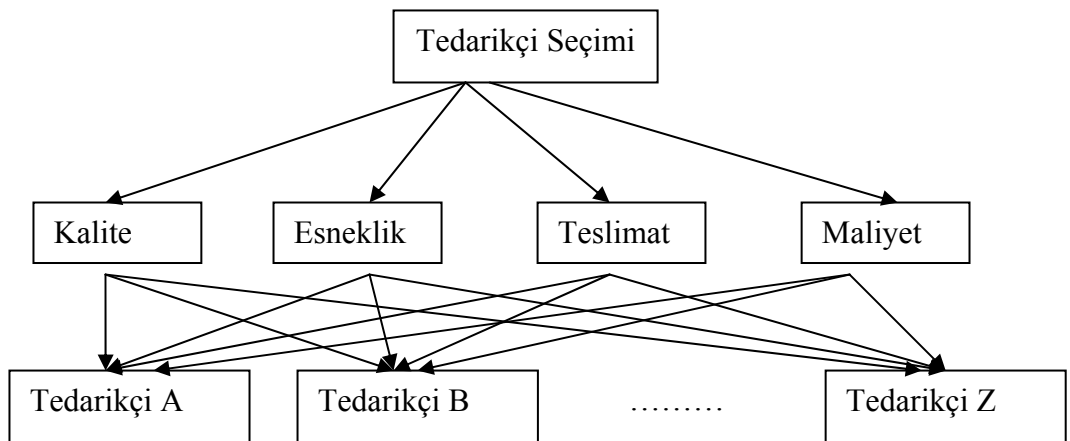
c outranks a

d outranks a,c,e

e outranks c

Burada en iyi tedarikçiler seçilirken tedarikçiler arasındaki göreceli önemin en az %80 ve bu şekilde bir değerden yüksek olması da istenebilir. Değerlendirme sonuçlarına bakıldığında b tedarikçisinin en uygun tedarikçi olduğu sonucuna varılır.

Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic Hierarchy Process-AHP) ve Analitik Network Prosesi (Analytical Network Process-ANP): Thomas Saaty tarafından geliştirilen bu yöntemler literatürde çok geniş olarak yer tutmakla beraber, modern çok kriterli karar verme tekniklerinin yapı taşını oluşturmaktadırlar. Öncelikle problem bir hiyerarşi şeklinde yapılandırılır. Hiyerarşinin çatısında en iyi seçim için değerlendirme kriterleri, izleyen aşamalarda bu kriterlere ait alt kriterler, en alt kademedede ise kriterlere göre değerlendirilecek alternatifler yer almaktadır. Metodolojinin başlangıç aşamasında, Saaty tarafında geliştirilen 1-9 skalası kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalar ile kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıkları belirlenir. Bir sonraki aşamada bu kriterler baz alınarak alternatifler arasında ikili karşılaştırma yapılır ve sonuçta herbir alternatifin toplam puanı/ağırlığı belirlenmiş olur. AHP ve ANP' nin sağladığı en önemli fayda nicel verilerin yanı sıra nitel verilerle de karşılaştıma yapmaya olanak sunmasıdır. ANP, AHP'nin daha kompleks bir versiyonu olup farklı olarak alternatifler arasında ikili karşılaştırma yapılırken kriterlerin ve alternatiflerin etkileşimine de bakılır. Şekil 2.4'te tedarikçi seçimi için 3 seviyeden oluşan bir hiyerarşi gösterilmektedir.



Şekil 2. 4. Tedarikçi Seçimi İçin Üç Seviyeden Oluşan Hiyerarşik Yapı

Tedarikçi seçim literatürüne bakıldığında, Ghodsypour ve O'Brien (1998), Nydick ve Hill (1992), Barbarosoğlu ve Yazgaç (1997), Narasimhan (1983), Korpela ve Lehmusvaara (1999), Sarkis ve Talluri (2004), Wang vd (2003), Min ve Melachrinoudis (1999), Liu ve Hai (2004) ve Lee vd (2001) AHP kullanarak tedarikçi seçimini gerçekleştirmişlerdir. Sarkis ve Talluri (2000) tedarikçi seçimi amacıyla çalışmalarında ANP' den yararlanmışlardır.

Bizde çalışmamızda, matematiksel modelde kullanmak amacıyla tedarikçilerin ağırlığını literatürde çok yaygın olarak kullanılan AHP ile belirledik. Çalışmamızın metot kısmında daha ayrıntılı olarak AHP ve ANP' ye değinilmiştir.

Conjoint(Bileşik) Analiz: Bileşik analiz ile bir bütün olarak tercih edilen bir ürünün hangi özelliklerinden dolayı tercih edildiği araştırılmakta, bu özelliklerin müşterilerin ürüne verdikleri toplam değere olan etkisi ölçülmektedir. Bu şekilde alternatiflerin işletme hedeflerine katabilecekleri katkıları belirlenir. Bir kriter için alternatifin katkısı, alternatifin ilgili kriter değerinin işletmenin istediği kriter değerine bölünmesi ile elde edilir.

Tedarikçi seçimi ile ilgili olarak Verma ve Pullman (1998) çalışmalarında temelinde Bileşik Analiz olan Kesikli Seçim Analizinden (Discrete Choice Analysis-DCA) faydalanmışlardır. DCA ekonomi, pazarlama ve diğer sayısal birimlerde kullanılan kompleks karar verme durumların da seçim amacıyla kullanılan etkili bir metodolojidir.

Çalışmalarının başlangıcında 139 yöneticiden ele aldıkları değerlendirme kriterlerini 1-5 skalasına göre değerlendirmelerini istemişlerdir. Yapılan değerlendirme sonucunda Tablo 2.6'daki sonuçlara ulaşmışlardır. Tablo 2.6'da da görüldüğü üzere kalite en yüksek öneme sahip kriter durumundadır.

Tablo 2.6. 1-5 Skalası İle Yapılan Değerlendirme Sonucunda Elde Edilen İstatistikler

Faktörler	Sıra	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Maliyet	3	3,96	4	0,922
Kalite	1	4,56	5	0,69
Teslimat çevrim süresi	4	3,87	4	0,9
Zamanında teslim performansı	2	4,14	4	0,91
Sipariş değiştirme esnekliği	5	3,22	3	1,08

Çalışmanın bir sonraki aşamasında; DCA kullanarak tedarikçilerin farklı kalite, teslimat, maliyet ve esneklik gibi kriter seviyeleri için deneysel tasarım geliştirmişlerdir. DCA tasarımı ve bağımsız değişkenler ve bunlar arasındaki etkileşimi tahmin etmek amacıyla 2⁵ kısmi faktör tasarımını kullanmışlardır. 2 tedarikçi için toplam 16 gözlem almışlardır. Faktörler ve tasarım kodları Tablo 2.7'de verilmektedir.

Tablo 2.7. Tedarikçi Özellikleri

Faktörler	Tasarım Kodu = -1	Tasarım Kodu = +1
Maliyet	Rakiplerinden düşük	Rakiplerinden yüksek
Kalite	Kalite std.larının altında	Kalite std.larının üstünde
Teslimat çevrim süresi	Rakiplerinden daha uzun	Rakiplerinden daha kısa
Zamanında teslim performansı	Bazen geç	Sürekli zamanında
Sipariş değiştirme esnekliği	Rakiplerinden düşük	Rakiplerinden yüksek

NTELOGIT program kullanılarak önce sadece ana etkilerden oluşturulduğu, ardından faktörler arasındaki etkileşiminde yer aldığı iki farklı regresyon denklemi elde edilmiştir. Regresyon denkleminin modelin açıklığını ifade etmek için kullanılan düzeltilmiş regresyon katsayılarına bakıldığında sadece ana etkiler kullanılarak oluşturulan denklemin modeli daha iyi yansıttığı sonucuna ulaşılmıştır. Buradan Tablo 2.8’de yer alan regresyon modelinin katsayılarına bakılarak da faktörlerin önem derecelerini bulmak mümkün olacaktır. Her bir kriterin etkisini gösteren β sütunundaki katsayıların mutlak değerlerine bakıldığında maliyetin en yüksek öneme sahip kriter olduğunu görülmektedir.

Tablo 2.8. Ana Etkilerle Kurulan Regresyon Modeli Ve Tahmin Edilen Parametreler

Değişkenler	β	Standart Hata	P olasılık değeri
Sabit katsayı	1,0895	0,1185	0,0000
Maliyet	-0,5771	0,1249	0,0000
Kalite	0,3838	0,1173	0,0011
Teslimat çevrim süresi	-0,2871	0,1157	0,0131
Zamanında teslim	0,4157	0,1184	0,0005
Sipariş esnekliği	0,0445	0,1136	0,6954

Buradan hareketle konjoint (bileşik) analizde sözü edilen alternatiflerin amaca katkılarını belirlemek için, farz edelim ki birinci tedarikçi çevrim süresi dışında diğer tüm kriterler açısından rakiplerine oranla daha düşük seviyede, ikinci tedarikçi ise sipariş esnekliği dışında rakiplerine oranla daha yüksek seviyede yer alsın. Bu nedenle tedarikçilerin amaca katkısı (V_i) kurulan regresyon modeli ile;

$$V_1 = 1,0895 + (-1) * (-0,5771) + (-1) * (+0,3838) + (+1) * (-0,2871) + (-1) * (+0,4157) + (-1) * (+0,0445) = 0,5355.$$

$$V_2 = 1,0895 + (+1) * (-0,5771) + (+1) * (+0,3838) + (+1) * (-0,2871) + (+1) * (+0,4157) + (-1) * (+0,0445) = 0,9803.$$

Alternatiflerin amaca katkılarının aşağıdaki gibi belirlendiği eşitlikte V_1 ve V_2 değerleri yerine yazıldığında tedarikçilerin işletme hedeflerine katkıları bulunacaktır.

$$P_{ij} = \frac{e^{uv_{ij}}}{\sum_{k=1, K} e^{uV_{kj}}}$$

$$P_c(1) = \frac{e^{0,5355}}{e^{0,5355} + e^{0,9803}} = 0,3906$$

$$P_c(2) = \frac{e^{0,9803}}{e^{0,5355} + e^{0,9803}} = 0,6094$$

Elde edilen sonuçlara göre ikinci tedarikçi işletme hedeflerine daha çok katkıda bulunacağı sonucuna varılmaktadır.

II. Sahip Olunan Toplam Maliyet Modelleri (Total Cost Of Ownership Models-TCO)

TCO temelinde satın alma süreci boyunca tedarikçi seçiminde sayılabilir tüm maliyetleri içeren bir yaklaşım yer almaktadır. Büyük işletmelerde maliyet hesaplama sistemi olarak kullanılır. Bu metot kalite, teslimat ve hizmet ile ilgili tüm maliyetleri toplar ve bu kalemlerin fayda ve zararı yüzde olarak açıklar. Tedarikçi seçimi için, işletmenin satın alma zincirindeki tüm faaliyetler ve maliyet kalemleri belirlenmelidir. Maliyetler farklı faaliyetlere dağıtılır ve faaliyet maliyetleri tedarikçilerin genel performansı belirlemek için kullanılır.

Ellram 1994'te ve Degraeve ve Roodhooft 1997'de tedarikçi seçimi amacıyla çalışmalarında TCO kullanmışlardır. Degraeve ve Roodhooft 1997'de ısıtma elektrodu üreten bir işletmenin satın alma prosesinin etkinliğinin iyileştirilmesine yönelik olarak çok periyotlu TCO temelli maliyetin minimize edilmeye çalışıldığı bir matematiksel model ortaya koymuşlardır. Ele alınan maliyet kalemleri tedarikçi maliyetleri, sipariş maliyetleri, özel maliyetler ve kurum-çalıştırma maliyetleri olmak üzere 4 hiyerarşide ele alınmışlardır. Bu maliyetler matematiksel modelin amaç fonksiyonunda ve kısıtlarına kullanılmışlardır. 3 tedarikçi ele alınmışlardır. Kurulan

matematiksel modelin Lingo paket programı yardımıyla çözümü sonucunda hangi tedarikçi ile çalışılması gerektiği sorusuna optimum yanıt aranmıştır.

III. Matematiksel Programlama Teknikleri

Matematiksel programlama teknikleri karar vericiye; çeşitli değişkenlerin farklı değerleri için maksimize ya da minimize yapıdaki matematiksel bir amaç fonksiyonunun terimlerinin yer aldığı karar problemi formüle etmesine izin verir. Tedarikçi seçiminde bir matematiksel optimizasyon modelinin amacı; tedarikçi kısıtları altında amaç fonksiyonunu maksimize/minimize etmek için bir ya da birkaç tedarikçi seçmektir. Amaç fonksiyonu tek kriterli (klasik optimizasyon modeli) ya da çok kriterli (hedef programlama ya da çok amaçlı programlama) olabilir (Lee vd, 2003).

VZA, lineer, non-lineer modeller, taşıma modelleri, hedef programlama örnek matematiksel programlama teknikleri arasında yer alır.

Tedarikçilerin ön seçimi sürecinde kullanılan yöntemlerden biri olarak daha önce bahsettiğimiz VZA final seçiminde de kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır.

Lineer ve nonlinear modelleri kullanarak tedarikçi seçimini gerçekleştiren uygulamalar çoğunlukla karşımıza çıkan modeller arasında yer almaktadır. Weber and Current (1993) tarafından sunulan toplam satın alma maliyetini, teslim süresini ve reddedilen ürün sayısını minimize etmeyi amaçlayan çok amaçlı tamsayılı programlama modeli bir tedarikçi seçimi uygulaması olarak yer almaktadır. Ghodspour ve O'Brien (2001) çalışmalarında ekonomik parti büyüklüğünden hareketle elde ettikleri maliyeti minimize etmeyi amaçlayan ve hangi tedarikçiden ne oranda malzeme alınmasına ilişkin bir karışık tamsayılı non-lineer matematiksel model kurmuşlardır. Modelin kısıtlarında, değerlendirmeye aldıkları 3 tedarikçinin satın alma, sipariş verme, ürün mükemmellik seviyesi (kalite alt seviyesi), zamanında teslimat ve kapasitelerine ilişkin veriler yer almaktadır. Kurulan model GİNO yardımı ile çözülmüş ve sonuçlara ilişkin duyarlılık analizi gerçekleştirmişlerdir. Crama ve arkadaşları 2003'te çok ürünlü bir kimya işletmesinin karşı karşıya kaldıkları satın alma süreci üzerine bir çalışma geliştirmişlerdir. Çalışmalarında alternatif ürün reçetelerini ve miktar iskontosunu içeren 0-1 tamsayılı bir model

geliştirmişlerdir. Modelin amaç fonksiyonunda toplam satın alma maliyeti minimize edilmeye çalışılmıştır.

Kumar ve arkadaşları 2004'te tedarikçi seçimine yönelik olarak bulanık bir hedef programlama uygulamışlardır. Çalışmalarında, bütçe, kapasite, teslimat süresi ve kalite açısından reddetme yüzdesinin yer aldığı kısıtlar altına; maliyetin, ürün reddinin ve teslimat süresinin minimize edilmeye çalışıldığı bulanık bir hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Hipotetik veriler kullanarak amaç fonksiyonunda bulanık hedefleri belirlemek için öncelikle; her bir hedef için modeli ayrı ayrı çözmüşlerdir ve buradan elde ettikleri sonuçları bulanık hedef modelde referans nokta kabul etmişlerdir.

IV. İstatistiksel Teknikler

Daha çok belirsizlik durumlarını indirgemek için kullanılır. Literatürde tedarikçi seçiminde istatistiksel tekniklerden karar destek sistemleri ve Monte Carlo Simülasyon'u kullanılarak faydalanılmıştır.

Simülasyon ile karar verici direkt ağırlıklandırma yapmaz ve performans puanları vermez. Çoğunlukla simülatörde kesikli olay simülasyonu en uygun tedarikçi belirlemek için kullanılır. Simülatör girdileri olarak, talep, stok kontrol politikaları, tedarikçi özellikleri ve sevkiyat bilgileri kullanılır. Simülasyon sonucunda işletmenin toplam stok maliyeti, toplam sipariş verme maliyeti, tedarikçilerin toplam taşıma maliyeti, ayrı ayrı taşıma maliyet yüzdeleri, toplam taşıma süresi yüzdeleri v.b. çıktılar elde edilebilir.

Ding ve arkadaşları 2003'te tedarikçi seçimi için genetik algoritma kullanarak bir simülasyon-optimizasyon yaklaşımı geliştirmişlerdir. Buradaki genetik algoritma tedarikçi seçimindeki mümkün olasılıkları sunan uygunluk fonksiyonu temellidir. Her konfigürasyon simülatör tarafından verilen performans indikatörlerine (toplam gecikme, taşıma, satınalma ve stok maliyetleri ve çevrim süresi gibi) göre değerlendirilir. Aday tedarikçilerin özellikleri simülatörün girdileri olarak ele alınarak en uygun tedarikçiler belirlenir.

Tracey and Tan (2001) çalışmalarında faktör analizini kullanarak tedarikçi seçim kriterleri arasındaki ilişkiyi ve müşteri memnuniyeti göstergeleri üzerine etkilerini incelemişlerdir.

V. Yapay Zeka Modelleri

Tedarikçi seçiminde kullanılan bir diğer yaklaşım bilgisayar destekli sistemlerdir. Uzman görüşleri ya da geçmiş verilerle veri elde edilir. Fakat yeni kararların verilmesi durumunda da kullanılabilir. Örnek teknikler, yapay sinir ağları, uzman sistemler ve CBR (Case-based reasoning-Olay tabanlı çıkarsam yöntemleri) Bunların dışında İnternet temelli teknikler geliştirilmiştir. Yapay Sinir Ağı gibi güçlü metotlar formülasyona ihtiyaç duymaz ayrıca Yapay Sinir Ağları karmaşık ve belirsiz durumlarda geleneksel metotlardan daha iyidir. Çünkü daha insani karar fonksiyonlarına göre tasarlanmıştır. Sistem kullanıcısı sadece şimdiki durumun örneğin kriterler temelinde tedarikçi performansının, özellikleri ile sinir ağını oluşturur.

Uzman sistemler, insan bilgisi ve tecrübelerine dayalı olan davranışların bir bilgisayar ortamına aktararak tasarlanmış sistemlerdeki karşılaşılan problemlere uzman bir kişinin gereksinimi olmaksızın çözümler arayan bilgi tabanlı sistemlerdir. Literatürde satın alma kararını değerlendirmek, yeni ürün geliştirme sürecine tedarikçileri dahil etmek, potansiyel tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçim için uzman sistemler kullanılmıştır. Öz ve Baykoç (2004), tedarik zinciri yönetiminde karar teorisi destekli uzman sistem tasarımını kullanarak tedarikçi seçim uygulanması gerçekleştirmişlerdir. Atar Software Ltd. tarafından geliştirilen XpertRule KBS ya da benzeri bir yazılım kullanarak tedarikçi seçim problemini, bir karar ağacı şeklinde modellemişlerdir.

Yapay zekâ modellerinde olan CBR yöntemi tedarikçilerin ön seçim sürecinde ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu yöntemler tedarikçi seçim sürecinin son aşamasında da kullanılabilir.

2.9.3. Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Değerlendirme Kriterleri

Tedarikçi seçim kriterleri için Dickson (1966) çalışmasında 23 kriter üzerinde durmuştur. Bu kriterler önem sıralarına göre Tablo 2.9'da gösterilmektedir. Dickson bu kriterler için 0-4 arasında puanlandırma yaparak önem dereceleri belirlemiştir. Önem derecesi belirlenirken 0 önemsiz, 4 son derece önemli durumu ifade etmektedir.

Tablo 2.9. Dickson (1966) tedarikçi seçim kriterleri

Sıra	Faktör	Önem Derecesi	Değerlendirme
1	Kalite	3.508	Son Derece Önemli
2	Teslimat	3.417	
3	Performans Geçmişi (Tecrübe)	2.998	
4	Garantiler / Sigorta Politikaları	2.849	Büyük Ölçüde Önemli
5	Üretim Faaliyetleri ve Kapasite	2.775	
6	Fiyat	2.758	
7	Teknik Kapasite	2.545	
8	Finansal Durum	2.514	
9	Prosedürlere Uyma	2.488	
10	İletişim sistemi	2.426	
11	Ünvanı ve Sektördeki Durumu	2.412	
12	İş Arzusu	2.256	
13	Yönetim ve Organizasyon	2.216	
14	Üretim Kontrolleri	2.211	
15	Satış Sonrası Hizmetler	2.187	

16	Davranış	2.120	Orta Derecede Önemli
17	Etki / İzlenim	2.054	
18	Ambalaj Yeteneği	2.009	
19	Geçmiş İş İlişkileri	2.003	
20	Coğrafi Durumu	1.872	
21	Geçmişte Yapılan İş Sayısı	1.597	
22	Eğitime, Gelişime Açıklık	1.537	
23	İkili Anlaşmalar	0.610	Düşük Derecede Önemli

1966' dan bu yana politik, ekonomik, sosyal ve teknolojik bir çok değişim olmuştur. Bu nedenle tedarikçi seçim konularının kapsamı da genişlemiş ve değişmiştir. Bu nedenle bu yönde yapılan çalışmaların yeniden incelenmesi gerekmektedir. Dickson' nın belirlediği kriterler bugün daha çok detaylandırılmıştır. Bu kriterler günümüzde yeni değerlendirme kriterleri ile ifade edilmektedir. Bugün tedarikçi seçimi için üç ana kriter ön plana çıkmaktadır. Fiyat, kalite ve teslimat. Fiyat en fazla öneme sahip olarak ve maliyet olarak algılanarak karşımıza çıkmaktadır. Maliyet ise, tasarım, tedarikçi, stok bulundurma, sipariş verme, teknoloji, satış sonrası hizmetler ve kalite maliyetleri olarak maliyet kalemlerine ayrılmış durumdadır. Dickson kaliteyi sürekli olarak kalite spesifikasyonları ile karşılaşma yeteneği olarak tanımlamıştı. Yeni gelişmelerle, kalite kavramına ISO 9000 standartları, kontrol, deneysel yaklaşımlar ilave edilmiştir.

Teslimat ise; çevrim süresi, teslimat kapasitesi, termin süresi, gönderilen ürün kalitesi olarak yeni kavramlarla desteklenmektedir. Bu üç kriterin dışında son dönemde meydana gelen değişikliklerle yeni kriterler de ön plana çıkmaktadır. Bunların başında ürün geliştirme, yeni ürün tasarımı, tasarım kapasitesi, esneklik, müşteri ihtiyaçlarına cevap verebilirlik, ana firma ve tedarikçileri arasındaki iletişim ve bilgi teknolojileri gelmektedir.

3. MATERYAL VE METOT**3. 1. Materyal**

Çalışmanın uygulanması, bölgemizde otomotiv sektöründe faaliyet gösteren ve üretiminin büyük kısmını Avrupa ve Kuzey Afrika ülkelerine ihraç eden bir işletmede gerçekleştirilmiştir.

Son 16 yıldır, tesislerinde otobüs, midibüs ve hafif kamyon üretimini sürdüren şirket, Türkiye pazarına yönelik olarak şehirlerarası yolcu otobüsü, küçük otobüs ve hafif kamyon üretimini gerçekleştirmektedir.

Ayrıca son yıllarda Avrupa pazarlarına yönelik, değişik marka/tepte motor ve yürüyen aksamla esnek üretim anlayışı doğrultusunda şehirlerarası otobüs ve midibüs üreterek ihracat yapmaya başlayan firma, dış pazarlara yönelik planlı çalışmalarını artırarak devam ettirmektedir.

Firma üretim ve satış faaliyetlerini ISO 9001-2000 Kalite ve Yönetim Sistemi çerçevesinde sürdürmektedir. Bununla birlikte TS 18001 OHSAS İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Belgesini, otomotiv sektöründe TSE (Türk Standartları Enstitüsü)'den alan ilk firma olmaya hak kazanmıştır.

3.1.1. Firmanın Tedarikçi Değerlendirme Prosedürü

Ticari ilişkiye geçmesi planlanan yeni firmalar satın alma, kalite ve ürün geliştirme bölümü sorumluları tarafından yerinde ziyaret ederler. Firma sorumluları ile görüşülerek kalite belgeleri organizasyon şemaları temin edilir. Çalışan sayısına ve eğitim seviyesine bakılır. Tesislerin, makine parçaların değerlendirilmesi ve kapasite, referans ve nakliye araçlarının tespiti yapılır. Yapılan incelemeler sonucunda firmaya yeterli, yetersiz ve kısmen yeterli olmak üzere puanlar verilir. Verilen toplam puanların firmanın belirlediği hangi sınıfa ait olduğuna ve firma ile çalışılıp çalışılmayacağına karar verilir. Bu sınıflar ve puanlar aşağıda verilmektedir;

- A (100~85) Mükemmel çalışılması gereken firmadır.

- B (84~70) İyi , yakın ilişki kurulması ve takip edilmesi gerekir
- C (69~50) İş verilebilir ancak çok sıkı takip ve teknik yardım gerekir.
- D (49~0) İş verilmez kendini geliştirmesi gerekir.

Bunun dışında firmanın halen çalışmakta olduğu tedarikçiler için; işletme yöneticileri kullandıkları SAP veri tabanına tedarikçiler ile ilgili kalite ve satın alma verilerini girerek sistemden elde ettikleri değerlendirmeyi kullanmaktadırlar.

3.2. Metot

Modelin kurulması sırasında AHP ve Matematiksel Programlama tekniklerinden yararlanılacak ve çözüm aşamasında ise; Lingo 8.0 veya MPL paket programları kullanılmıştır.

3.2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP - Analytic Hierarchy Process)

Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen çok faktörlü karar problemlerinde karar vermek amacıyla kullanılan bir yöntemdir.

Kişiler çok faktörlü bir problemle karşılaştıklarında problemi hiyerarşik olarak bölümlere ayırırlar. Aslında karar verme işlemi, bir dizi istenen amacı gerçekleyen seçenekleri ağırlıklandırıp bunlardan amacımızı en iyi gerçekleştireni bulmaktan ibarettir. Bunun için kullanılan yöntemlerden biri AHP kapsamındaki ikili karşılaştırma yöntemidir.

İkili karşılaştırmalar yöntemi kişinin soruna ilişkin olabildiğince bilgi kullanıp tutarlılığını arttırmasına yardımcı olur. Ancak unutulmaması gereken tutarlılığın, gerçeği yakalamak açısından istenilen ve gerekli bir amaç olmakla birlikte yeterli değildir (Özdemir, 2002).

İkili karşılaştırma terimi iki faktörün / kriterin birbirleriyle karşılaştırılması anlamına gelir ve karar vercinin yargısına dayanır. İkili karşılaştırmalar kara kriterlerinin ve alternatiflerin öncelik dağılımlarının kurulması için tasarlanmıştır. Eğer hiyerarşinin belirlenen düzeyi karşılaştırılacak n eleman içeriyorsa toplam $n(n-1)/2$ adet ikili karşılaştırma yapmak gerekir. Bu karşılaştırmalar matrisler şeklinde düzenlenir (Kuruüzüm, Atsan, 2001).

AHP'nin özellikleri şu şekilde sıralanmıştır:

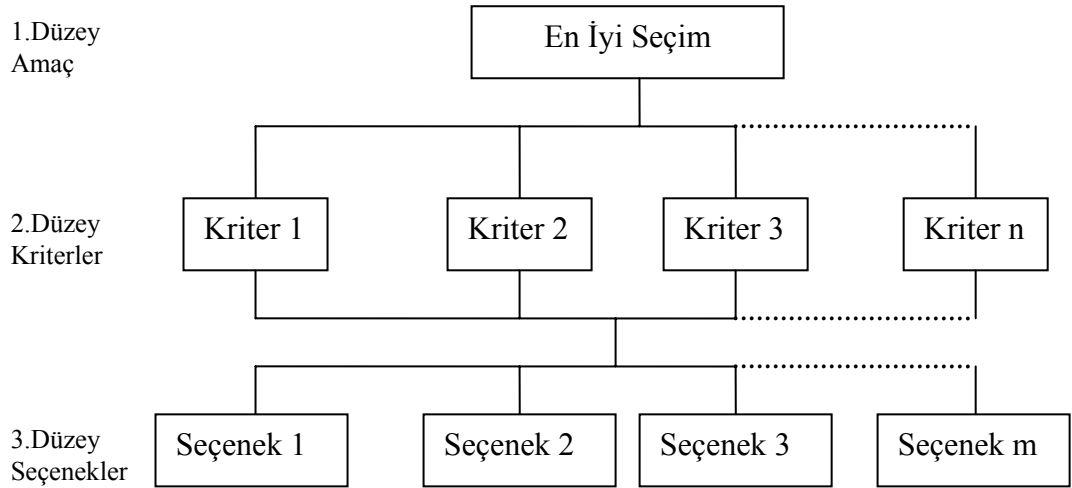
- AHP ile problem çözmek için amaca en uygun seçenekler seçilmelidir,
- Kriterlerin değerlendirilebilmesi için, seçenekler birbirlerinden bağımsız olmalıdır,
- Hiyerarşi özel bir sistem tipidir ve ortaya çıkarılan birimlerin ayrı ayrı diziler halinde gruplanabileceği ve bir gruba ait öğelerin diğer gruptaki öğeleri

etkileyeceği varsayımına dayanır. Bir gruba ait öğeler birbirinden bağımsız kabul edilmektedir,

- Analitik hiyerarşi sadece nicel değil, nitel ölçüleri de dikkate alarak daha gerçekçi çözümlere ulaşılmasını olanaklı hale getirmektedir.

Aşağıda AHP felsefesinin kullanımında izlenen yol ana hatlarıyla açıklanmaktadır.

I. AHP ilk aşaması amaca, uygun olarak kriterleri ve seçenekleri belirlemektir.



Şekil 3.1.3 Düzeyden Oluşan Bir Karar Probleminin Hiyerarşik Yapısı (Özdemir, 2002)

II. Problemi oluşturan kriterler ve seçenekler belirlendikten sonra farklı kriterlerin Tablo 3.1’de gösterildiği gibi ikili karşılaştırmaları yapılarak bir matris oluşturulur. Matristeki w_i / w_j terimi, amaca ulaşmak için i . kriterin j . kriterden ne kadar daha önemli olduğunu ifade etmektedir. Bu değerlendirmede Tablo 3.2’de gösterilen ölçek kullanılmaktadır. Örneğin bu değer 5 ise, i . kriterin j . kritere göre kuvvetli düzeyde önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumda benzer şekilde j . kriter de i . kritere göre $1/5$ düzeyinde önemli olmaktadır. Burada $i=1,2,\dots,n$ ve $j=1,2,\dots,n$ şeklindedir.

Tablo 3.1. Kriterler İçin İkili Karşılaştırmalar Matrisinin Oluşturulması

	Kriter 1	Kriter 2.....	Kriter n	w_i	W_i	V_1	V_2
Kriter 1	w_1 / w_1	$w_1 / w_2.....$	w_1 / w_n				
Kriter 2	w_2 / w_1	$w_2 / w_2.....$	w_2 / w_n				
.	.	.	.				
.	.	.	.				
Kriter n	w_n / w_1	$w_n / w_2.....$	w_n / w_n				

Tablo 3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesinde Kullanılan Ölçütler

ÖNEM DERECESESİ	TANIM	AÇIKLAMA
1	Eşit önem	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunuyor
3	Birini diğerine göre orta derecede daha önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine orta derecede tercih ettiriyor
5	Kuvvetli düzeyde önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli derecede tercih ettiriyor
7	Çok kuvvetli düzeyde önem	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülüyor
9	Aşırı düzeyde önem	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar büyük bir güvenirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ortalama değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler

III. Kriterlerin görelî önemleri bulunarak matris tutarlılığı hesaplanır. Bir karşılaştırma matrisinin tutarlı olabilmesi için, en büyük öz değerin (λ_{\max}) matris boyutuna (n) eşit olması gerekmektedir. Kriterlerin görelî önemlerini hesaplamak için, her bir satırın geometrik ortalaması alınarak " w_i " sütun vektörü oluşturulur. Oluşturulan sütun vektörü normalize veya idealize edilerek, görelî önemler vektörü " W_i " hesaplanır. Matristeki her bir satırın herbir elemanı görelî önemler vektörü (W_i) sütunundaki elemanlarla çarpılıp toplanmasıyla V_1 sütun vektörü elde edilir. Daha sonra bu vektörün her elemanı, görelî önemler vektöründe karşı gelen elemana bölünerek V_2 vektörü hesaplanmakta, V_3 sütun vektörünün aritmetik ortalaması ise en büyük öz değer olan λ_{\max} 'ı vermektedir.

IV. Son adım, tutarlılık göstergesinin ve tutarlılık oranının bulunmasıdır. Bu değerler

$$\text{Tutarlılık Göstergesi} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$$

$$\text{Tutarlılık Oranı} = \frac{\text{Tutarlılık Göstergesi}}{\text{Rassallık Göstergesi}}$$

ifadeleriyle hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranının 0.1'den küçük çıkması halinde matrisin tutarlı olduğu kabul edilir. Değilse yapılan değerlendirme terar gözden geçirilmelidir. Saaty tarafından yapılan çalışma sonucunda 1-15 boyutundaki matrisler için rassallık göstergeleri Tablo 3.3'teki gibi bulunmuştur. n matris boyutudur. Bunun yanı sıra ele alınan problemde kriter sayısının çokluğu kriterlerin tümü birlikte değerlendirildiğinde tutarlı sonuçlar elde etme ihtimali de zayıflamaktadır. Bu nedenle kriterler özelliklerine göre gruplandırılabilirler.

Tablo 3.3. Rassallık Göstergeleri

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

Literatüre baktığımızda tedarikçi seçimini gerçekleştirmek amacıyla çok sayıda AHP uygulaması yer almaktadır. Bizimde çalışmamızda referans aldığımız Ghodspour ve O'Brien 1998'de gerçekleştirdikleri çalışmalarında, AHP kullanarak tedarikçilerin seçimi için sayılabilir ve sayılamayan faktörleri içeren bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Çalışmalarının başlangıç aşamasında kriterleri ve tedarikçileri AHP ile ikili karşılaştırmalara tabi tutmuşlardır. Daha sonra talep, kapasite ve kalite kısıtlarını kullanarak AHP ile elde ettikleri puanları maksimize etmeyi amaçlayan bir matematiksel model kurmuşlardır. Geliştirdikleri modeli Microsoft Excel çözücüsü ile çözmüşlerdir ve duyarlılık analizi yaparak sonuçları yorumlamışlardır.

Lee, Ha ve Kim (2001) çalışmalarını Kore'de bir klima işletmesinde gerçekleştirmişlerdir. Kalite, maliyet, teslimat süresi ve servis ana kriterleri altında 12 alt kriter belirlemişlerdir. AHP kullanılarak alt kriterler ikili karşılaştırmalara tabi tutularak puanlama yapılmıştır. Çalışmalarında Alt kriterleri puanlamayı geleneksel olarak AHP'de kullanılan normalize etmenin dışında idealize etmeyi kullanarak puan seviyeleri oluşturulmuşlardır. Buradan ayrıca bir Pareto diyagramı geliştirerek kriterleri puanlarına göre sıralamışlardır ve bundan hareketle ideal tedarikçi puanlarının nasıl olması gerektiğini tartışmışlardır. Ayrıca geliştirdikleri hipotez testi ile ideal puanlara ulaşılması için tedarikçilerin zayıf puana sahip kriterlerini ne kadar iyileştirmeleri gerektiği sonucuna ulaşmışlardır.

Wang, Huang, Dismukes (2003) yalın, çevik ve melez olmak üzere 3 farklı tedarik zinciri tanımlamışlardır. Yalın tedarik zincirinde talebin sabit olduğu varsayımı yapılarak zincirin boş olan veya değer katmayan işlerin elimine edilmesi amaçlanmaktadır. Az miktardaki üretimler için hazırlık süresinin indirgenmesini desteklemektedir. Çevik tedarik zincirlerinde pazarın değişken olduğu varsayılır farklı koşulları öngörmeyi amaçlar. Melez tedarik zinciri ise; talep oldukça doğru tahmin edilir ve zincir final ürün elde edilene kadar farklı ürünlerin üretimi ertelenir. Çalışmalarının ilk aşamasında lastikler, elektronikler ve dış çerçeve ürünleri için toplam 9 tedarikçinin önceliklerini belirlemede AHP kullanmışlardır. Ardından elde ettikleri sonuçları maksimize, maliyeti ise minimize etmeye yönelik bir hedef programlama geliştirmişlerdir. AHP ile tedarikçileri karşılaştırmak için teslimat

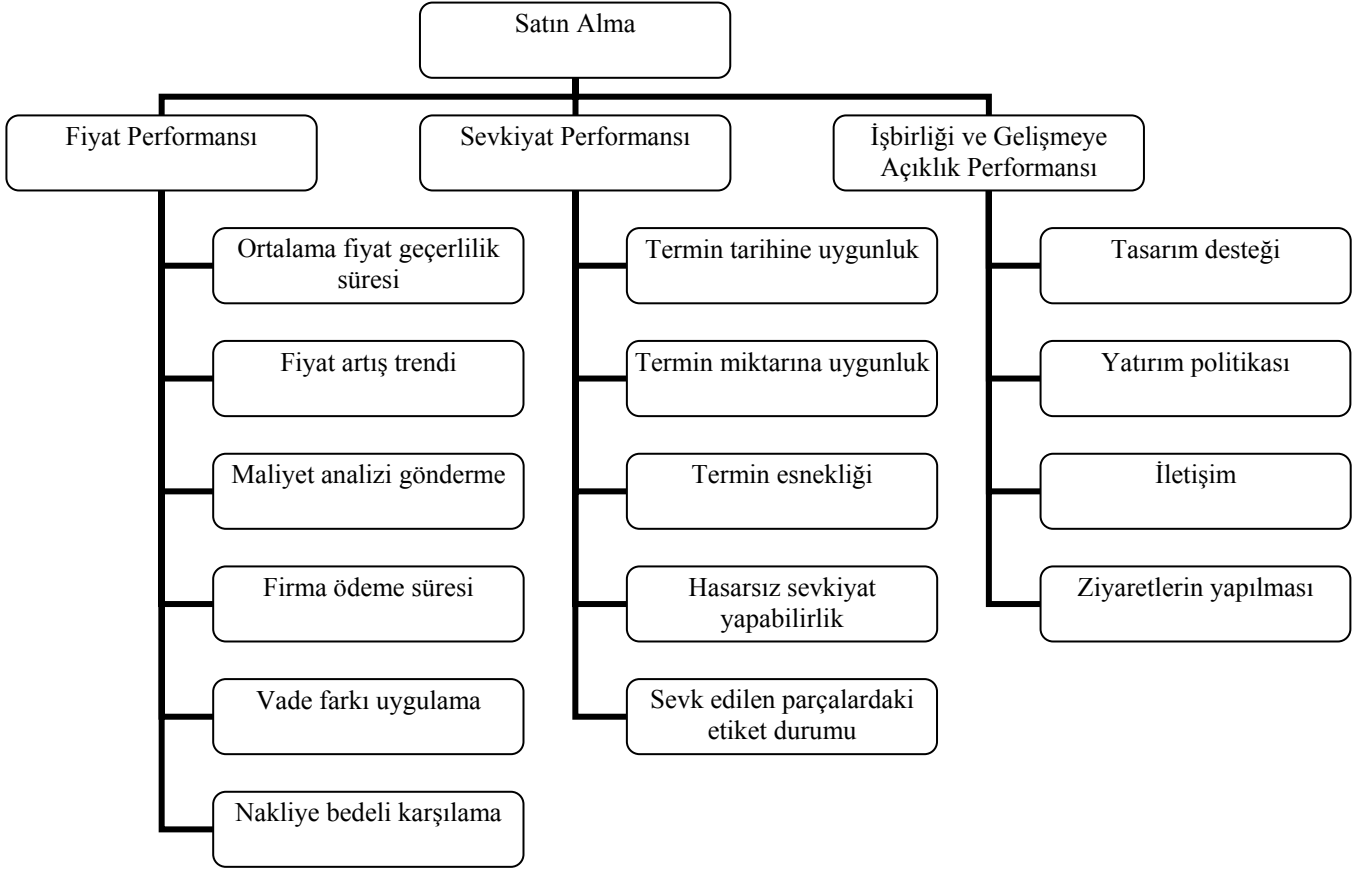
güvenirliliği, esneklik ve cevap verebilirlik, maliyet, finans durumu olmak üzere 4 ana kriter ve 12 alt kriter ele almışlardır. 3 farklı tedarik zinciri için kurdukları matematiksel modeli WINQSB® yardımı ile çözmüşlerdir.

3.2.2. Analitik Network Prosesi (ANP - Analytical Network Process)

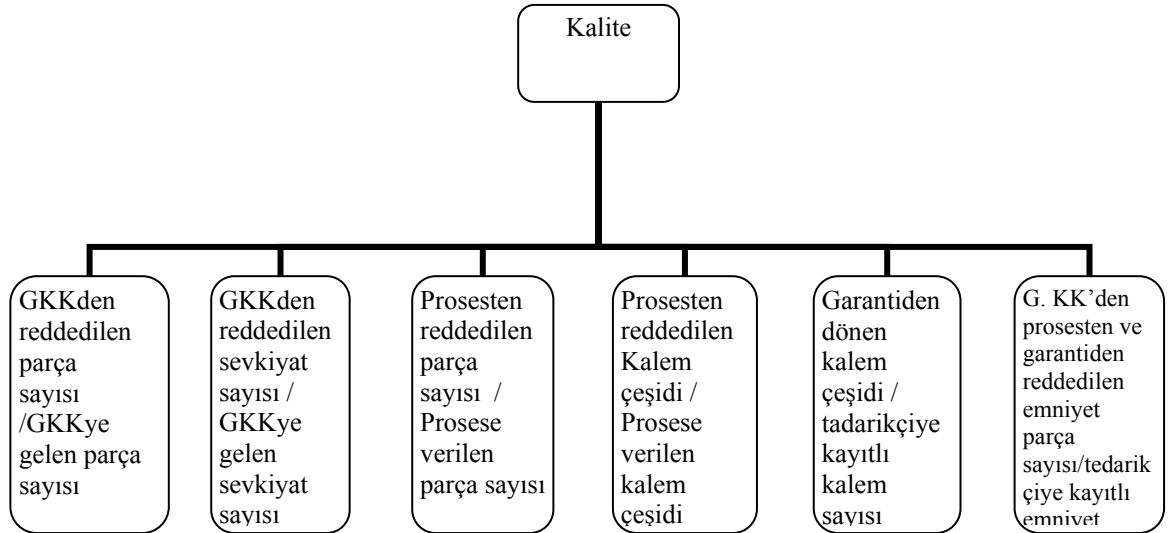
AHP'den biraz kompleks olarak; yine Thomas Saaty tarafından geliştirilen Analitik Network Prosesi (ANP) alternatifler (seçenekler) arasındaki bağılılığı da dikkate alır. Alternatifler arasındaki etkileşim incelenir. Meade ve Sarkis tarafından 1998'de tedarikçi seçimine yönelik olarak geliştirilen çalışmada, ANP uygulaması 5 adımda tanımlanmıştır. İlk adımda problem yapısının tanımlanması, ikinci adımda ise AHP'de kullanılan 1-9 skalsı kullanılarak ikili karşılaştırmaların yapılması yer almaktadır. 3. adımda 1-9 skalası ile yapılan değerlendirme sonucunda kriterlerin ve seçeneklerin puanlandırılması işlemi gerçekleştirilmektedir. ANP uygulamasının 4. aşamasında ANP'i AHP'den farklı kılan süper matrisin oluşturulmasına geçilmektedir. Burada kriterler ve seçenekler arasındaki etkileşimler dikkate alınmaktadır. Son olarak süper matristen hareketle en iyi alternatif seçilmektedir.

3.2.3. Dikkate Alınan Firmada Tedarikçi Seçim Uygulaması

Uygulamanın başlangıcında öncelikle firmanın kalite ve satın alma departmanları ile yapılan görüşmeler sonucunda 3 ana sac malzemenin tedarikçisinin optimizasyonuna karar verilmiştir. Ardından, ilgili malzemeler için tedarikçilerin ve bu tedarikçileri değerlendirmede kullanılacak AHP öncelik kriterleri belirlenmiştir. Değerlendirmede 8 tedarikçi dikkate alınmıştır ve değerlendirme kriterleri öncelikle kalite ve satın alma kriterleri olmak üzere iki ana kriter altında toplanmıştır. Burada satın alma ve kalite kriterlerine eşit olmak üzere %50' şer puan verilmiştir. Bu nedenle ana kriterler için ikili karşılaştırma yapılmamıştır. Bu kriterler firma ile yapılan toplantılar sonucunda aşağıda belirtilen kriter ve alt kriterlere ayrıştırılmıştır. Dikkate alınan kriterler Şekil 3.2 ve 3.3'te gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Tedarikçi Değerlendirmede Satın Alma Ana Kriteri Ve Alt Kriterleri



Şekil 3.3. Tedarikçi Değerlendirmede Kalite Ana Kriteri Ve Alt Kriterleri

Satın alma puanı, fiyat performansı, sevkiyat performansı ve tedarikçilerin işletme ile olan iş birliği olmak üzere üç ana değerlendirme kriterinden oluşmaktadır. Bunlarında altında kendilerini oluşturan alt kriterleri bulunmaktadır. İşletme yöneticileri tarafından AHP ile yapılan değerlendirmeleri sonucunda tedarikçi firmaların tüm bu kriterlerden aldığı puanların toplamı "SATINALMA PUANI"nı oluşturmaktadır.

Fiyat performansı kriteri altı alt kritere ayrılmaktadır.

- Ortalama fiyat geçerlilik süresi: Bu kriter tedarikçilerden temin edilen hammadde ve malzemenin fiyatının zaman bakımından değişimini ele alınmaktadır.
- Fiyat artış trendi: Bu kriter değerlendirilirken firmaların fiyat artışlarını belirlerken kullandıkları ekonomik göstergeler (USD, EURO, DÖVİZ SEPETİ, TEFE, TÜFE, SANAYİ ENF.) ve bunun sonucunda aylık hammadde ve malzeme fiyatına nasıl yansıtıkları baz alınmaktadır.
- Maliyet analizi gönderme: Firmalar istikrarın ve ortak hedeflerin sağlanması açısından tedarikçilerinden belirli periyotlarla düzenledikleri maliyet tablolarının isteyebilmektedir. Bu tablolar kimi tedarikçiler tarafından gönderilmezken, kim tedarikçiler kontrolsüz olarak, kimi tedarikçiler de kontrollü ve düzenli olarak bu tabloları göndermektedirler.
- Firma ödeme süresi: Tedarikçiler genelde firmalara bir hafta ile 3 ay arasında değişen ödeme süreleri sunmaktadırlar. Dolayısıyla tedarikçilerin firmalara uzun vadelerde ödeme süreleri sunmaları olumlu bir değerlendirme sağlamaktadır.
- Vade farkı uygulama: Zamanında firmalar tarafından yapılmayan ödemeler vade farklarına tabii tutulmaktadır. Bu kriter yöneticiler tarafından tedarikçilerin sağladığı vadenin uzunluğuna göre değerlendirilmektedir. Genel olarak tedarikçiler anında vade farkı uygulayabildikleri gibi, 1 hafta veya 2 hafta sonra da bunu işleme

geçirebilmektedir. Kimi zaman vade farkının hiç uygulanmaması da söz konusu olabilmektedir.

- Nakliye bedeli karşılama: Bu kriterin değerlendirilmesi nakliye bedelin kim tarafından ve nasıl karşılandığına yönelik olarak yapılmaktadır. Kimi zaman nakliye bedelleri tedarikçi firmalar tarafından karşılandığı gibi kimi zaman da alıcı firmalar tarafından karşılanabilmektedir.
- Sevkiyat performansı 5 alt kriterle puanlandırılmaktadır.
- Termin tarihine uygunluk: Alıcı firmalar açısından ürettikleri ürünlerin müşteriye zamanında teslimatını etkilediğinden son derece önem arz etmektedir.
- Termin miktarına uygunluk: Değerlendirme yapılırken; üretimin zamanında ve doğru olarak yapılabilmesi açısından tedarik edilen hammadde ve malzemenin istenilen miktarda olmasına dikkat edilir.
- Termin esnekliği: Talebin dinamik oluşu firmaları bazen tahminlerinde yanılabilirken bazen de müşteri isteklerinden dolayı son anda ürün özelliklerinde değişiklik söz konusu olabilir. Bu gibi durumlarda tedarikçilerin de ürünlerin miktarlarında ve tasarımlarında esnek olabilmesi gerekmektedir. Bu kriter tedarikçilerin olağan dışı koşullara ne derece uyum sağladığına göre değerlendirilmektedir.
- Hasarsız sevkiyat yapabilirlik: Sevkiyatlar esnasında oluşan hasarların sıklığına göre firma yöneticileri bu kritere göre tedarikçilerini değerlendirmek istemektedirler.
- Sevk edilen parçaların etiket durumu: Tedarikçilerin sevk ettikleri ürünlerde etiket olması, yöneticiler açısından tedarikçilerin ne derece sorumluluk üstlendiklerinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

İşbirliği ve gelişmeye açıklık performansı puanı 4 alt kriterin değerlendirilmesi sonucunda elde edilmektedir.

- Tasarım desteği: Tedarikçilerin bu kritere göre değerlendirilirken, firmaya verdikleri tasarım desteği ve bunun derecesi göz önüne alınmaktadır.

- Yatırım politikası: Tedarikçilerin firma hedeflerine uygun olarak yaptıkları yatırımlar ve bu yatırımların önemine göre tedarikçiler bu kritere göre değerlendirilmektedirler.
- İletişim: Tedarikçilerle sağlanan iletişim, istenilen zamanda firma yetkililerine ulaşılabilirlik ve ulaşıldığı takdirde geri bildirim alınıp alınmaması durumuna göre puanlandırılma yapılmaktadır.
- Ziyaretlerin yapılması: Bu kriterin değerlendirilmesi, tedarikçilerin düzenledikleri firma ziyaretlerinin sıklığına ve çağrıldıkları takdirde gelip gelmememe durumlarına göre yapılmaktadır.

Toplam kalite puanı; hammadde ve malzemenin teslim alınmasından işlenip ürün halinde müşteriye sunulmasına kadar olan süreçte, verimli olarak kullanım oranlarına göre belirlenir. Kalite departmanı ile yapılan görüşme sonucunda firmanın kullandığı tedarikçi değerlendirme oranları, AHP ile yapılan değerlendirmede de kalite kriterleri olarak ele alınmıştır. Bu süreçte 6 temel oran bazında tedarikçilerin kalite puanları hesaplanmaktadır. Bu oranlar;

- Giriş kalite kontrolden reddedilen parça sayısının giriş kalite kontrole gelen parça sayısına oranı,
- Giriş kalite kontrolden reddedilen sevkiyat sayısının giriş kalite kontrole gelen sevkiyat sayısına oranı,
- Prosesten reddedilen parça sayısının prosese verilen parça sayısına oranı,
- Prosesten reddedilen kalem (parça çeşidi) sayısının prosese verilen kalem sayısına oranı,
- Garantiden dönen kalem sayısının tedarikçiye kayıtlı bulunan kalem sayısına oranı,
- Giriş kalite kontrolden, prosesten ve garantiden reddedilen emniyet parçası kalem sayısının tedarikçiye kayıtlı bulunan emniyet parçası kalem sayısı oranı,

3.2.3.1. Kriterlerin AHP İle Önem Derecelerinin Belirlenmesi

Satın alma kriterinin üç ana kriteri için firma yöneticileri AHP ile Tablo 3.4'te belirtilen değerlendirmeyi Tablo 3.2'deki ölçütlere göre yapmışlardır.

Tablo 3.4. Satın Alma Ana Kriterlerinin AHP ile İkili Karşılaştırmaları

Kriterler	Fiyat Performansı	Sevkiyat Performansı	İş Birliği Performansı	w_i	W_i	V_1	V_2
Fiyat Performansı	1	1	2	1,260*	0,387**	1,169***	3,018****
Sevkiyat Performansı	1	1	3	1,442	0,443	1,338	3,018
İşbirliği Performansı	1/2	1/3	1	0,550	0,169	0,511	3,018

Toplam = 3,252

$\lambda_{max} = 3,018$

$$* \sqrt[3]{1.1.2} = 1,260$$

$$** 1,260 / 3,252 = 0,387$$

$$*** 1 \times 0,387 + 1 \times 0,443 + 2 \times 0,169 = 1,169$$

$$**** 1,169 / 0,387 = 3,018$$

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,009$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

$$(n=3 \text{ için rastsallık göstergesi } 0,58)$$

$$\text{TO} = 0,016 < 0,1 \text{ olduğu matris tutarlıdır.}$$

AHP ile yapılan değerlendirme sonucunda satın alma kriterlerinin önem dereceleri Tablo 12'de W_i sütununda yer alan değerlerden oluşmaktadır. Tablo 3.4'ten elde edilen sonuçlara göre satın alma puanları ortalama olarak fiyat performansı %38,7, sevkiyat performansı %44,3 ve işbirliği performansı %16,9 olarak elde edilir. Bir sonraki aşamada, bu değerlendirmelere benzer değerlendirmeler ana kriterlerin alt kriterleri için yapılır.

Tablo 3.5. Fiyat Performansı Alt Kriterlerinin Önem Derecelerinin Belirlenmesi

Kriterler	OFGS.	F.A.T	Mlyt Anal.	Ö.Süre.	V.Fark	Nakl.	w _i	W _i	V ₁	V ₂
OFGS.	1	1/3	3	3	3	3	1,443	0,216	1,493	6,911
F.A.T	3	1	5	5	5	5	2,691	0,403	2,956	7,338
Mlyt Anal.	1/3	1/5	1	1	1	1	0,636	0,095	0,534	5,602
Ö.Süre.	1/3	1/5	1	1	1	1	0,636	0,095	0,534	5,602
V.Fark	1/3	1/5	1	1	1	1	0,636	0,095	0,534	5,602
Nakl.	1/3	1/5	1	1	1	1	0,636	0,095	0,534	5,602

Toplam = 6,679

λ_{max} = 6,110

Tutarlılık Göstergesi (TG) = (λ_{max} - n) / (n-1)

$$TG = 0,022$$

Tutarlılık Oranı (TO) = TG / Rastsallık Göstergesi

(n=6 için rastsallık göstergesi 1,24)

TO = 0,018 < 0,1 olduğu matris tutarlıdır.

Tablo 3.5'ten elde edilen sonuçlara göre;

- Ortalama fiyat geçerlilik süresi 0,216
- Fiyat artış trendi 0,403
- Maliyet analizi gönderme 0,095
- Geri ödeme süresi 0,095
- Vade farkı uygulama 0,095
- Nakliye bedelinin karşılanması 0,095 olarak derecelendirilmişlerdir.

Tablo 3.6. Sevkiyat Performansı Alt Kriterlerinin Önem Derecelerinin Belirlenmesi

Kriterler	Tarihe Uyum	Miktara Uyum	Termin Esnekliği	Hasarsız Sevk	Etiket	w _i	W _i	V ₁	V ₂
Tar.Uyum.	1	2	2	2	3	1,644	0,304	1,792	5,903
Mik.Uyum.	1/2	1	1	1	3	1,084	0,200	1,039	5,189
Ter.Esnek.	1/2	1	1	1	3	1,084	0,200	1,039	5,189
Has.Sevk.	1/2	1	1	1	3	1,084	0,200	1,039	5,189
Etiket	1/3	1/3	1/3	1/3	1	0,517	0,096	0,397	4,156

Toplam = 5,414

λ_{max} = 5,125

Tutarlılık Göstergesi (TG) = (λ_{max} - n) / (n-1)

$$TG = 0,031$$

Tutarlılık Oranı (TO) = TG / Rastsallık Göstergesi

(n=5 için rastsallık göstergesi 1,12)

$$TO = 0,028 < 0,1 \text{ olduğu matris tutarlıdır.}$$

Sevkiyat performansını belirleyen alt kriterlerin AHP ile yapılan değerlendirme sonucundaki önem dereceleri,

- Termin tarihine uyum 0,304,
- Termin miktarına uyum 0,20,
- Termin esnekliği 0,20,
- Hasarsız sevkiyat yapabilirlik 0,20
- Etiket durumu 0,096 olarak ön görülmüştür.

Tablo 3.7. İşbirliği Performansı Alt Kriterlerinin Önem Derecelerinin Belirlenmesi

Kriterler	Tas. Des.	Yat. Pol.	İletişim	Fir. Ziyar.	w _i	W _i	V ₁	V ₂
Tas Des.	1	1/2	1/2	1	0,707	0,167	0,667	4,000
Yat. Pol.	2	1	1	2	1,414	0,333	1,333	4,000
İletişim	2	1	1	2	1,414	0,333	1,333	4,000
Fir. Ziyar.	1	1/2	1/2	1	0,707	0,167	0,667	4,000

Toplam =4,243

$\lambda_{max} = 4,000$

Tutarlılık Göstergesi (TG) = $(\lambda_{max} - n) / (n-1)$

$$TG = 0$$

Tutarlılık Oranı (TO) = TG / Rastsallık Göstergesi

(n=4 için rastsallık göstergesi 0,9)

$$TO = 0 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır.}$$

Satın alma departmanı yöneticilerinin işbirliği ana kriterinin alt kriterleri için yaptıkları ikili karşılaştırmalar sonucunda;

Tasarım desteği 0,167,

Yatırım politikası 0,333,

İletişim 0,333,

Firma ziyaretleri 0,167

olarak değerlendirilmiştir.

Aynı şekilde kalite alt kriterleri için yapılan değerlendirme sonucunda Tablo 3.8’de elde edilen oranlara ulaşılmıştır.

Tablo 3.8. Kalite Kriterlerinin AHP ile İkili Karşılaştırılması

Kriter	GKK Red Miktarı/ GKK-Prç Say	RedSev Say/ GKK SevkSa y	Prs Red Mik/ PrsSevk Mik	PrsRed Say/ Prs Sevk Say	GrnRed Mik/ FK. Prc. Say	Red Emn Say/ EmnPrç Say	w_i	W_i	V_1	V_2
GKK Red Miktarı/ GKK-Prç Say	1	1	1/2	1/2	1/2	1/2	0,707	0,109	0,609	5,568
RedSev Say/ GKKSevk Say	1	1	1/2	1/2	1/2	1/2	0,707	0,109	0,609	5,568
PrsRed Mik/ PrsSevk Mik	2	2	1	1	1	1	1,261	0,195	1,219	6,242
PrsRed Say/ Prs Sevk Say	2	2	1	1	1	1	1,261	0,195	1,219	6,242
GrnRed Mik / FK. Prc. Say	2	2	1	1	1	1	1,261	0,195	1,219	6,242
Red Emn Say/ Emn. Prç Say	2	2	1	1	1	1	1,261	0,195	1,219	6,242

Toplam=6,455

$\lambda_{max}=6,017$

Tutarlılık Göstergesi (TG) = $(\lambda_{\max} - n) / n$

$$TG = 0,003$$

Tutarlılık Oranı (TO) = TG / Rastsallık Göstergesi

(n=6 için rastsallık göstergesi 1,24)

$$TO = 0,003 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır.}$$

AHP ile yapılan hesaplamalar sonucunda Tablo 3.8'den elde edilen sonuçlara göre kalite değerlendirme kriterlerinin önem dereceleri;

- Giriş kalite kontrolden reddedilen parça sayısının giriş kalite kontrole gelen parça sayısına oranı için 0,109,
- Giriş kalite kontrolden reddedilen sevkiyat sayısının giriş kalite kontrole gelen sevkiyat sayısına oranı 0,109,
- Prosesten reddedilen parça sayısının prosese verilen parça sayısına oranı 0,195,
- Prosesten reddedilen kalem (parça çeşidi) sayısının prosese verilen kalem sayısına oranı 0,195,
- Garantiden dönen kalem sayısının tedarikçiye kayıtlı bulunan kalem sayısına oranı 0,195,
- Giriş kalite kontrolden, prosesten ve garantiden reddedilen emniyet parçası kalem sayısının tedarikçiye kayıtlı bulunan emniyet parçası kalem sayısı oranı 0,195

sonucuna varılmıştır.

3.2.3.2. Tedarikçilerin İkili Karşılaştırmalarının Yapılması

Kriterlerin ve alt kriterlerin önem dereceleri belirlendikten sonra çalışmanın bundan sonraki aşamasında her bir alt kriter için tedarikçilerin ikili olarak karşılaştırmalarının Tablo 3.2'deki ölçütler kullanılarak yapılmasıdır. Örneğin ortalama fiyat geçerlilik süresi için tedarikçilerin ikili karşılaştırmalarının yer aldığı değerlendirmeler Tablo 3.9'da görülmektedir. Her bir alt kriter için 8 tedarikçi değerlendirilerek yapılan ikili karşılaştırma matrisleri Ek1' ve Ek2'de verilmektedir.

Tablo 3. 9. Ortalama fiyat geçerlilik süresi için tedarikçilerin karşılaştırılması

<i>TEDARİKÇİLER</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	2	2	1	2	2	1	1/2	1,297	0,147	1,177	8,012
B	1/2	1	1	1/2	1	1	1/2	1/3	0,672	0,076	0,610	8,008
C	1/2	1	1	1/2	1	1	1/2	1/3	0,672	0,076	0,610	8,008
D	1	2	2	1	2	2	1	1/2	1,297	0,147	1,177	8,012
E	1/2	1	1	1/2	1	1	1/2	1/3	0,672	0,076	0,610	8,008
F	1/2	1	1	1/2	1	1	1/2	1/3	0,672	0,076	0,610	8,008
G	1	2	2	1	2	2	1	1/2	1,297	0,147	1,177	8,012
H	2	3	3	2	3	3	2	1	2,246	0,255	2,050	8,055
									Toplam	8,825	λ_{max}	8,016

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,002$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

$$(n=8 \text{ için rastsallık göstergesi } 1,41)$$

$$\text{TO} = 0,002 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

Bir önceki bölümde elde edilen kriter ağırlıkları ve her bir alt kriter için tedarikçilerin önem ağırlıkları (W_i sütunlarında elde edilen değerler) çarpılıp toplanması sonucunda tedarikçilerin satın alma ve kalite kriterlerinden elde ettikleri toplam ağırlıklar hesaplanır. Tedarikçileri toplam satın alma ve kalite puanları Tablo 3.10 ve Tablo 3.11’de belirtilmektedir.

Tablo 3.10. AHP İle Hesaplanan Toplam Satın Alma Puanları

KRİTERLER / TEDARİKÇİLER	FİYAT	SEVKİYAT	İŞBİRLİĞİ	SATIN ALMA PUANI
A	0,038*	0,053	0,026	0,117**
B	0,060	0,076	0,007	0,143
C	0,037	0,042	0,032	0,112
D	0,033	0,037	0,010	0,080
E	0,053	0,071	0,021	0,144
F	0,047	0,057	0,021	0,125
G	0,042	0,059	0,021	0,122
H	0,076	0,048	0,032	0,156

*A tedarikçisinin fiyat performansı puanı bu kriterin herbir alt kriterinden aldığı puanların toplanması ile elde edilir.

$$0,032+0,033+0,010+0,008+0,012+0,005=0,099$$

Fiyat performansının önem derecesi ise daha önce hesaplanan değerlendirme sonucunda 0,387 (Bkz. Tablo 3.4) olarak bulunmuştu. Buradan A tedarikçisinin fiyat performansı puanı;

$$0,099 \times 0,387 = 0,038 \text{ olarak bulunur.}$$

** A tedarikçisinin toplam satın alma puanı; satın alma ana kriterlerinden elde ettiği puanlarının toplanması ile elde edilir. A tedarikçisinin satın alma puanı;

$$0,038+0,053+0,026=0,117 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Benzer şekilde tedarikçilerin toplam kalite puanları, tedarikçilerin herbir kalite alt kriterinden elde ettiği puanlarının kalite kriterlerinin önem dereceleri ile çarpılıp toplanmasıyla elde edilir.

Tablo 3.11. AHP İle Hesaplanan Toplam Kalite Puanları

KRİTERLER/ TEDARİKÇİLER	GKK Ret Miktarı /GKK Parça Sayısı	GKK Ret Sevk Sayısı / GKK Sevk Sayısı	Proses Ret Sayısı / Proses Parça Sayısı	Proses Ret Sevk Sayısı/ Proses Sevk Sayısı	Garanti Ret Sayısı/ FKK Parça Sayısı	Ret Emniyet Parça Sayısı/ Emniyet Parça Sayısı	KALİTE PUANI
A	0,003	0,005	0,026	0,028	0,027	0,012	0,100
B	0,021	0,024	0,015	0,028	0,027	0,021	0,135
C	0,007	0,012	0,026	0,028	0,027	0,008	0,107
D	0,007	0,005	0,026	0,028	0,027	0,018	0,110
E	0,007	0,004	0,026	0,028	0,027	0,039	0,131
F	0,021	0,009	0,026	0,014	0,027	0,043	0,139
G	0,021	0,025	0,026	0,028	0,027	0,017	0,143
H	0,021	0,025	0,026	0,000	0,009	0,039	0,119

Elde edilen satın alma ve kalite puanlarından hareketle tedarikçilerin firma yöneticileri tarafından AHP ile belirlenen öncelik değerleri Tablo 3.12’de yer almaktadır. Daha önce satın alma ve kalite ana kriterlerine %50’şer puan vermiştik. Dolayısıyla A tedarikçisinin AHP öncelik değeri;
 $0,117 \times 0,5 + 0,100 \times 0,5 = 0,109$ olarak hesaplanır.

Tablo 3.12. AHP İle Hesaplanan Tedarikçi Öncelik Değerleri

Kriterler/ Tedarikçiler	Satın Alma Puanı	Kalite Puanı	AHP Tedarikçi Öncelik Değerleri
A	0,117	0,100	0,109
B	0,143	0,135	0,139
C	0,112	0,107	0,109
D	0,080	0,110	0,095
E	0,144	0,131	0,137
F	0,125	0,139	0,132
G	0,122	0,143	0,133
H	0,156	0,119	0,138

3.2.3.3. Matematiksel Programlama ile Optimum Tedarikçi Seçimi

Çalışmamızda optimum tedarikçi seçimine yönelik olarak şirket yöneticilerinin belirledikleri öncelikleri maksimize etmek amacıyla matematiksel modelleme tekniği kullanılmıştır. Ghodspour ve O'Brien 1998'de sundukları çalışma referans alınarak bölgemizde otomotiv alanında faaliyet gösteren bir işletmeye benzer bir çalışma uygulanmıştır. Referans alınan çalışmaya ek olarak; tedarikçilerin sundukları miktar iskontoaları matematiksel modele dahil edilmiştir.

AHP ile tedarikçilerin firma yöneticileri tarafından öncelikli puanları belirlendikten sonraki aşama, ele alınan 3 malzemenin hangi tedarikçiden ne kadar alınacağına ilişkin soruya yanıt aranmasıdır. Bu nedenle tedarikçi kapasite, miktar iskontoaları ve firma bütçe, talep kısıtlarını göz önünde bulunduran ve AHP ile belirlenmiş öncelikleri en büyüklemeyi amaçlayan bir matematiksel modeller kurulmuştur. Kurulan matematiksel modeldeki karar değişkenleri, parametreler, amaç fonksiyonu ve kısıtlar şöyle sıralanabilir:

Karar değişkenleri;

X_i : i'inci tedarikçiden alınan malzeme miktarı,

Parametreler;

D= İşletmenin malzemeye ilişkin dönemlik talebi,

A_i = i'inci tedarikçinin işletmeye sunduğu satın alma fiyatı,

B= İşletmenin malzemenin talebi için ayırdığı mali bütçe,

C_i = i'inci tedarikçinin malzemeye ilişkin dönemlik kapasitesi,

a_i = i'inci tedarikçinin toplam alımlarda malzemeye uyguladığı birinci kademe indirim sınırı (Çalışmamızda tüm tedarikçilerin aynı miktarlar örneğin $a_1=30$),

b_i = i'inci tedarikçinin toplam alımlarda malzemeye uyguladığı ikinci kademe indirim sınırı (Çalışmamızda tüm tedarikçilerin aynı miktarlar örneğin $b_1=45$),

K = İşletmenin malzeme kullanımı sonucunda üretebileceği maksimum ürün kapasitesi,

W_i = AHP ile belirlenmiş i'inci tedarikçi öncelik puanı.

Modelin genel yapısı:

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^8 W_i * X_i, \quad j = 1, \dots, n;$$

İşletmenin talep kısıtı:

$$\sum_{i=1}^8 X_i \geq D$$

İşletmenin bütçe kısıtı:

$$\sum_{i=1}^8 A_i * X_i \leq B$$

Tedarikçilerin malzeme için sundukları kapasite kısıtları:

$$X_i \leq C_i \quad j = 1, \dots, n$$

Tedarikçilerin sundukları miktar iskontoları kısıtı:

$$0 < X_i \leq a_i \quad \text{ise} \quad A_i = E_i, \quad j = 1, \dots, n$$

$$a_i < X_i \leq b_i \quad \text{ise} \quad A_i = F_i,$$

$$b_i < X_i \quad \text{ise} \quad A_i = G_i$$

İşletmenin birer adet kullandığı malzemelerden elde ettiği son ürünlerine ilişkin maksimum üretim kapasitesi;

$$X_i < K$$

Tedarik edilecek malzeme miktarlarının sayısının tamsayı olma ve negatif olmama kısıtı:

$$X_i \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad j = 1, \dots, n$$

şeklinde kurulabilir.

Uygulamada tedarikçilerle genelde kontratlar yapılmaktadır. Bu kontratlar ve antlaşmalara göre bazen herhangi bir tedarikçiden minimum seviyede de olsa belli bir miktar alma koşulu getirilmektedir. Öyle durumlarda tedarikçi seçim modeline bir kısıtlayıcı eklenerek en az alınması gereken miktar dikkate alınabilir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın uygulamasında kullanılacak gerçek veriler Ek 3'te yer alan malzemeye ilişkin talep, bütçe ve kapasite değerleri ve tedarikçilerin malzemelere sundukları miktar iskontoları tablolarında yer almaktadır.

İşletmeden elde edilen veriler doğrultusunda miktar iskontosunun dikkate alınmadığı matematiksel modelin genel hali aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Max } z = 0,109* X_1 + 0,139* X_2 + 0,109* X_3 + 0,095* X_4 + 0,137* X_5 + 0,132* X_6 + 0,133* X_7 + 0,138* X_8;$$

Kısıtlayıcılar;

Talep kısıdı;

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8 \geq 30;$$

İşletmenin bir adet kullandığı malzemeden elde ettiği son ürüne ilişkin maksimum üretim kapasitesi;

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8 \leq 77;$$

Bütçe kısıdı;

$$A_1*X_1 + A_2*X_2 + A_3*X_3 + A_4*X_4 + A_5*X_5 + A_6*X_6 + A_7*X_7 + A_8*X_8 \leq 75000;$$

Tedarikçi kapasite kısıtları;

$$X_1 \leq 80, X_2 \leq 50, X_3 \leq 60, X_4 \leq 48, X_5 \leq 50, X_6 \leq 45, X_7 \leq 45, X_8 \leq 60,$$

$$X_i \geq 0 \text{ ve tamsayı } j = 1, \dots, 8$$

Miktar iskontolarının da dikkate alındığı matematiksel modelin genel hali ise aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

$$\text{Max } z = 0,109* X_1 + 0,139* X_2 + 0,109* X_3 + 0,095* X_4 + 0,137* X_5 + 0,132* X_6 + 0,133* X_7 + 0,138* X_8;$$

Kısıtlayıcılar;

Talep kısıtları;

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8 \geq 30;$$

İşletmenin bir adet kullandığı malzemeden elde ettiği son ürüne ilişkin maksimum üretim kapasitesi;

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8 \leq 77;$$

Bütçe kısıtları;

$$A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 + A_3 \cdot X_3 + A_4 \cdot X_4 + A_5 \cdot X_5 + A_6 \cdot X_6 + A_7 \cdot X_7 + A_8 \cdot X_8 \leq 75000;$$

Tedarikçilerin sundukları miktar iskontoları kısıtları:

$0 < X_1 \leq 30$	ise	$A_1 = 1100,$	$0 < X_2 \leq 30$	ise	$A_2 = 1200,$
$30 < X_1 \leq 45$	ise	$A_1 = 1050,$	$30 < X_2 \leq 45$	ise	$A_2 = 1150,$
$45 < X_3$	ise	$A_2 = 975,$	$45 < X_2$	ise	$A_2 = 1100,$
$0 < X_3 \leq 30$	ise	$A_3 = 1250,$	$0 < X_4 \leq 30$	ise	$A_4 = 1150,$
$30 < X_3 \leq 45$	ise	$A_3 = 1150,$	$30 < X_4 \leq 45$	ise	$A_4 = 1100,$
$45 < X_3$	ise	$A_3 = 1050,$	$45 < X_4$	ise	$A_4 = 1050,$
$0 < X_5 \leq 30$	ise	$A_5 = 1125,$	$0 < X_6 \leq 30$	ise	$A_6 = 1125,$
$30 < X_5 \leq 45$	ise	$A_5 = 1100,$	$30 < X_6 \leq 45$	ise	$A_6 = 1100,$
$45 < X_5$	ise	$A_5 = 975,$	$45 < X_6$	ise	$A_6 = 975,$
$0 < X_7 \leq 30$	ise	$A_7 = 1200,$	$0 < X_8 \leq 30$	ise	$A_8 = 1200,$
$30 < X_7 \leq 45$	ise	$A_7 = 1150,$	$30 < X_8 \leq 45$	ise	$A_8 = 1150,$
$45 < X_7$	ise	$A_7 = 1050,$	$45 < X_8$	ise	$A_8 = 1050,$

Tedarikçi kapasite kısıtları;

$$X_1 \leq 80, X_2 \leq 50, X_3 \leq 60, X_4 \leq 48, X_5 \leq 50, X_6 \leq 45, X_7 \leq 45, X_8 \leq 60,$$

$$X_i \geq 0 \text{ ve tamsayı } j = 1, \dots, 8$$

Miktar iskontolarını dikkate alınmadan, miktar iskontosunun etkisini öğrenmek için kurulan matmatiksel model aşağıda verilmiştir. Burada tedarikçilerden alınacak miktarın yine en az talep kadar olacağı ve stok buldurmaya olanak sağlanacağı düşünülmüştür. İşletmelerin elde stok buldurma oranları ise; sundukları satın alma fiyatının bir oranı şeklinde olmasından ötürü ayrıca bir elde stok buldurma oranı modele dahil edilmemiştir. Tüm satın alma maliyetleri tek bir maliyet kalemi altında toplanmıştır.

$$\text{Max } z = 0,109 \cdot X_1 + 0,139 \cdot X_2 + 0,109 \cdot X_3 + 0,095 \cdot X_4 + 0,137 \cdot X_5 + 0,132 \cdot X_6 + 0,133 \cdot X_7 + 0,138 \cdot X_8;$$

Kısıtlayıcılar

Talep kısıtları;

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 \geq 30;$$

İşletmenin bir adet kullandığı malzemeden elde ettiği son ürüne ilişkin maksimum üretim kapasitesi;

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 \leq 77;$$

Bütçe kısıtları;

$$1100 \cdot X_1 + 1200 \cdot X_2 + 1250 \cdot X_3 + 1050 \cdot X_4 + 1025 \cdot X_5 + 1125 \cdot X_6 + 1100 \cdot X_7 + 1065 \cdot X_8 \leq 75000;$$

Tedarikçi kapasite kısıtları;

$$X_1 \leq 80, X_2 \leq 50, X_3 \leq 60, X_4 \leq 48, X_5 \leq 50, X_6 \leq 45, X_7 \leq 45, X_8 \leq 60,$$

$$X_i \geq 0 \text{ ve tamsayı } j = 1, \dots, 8$$

İşletmeden elde edilen verilerle miktar iskontolarının da dahil edildiği matemaiksel model aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Max } z = 0,109 \cdot X_1 + 0,139 \cdot X_2 + 0,109 \cdot X_3 + 0,095 \cdot X_4 + 0,137 \cdot X_5 + 0,132 \cdot X_6 + 0,133 \cdot X_7 + 0,138 \cdot X_8;$$

Kısıtlayıcılar

Talep kısıtları;

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 \geq 30;$$

İşletmenin bir adet kullandığı malzemeden elde ettiği son ürüne ilişkin maksimum üretim kapasitesi;

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 \leq 77;$$

Bütçe kısıtları;

$$1100 \cdot X_1 + 1200 \cdot X_2 + 1250 \cdot X_3 + 1050 \cdot X_4 + 1025 \cdot X_5 + 1125 \cdot X_6 + 1100 \cdot X_7 + 1065 \cdot X_8 \leq 75000;$$

Tedarikçilerin miktar iskonto kısıtları;

$$0 < X_1 \leq 30 \text{ ise } A_1 = 1100, \quad 0 < X_2 \leq 30 \text{ ise } A_2 = 1200,$$

$$30 < X_1 \leq 45 \text{ ise } A_1 = 1050, \quad 30 < X_2 \leq 45 \text{ ise } A_2 = 1150,$$

$$45 < X_3 \text{ ise } A_2 = 975, \quad 45 < X_2 \text{ ise } A_2 = 1100,$$

$$0 < X_3 \leq 30 \text{ ise } A_3 = 1250, \quad 0 < X_4 \leq 30 \text{ ise } A_4 = 1150,$$

$$30 < X_3 \leq 45 \text{ ise } A_3 = 1150, \quad 30 < X_4 \leq 45 \text{ ise } A_4 = 1100,$$

$$45 < X_3 \text{ ise } A_3 = 1050, \quad 45 < X_4 \text{ ise } A_4 = 1050,$$

$$0 < X_5 \leq 30 \text{ ise } A_5 = 1125, \quad 0 < X_6 \leq 30 \text{ ise } A_6 = 1125,$$

$$30 < X_5 \leq 45 \text{ ise } A_5 = 1100, \quad 30 < X_6 \leq 45 \text{ ise } A_6 = 1100,$$

$$\begin{array}{llll}
45 < X_5 & \text{ise} & A_5 = 975, & 45 < X_6 & \text{ise} & A_6 = 975, \\
0 < X_7 \leq 30 & \text{ise} & A_7 = 1200, & 0 < X_8 \leq 30 & \text{ise} & A_8 = 1200, \\
30 < X_7 \leq 45 & \text{ise} & A_7 = 1150, & 30 < X_8 \leq 45 & \text{ise} & A_8 = 1150, \\
45 < X_7 & \text{ise} & A_7 = 1050, & 45 < X_8 & \text{ise} & A_8 = 1050,
\end{array}$$

Tedarikçi kapasite kısıtları;

$$\begin{array}{l}
X_1 \leq 80, X_2 \leq 50, X_3 \leq 60, X_4 \leq 48, X_5 \leq 50, X_6 \leq 45, X_7 \leq 45, X_8 \leq 60, \\
X_i \geq 0 \text{ ve tamsayı } j = 1, \dots, 8
\end{array}$$

Kurulan iki model Lingo 8.0 paket programı ile çözdürülmüştür. Lingo 8.0 paket programı ile çözülen modeller EK 4'te verilmiştir. İlk olarak miktar iskontosu dikkate alınmadan ilgili malzeme talebini karşılayacak şekilde hangi tedarikçiden, hangi miktarda alınması gerektiği sorusuna yanıt aranmıştır.

Bir sonraki aşamada literatürde tedarikçi seçiminde çok sık rastlanılmayan bir konu olarak tedarikçilerin işletmeye sundukları miktar iskontoları matematiksel modele dahil edilmiştir. Tablo 4.1'den görüleceği üzere miktar iskontosu ile kurulan model daha fazla malzeme alımına imkan sağlamakla beraber gerek yüksek AHP öncelik değeri ve düşük maliyet açısından gerçek hayat problemini bir önceki modele göre daha iyi yansıtmaktadır.

Tablo 4.1. Miktar iskantolu ve iskontosuz modellerin sonuçları

Model	AHP Değeri	Toplam Maliyet	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
M. İskontosuz	9,032	75000	0	10	0	0	50	6	0	0
M. İskantolu	9,921	75000	0	5	0	0	50	18	0	0

Lingo 8.0 gibi paket programlarında modelin çözüm süresi direkt olarak değişkenlerin tamsayı olma koşulundan olumsuz etkilenmektedir. Dikkate aldığımız modellerde değişken sayısının az olması ve satın alma fiyatının yaklaşık 1250 YTL gibi yüksek olması nedeniyle tamsayı olma koşulu dikkate alınmıştır. Bu durumda geliştirdiğimiz modellerin yaklaşık çözüm süresi 15 dk gibi kısa bir süredir.

Uygulamada değişken sayısının çok olması veya birim satın alma maliyetinin düşük olması durumlarında paket programın çözüm süresini kısaltmak için karar değişkenlerinden tamsayı olma koşulu aranmayabilir.

Çalışmamızda iki farklı amaç ön plana çıkmaktadır. Öncelikli amaç olarak AHP ile belirlenmiş tedarikçi önceliklerini maksimize etmek bir diğer amaç ise toplam satın alma maliyetini minimize etmek. Aşağıda bu iki amacı aynı anda gerçekleştirmek için hedef programlama tekniğinden faydalanılmıştır. Öncelikle maliyeti göz ardı ederek AHP önceliklerini maksimize etmeyi amaçlayan model kurularak buradan elde edilen amaç fonksiyon değeri bir sonraki modelde kısıt olarak kullanılmıştır.

$$\text{Max } z = 0,109* X_1 + 0,139* X_2 + 0,109* X_3 + 0,095* X_4 + 0,137* X_5 + 0,132* X_6 + 0,133* X_7 + 0,138* X_8;$$

Kısıtlayıcılar

Talep kısıtları;

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8 \geq 30;$$

İşletmenin bir adet kullandığı malzemeden elde ettiği son ürüne ilişkin maksimum üretim kapasitesi;

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8 \leq 77,$$

Tedarikçi kapasite kısıtları;

$$X_1 \leq 80, X_2 \leq 50, X_3 \leq 60, X_4 \leq 48, X_5 \leq 50, X_6 \leq 45, X_7 \leq 45, X_8 \leq 60, \\ X_i \geq 0 \text{ ve tamsayı } j = 1, \dots, 8$$

Modelin Lingo 8.0 paket programı yardımıyla çözülmesiyle AHP öncelik değeri 10,676 bulunur. Bu değer toplam satın alma maliyetinin minimize edildiği modelde kısıt olarak kullanılır.

$$\text{Min } = 1100*X_1 + 1200*X_2 + 1250*X_3 + 1050*X_4 + 1025*X_5 + 1125*X_6 + 1100*X_7 + 1065*X_8;$$

Kısıtlayıcılar

Talep kısıtları;

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8 \geq 30;$$

İşletmenin bir adet kullandığı malzemeden elde ettiği son ürüne ilişkin maksimum üretim kapasitesi;

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8 \leq 77;$$

AHP öncelik kısıdı;

$$0,109* X_1 + 0,139* X_2 + 0,109* X_3 + 0,095* X_4 + 0,137* X_5 + 0,132* X_6 + 0,133* X_7 + 0,138* X_8 \geq 10,676$$

Tedarikçi kapasite kısıtları;

$$X_1 \leq 80, X_2 \leq 50, X_3 \leq 60, X_4 \leq 48, X_5 \leq 50, X_6 \leq 45, X_7 \leq 45, X_8 \leq 60,$$

$$X_i \geq 0 \text{ ve tamsayı } j = 1, \dots, 8$$

Benzer şekilde miktar iskontosunun dahil edildiği model için hedef programlama modeli aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

$$\text{Min} = 1100*X_1 + 1200*X_2 + 1250*X_3 + 1050*X_4 + 1025*X_5 + 1125*X_6 + 1100*X_7 + 1065*X_8;$$

Kısıtlayıcılar

Talep kısıtları;

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8 \geq 30;$$

İşletmenin bir adet kullandığı malzemeden elde ettiği son ürüne ilişkin maksimum üretim kapasitesi;

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8 \leq 77;$$

AHP öncelik kısıdı;

$$0,109* X_1 + 0,139* X_2 + 0,109* X_3 + 0,095* X_4 + 0,137* X_5 + 0,132* X_6 + 0,133* X_7 + 0,138* X_8 \geq 10,676$$

Tedarikçilerin miktar iskonto kısıtları;

$$0 < X_1 \leq 30 \text{ ise } A_1 = 1100, \quad 0 < X_2 \leq 30 \text{ ise } A_2 = 1200,$$

$$30 < X_1 \leq 45 \text{ ise } A_1 = 1050, \quad 30 < X_2 \leq 45 \text{ ise } A_2 = 1150,$$

$$45 < X_3 \text{ ise } A_2 = 975, \quad 45 < X_2 \text{ ise } A_2 = 1100,$$

$$0 < X_3 \leq 30 \text{ ise } A_3 = 1250, \quad 0 < X_4 \leq 30 \text{ ise } A_4 = 1150,$$

$$30 < X_3 \leq 45 \text{ ise } A_3 = 1150, \quad 30 < X_4 \leq 45 \text{ ise } A_4 = 1100,$$

$$45 < X_3 \text{ ise } A_3 = 1050, \quad 45 < X_4 \text{ ise } A_4 = 1050,$$

$$0 < X_5 \leq 30 \text{ ise } A_5 = 1125, \quad 0 < X_6 \leq 30 \text{ ise } A_6 = 1125,$$

$$30 < X_5 \leq 45 \text{ ise } A_5 = 1100, \quad 30 < X_6 \leq 45 \text{ ise } A_6 = 1100,$$

$$45 < X_5 \text{ ise } A_5 = 975, \quad 45 < X_6 \text{ ise } A_6 = 975,$$

$$0 < X_7 \leq 30 \text{ ise } A_7 = 1200, \quad 0 < X_8 \leq 30 \text{ ise } A_8 = 1200,$$

$$30 < X_7 \leq 45 \text{ ise } A_7 = 1150, \quad 30 < X_8 \leq 45 \text{ ise } A_8 = 1150,$$

$$45 < X_7 \text{ ise } A_7 = 1050, \quad 45 < X_8 \text{ ise } A_8 = 1050$$

Tedarikçi kapasite kısıtları;

$$X_1 \leq 80, X_2 \leq 50, X_3 \leq 60, X_4 \leq 48, X_5 \leq 50, X_6 \leq 45, X_7 \leq 45, X_8 \leq 60,$$

$$X_i \geq 0 \text{ ve tamsayı } j = 1, \dots, 8$$

Kurulan iki hedef programlama modelinin sonuçları Tablo 4.2'de yer almaktadır.

Tablo 4.2. Hedef programlama ile miktar iskontolu ve iskontosuz modellerin sonuçları

Model	AHP Değeri	Toplam Maliyet	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
M. İskontosuz	10,676	92400	0	0	0	0	50	0	0	27
M. İskontolu	10,676	87400	0	0	0	0	50	0	0	27

Tablo 4.2'deki sonuçlar incelendiğinde miktar iskontoları ile kurulan modelin minimum maliyet açısından daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Tablo 4.1 ve 4.2'den elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında miktar iskontosu her iki model yapısında da daha iyi sonuçlar vermektedir. Bunun yanı sıra miktar iskontosu ile kurulan iki modelin sonuçları kıyaslandığında ise; AHP öncelik değeri ve malzeme miktarı açısından hedef programlama modeli ile kurulan model daha istenilen seviyededir. Hedef programlama tekniği ile çözülen modele göre AHP önceliği açısından %7,6 oranında daha iyi olmasına karşın, maliyet açısından %16,5 oranında bir maliyet dezavantajına sahiptir. Bu iki sonuç arasındaki malzeme alım kararında işletme yöneticilerinin düşünceleri ön plana çıkmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER**5.1. Sonuçlar**

Tedarikçi seçimi çok boyutlu bir gerçek hayat problemidir. Tedarikçi seçimine geçilmeden önce hammadde ve malzemenin genel özellikleri göz önünde bulundurulur. 3 farklı satın alma durumu söz konusu olabilir. İlk olarak tamamıyla yeni bir malzeme, bilinmeyen tedarikçiler ve belirsiz bir şartname durumu olabilir, veya yeni ürün ancak bilinen tedarikçilerden tedarik edilebilir ya da şartname ve tedarikçiler hakkında kesin bilgiler mevcut olup bu koşullarda tedarikçi seçimi gerçekleştirilir. Hammadde ve malzeme tedarigi için değerlendirilecek tedarikçiler ve şartname netlik kazandıktan sonra tedarikçileri değerlendirmede kullanılacak kriterler ve kullanılacak değerlendirme metodu belirlenmelidir.

Çalışma kapsamında, bölgemizde otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin bir ana malzemesinin tedariki konusu ele alınmıştır. Öncelikle tedarikçilerin değerlendirilmesinde genelde kullanılan kalite, maliyet, teslimat süresi gibi ana kriterler firmaya özgü olarak toplam 21 alt kritere ayrıştırılarak AHP ile ikili karşılaştırmaları yapılmıştır. Değerlendirmede 8 tedarikçi dikkate alınmıştır ve değerlendirme kriterleri öncelikle kalite ve satın alma kriterleri olmak üzere iki ana kriter altında toplanmıştır. Burada satın alma ve kalite kriterlerine eşit olmak üzere %50' şer puan verilmiştir. Ardından bu kriterler firma ile yapılan toplantılar sonucunda aşağıda belirtilen kriter ve alt kriterlere ayrıştırılmıştır. AHP ile tedarikçi öncelikleri belirlendikten sonra, ürüne ilişkin aylık tedarikçileri kapasiteleri, hammaddeye ilişkin önerdikleri miktar iskontoları, ana firma talep, bütçe ve işleme kapasitesi kısıtlar dahilinde AHP ile hesaplanan öncelikleri maksimize etmeyi amaçlayan iki farklı matematiksel model oluşturulmuştur. İlk olarak miktar iskontosu ele alınarak lineer bir matematiksel model kurulmuştur. Buradan hangi tedarikçiden ilgili malzemeyi ne kadar almasına ilişkin soruya yanıt aranmıştır. Bir sonraki modelde ise; miktar iskontoları modelden çıkarılarak, miktar iskontosunu etkisini ölçmek amacıyla doğrusal olmayan bir matematiksel model kurulmuştur.

Miktar iskontosu dahil edilmeyen modelin Lingo 8.0 paket programı ile çözümü sonucunda çıkan amaç fonksiyon değeri (9.032), miktar iskontosu dahil edilerek kurulan modelin çözümü sonucunda çıkan amaç fonksiyon değerine (9.921) olarak bulunmuştur. Miktar iskontosunun dahil edilmediği model sonucunda malzeme alımları 3 tedarikçiden toplam 66 birim ve 75000 maliyet değeri bulunmuştur. Buna karşın miktar iskontosunun dahil edildiği modelde malzemenin 3 tedarikçiden toplam 73 birim ve 75000 maliyet değeri sonucuna ulaşılmıştır. İşletme yöneticileri ile birlikte sonuçlar incelendiğinde gerçek hayat problemlerinde sıkça karşımıza çıkan miktar iskontosu ile kurulan model sonuçlarının gerçeği çok daha iyi yansıttığı sonucuna varılmıştır. Çünkü az sayıda tedarikçiyle çalışmak ve sınırlı sayıda tedarikçiye bağımlı kalmak gelişen teknoloji ve artan rekabet ortamında çok fazla benimsenen bir yöntem değildir.

Kurulan bu iki modele alternatif olarak iki model hedef programlama tekniği ile tekrar ele alınmıştır. Öncelikli amaç istenilen niteliklere özgü tedarikçilerle çalışmak olduğundan öncelikle AHP öncelik değerinin maksimize edildiği modeller kurulmuştur. Buradan elde edilen değerler bir sonraki aşamada ikinci amaç olan maliyetin minimize edildiği modellerde bir kısıt olarak yer almaktadır. Kurulan modellerin Lingo 8.0 paket programı ile çözümü sonucunda, miktar iskontosuz modelde AHP öncelik değeri 10.676, toplam satın alınacak malzeme miktarı 77 ve alımı gerçekleştirecek maliyet değeri 92400 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde miktar iskontosunun dahil edildiği modelin çözümü sonucunda AHP öncelik değeri 10,676, satın alınacak toplam malzeme miktarı 77 ve maliyet değeri 87400 olarak bulunmuştur.

Her iki şekilde de miktar iskontosu daha iyi sonuçlar vermektedir. İki miktar iskontolu model arasındaki seçimi ise işletmenin öncelik hedefleri belirleyecektir.

5.2. Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler

Sonraki çalışmalar için öneriler maddeler halinde aşağıda verilmiştir:

- Çalışmanın işletme açısından sürekli olarak kullanılabilirliğini sağlamak açısından bir Microsoft Excel ile elde edilmiş AHP değerlendirme sonuçlarını Lingo 8.0'a aktaran bir karar destek sistemi geliştirilebilir.

- Yapılan çalışma 1 aylık süreyi kapsamaktadır. İleriki çalışmalarda çok periyotlu zaman dilimleri bu şekilde matematiksel modeller geliştirilebilir.
- AHP ile kriter ve alt kriterler asında dikkate alınmayan etkileşimler ANP kullanılarak incelenebilir ve buradan elde edilen sonuçlar matematiksel modele yansıtılabilir.
- Ana firma karının satılan mamul maliyetinden elde edeceği karının dikkate alınarak karın ve yine AHP veya ANP ile elde edilecek önceliklerin maksimize edileceği bir hedef programlama modeli oluşturulabilir.
- Talebin, pazar yapısının genel olarak belirsiz olmasından dolayı bulanık matematiksel modelleme geliştirilmesi söz konusu olabilir.
- Çalışma kurulan matematiksel modellerin yapısı itibariyle farklı sektörlerdeki farklı işletmelere de uygulanabilir niteliktedir.
- Model birden fazla malzeme çeşidi için geliştirilebilir ve en az iki malzemenin aynı tedarikçiden temini şeklindeki durumlarda farklı miktar iskontolarının yer aldığı seçeneklerle genişletilebilir.

KAYNAKLAR

- BAKOĞLU, R., YILMAZ, E., 2001. Tedarik Zinciri Tasarımının Rekabet Avantajı Yartması Açısından Değerlendirilmesi: “Fast Food” Sektörü Örneği. 6. Ulusal Pazarlama Kongresi, Erzurum.
- CHOY, K., L., LEE, W., B., LO, V., 2002. Development OF A Case Base Intelligent Customer-Supplier Relationship Management System. Expert Systems With Applications.
- BOER, L., D., WEGEN, L., V., D., TELGEN, J., 2000. Outranking Methods İn Support Of Supplier Selection. European Journal Of Purchasing& Supply Management, 7,75-89.
- BOER, L., D., LABRO, E., MORLACCHİ, P., 1998. A Review of Methods Supporting Supplier Selection. European Journal Of Purchasing& Supply Management, 4, 109-118.
- CRAMA, Y., PASCUAL, R., J., TORRES, 2003. A.,Optimal Procurement Decisions İn The Prsence Of Total Quality Discounts And Alternative Product Recipes. European Journal Of Operational Research,
- DAĞDEVİREN, M., EREN, T., 2001. Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Dergisi. 2,41-52
- DEGRAEVE, Z., ROODHOOFT, F., 1 October 1997. Improving The Efficiency Of The Purchasing Process Using Total Cost Of Ownership İnformation: The Case Of Heating Electrodes At Cockerill Sambre S.A.. European Journal Of Operational Research, 112,42-53.
- DİNG, H., BENYOUCEF, L., XİE, X., 2003. A Simulation-Optimization Approach Using Genetic Search For Suppier Selection. Proceeding Of The 2003 WinterSimulation Conference
- GHODSYPOUR, S., H., O’BRIEN, C., 1998. A Decision Support System For Supplier Selection Using An Integrated Analytic Hierarchy Process And Linear Programming. International Journal Of Production Economics, 56-57,199-212.

- GHODSYPOUR, S., H., O'BRIEN, C., 2001. The total Cost Of Logistics In Supplier Selection, Under Conditions Of Multiple Sourcing Criteria And Capacity Constraint. *International Journal Of Production Economics*, 73,15-27.
- HOLT G., D., 1998. Which Contractor Selection Methodology? *International Journal Of Project Management*, 16, 3, 153-164.
- KUMAR, M., VRAT, P., SHANKAR, R., 2004. A Fuzzy Goal Programming Approach For Vendor Selection Problem In A Supply Chain. *Computers&Industrial Engineering*, 46,69-85.
- KARSAK, E., E., SOZEN, S., ALPTEKİN, S., E., 2002. Product Planning In Quality Function Deployment sing A Combined Analytic Network Process And Goal Programming Approach. *Computers&Industrial Engineering*. 44, 171-190.
- MEADE, L., M., 1997. A Methodology For The Formulation Of The Agile Critical Business Processes. Presented To The Faculty Of The Graduate School Of The Universty Of The Texas At Arlington In The Partial Fulfillment Of The Requirements For The Degree Of Doctor Of Philosophy
- MEADE, L., SARKİS, J., 1998. Strategic Analysis OfLogistics And Supply Chain Management Systems Using The Analytical Network Process. *Transpn Res.-E (logistics and Transpn Rev.)*, Vol. 34, No. 3,pp. 201-215.
- LEE, E.-K., HA, S., KİM, S.-K., 2001. Supplier Selection and Management System Considering Relationships in Supply Chain Management. *IEEE Transactions On Engineering Management*, 48,3.
- ÖZDEMİR, S., M., 2002. Bir İşletmede Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanarak Performans Değerleme Sistemi Tasarımı. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 13(2),2-11
- SAATY, T., L., 2004. Rank From Comparisions And From Ratings In The Analytic Hierarchy/Network Processes. *European Journal Of Operational Research*,
- WANG, G., HUANG, S., H., DİSMUKES, J., P., 2003. Product – Driven Supply Chain Selection Using Integrated Multi – Criteria Methodology. *International Journal Of Production Economics*,

- YURDAKUL, M., 2003. Selection Of Computer-Integrated Manufacturing Technologies Using A Combined Analytic Hierarchy Process And Goal Programming Model. *Robotics And Computer-Integrated Manufacturing*
- YURDAKUL, M., 2004. AHP As A Strategic Decision-Making Tool To Jutify Machine Tool Selection. *Journal Of Matrial Processing Technology* 146, 365-376

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılı Adıyaman doğumlu. İlk ve orta eğitimini Adana'da tamamladı. 2002 yılında Osmangazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünden Mezun oldu. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladı.

EKLER

EK 1: Alt Kriterler Bazında İkili Karşılaştırmalar

Ortalama Fiyat Geçerlilik Süresi İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	2	2	1	2	2	1	1/2	1,297	0,147	1,177	8,012
B	1/2	1	1	1/2	1	1	1/2	1/3	0,672	0,076	0,610	8,008
C	1/2	1	1	1/2	1	1	1/2	1/3	0,672	0,076	0,610	8,008
D	1	2	2	1	2	2	1	1/2	1,297	0,147	1,177	8,012
E	1/2	1	1	1/2	1	1	1/2	1/3	0,672	0,076	0,610	8,008
F	1/2	1	1	1/2	1	1	1/2	1/3	0,672	0,076	0,610	8,008
G	1	2	2	1	2	2	1	1/2	1,297	0,147	1,177	8,012
H	2	3	3	2	3	3	2	1	2,246	0,255	2,050	8,055
								Toplam	8,825		λ_{max}	8,016

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,002$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

(n=8 için rastsallık göstergesi 1,41)

$$\text{TO} = 0,002 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

Fiyat Artış Trendi İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1/3	1	2	1/2	1/2	1	1/2	0,733	0,081	0,650	8,023
B	3	1	3	4	2	2	3	2	2,328	0,257	2,081	8,086
C	1	1/3	1	2	1/2	1/2	1	1/2	0,733	0,081	0,650	8,023
D	1/2	1/4	1/2	1	1/3	1/3	1/2	1/3	0,429	0,047	0,384	8,092
E	2	1/2	2	3	1	1	2	1	1,364	0,151	1,209	8,021
F	2	1/2	2	3	1	1	2	1	1,364	0,151	1,209	8,021
G	1	1/3	1	2	1/2	1/2	1	1/2	0,733	0,081	0,650	8,023
H	2	1/2	2	3	1	1	2	1	1,364	0,151	1,209	8,021
									Toplam	9,050	λ_{max}	8,039

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,006$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

(n=8 için rastsallık göstergesi 1,41)

$$\text{TO} = 0,004 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

Maliyet Analizi İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
B	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
C	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
D	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
E	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
F	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
G	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
H	3	3	3	3	3	3	3	1	2,615	0,300	2,400	8,000
								Toplam	8,717		λ_{max}	8,000

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

(n=8 için rastsallık göstergesi 1,41)

TO = 0 < 0,1 olduğu için matris tutarlıdır

Gerı Ödeme Süresi İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1	1	1	1/3	1	1	1/3	0,760	0,083	0,667	8,000
B	1	1	1	1	1/3	1	1	1/3	0,760	0,083	0,667	8,000
C	1	1	1	1	1/3	1	1	1/3	0,760	0,083	0,667	8,000
D	1	1	1	1	1/3	1	1	1/3	0,760	0,083	0,667	8,000
E	3	3	3	3	1	3	3	1	2,280	0,250	2,000	8,000
F	1	1	1	1	1/3	1	1	1/3	0,760	0,083	0,667	8,000
G	1	1	1	1	1/3	1	1	1/3	0,760	0,083	0,667	8,000
H	3	3	3	3	1	3	3	1	2,280	0,250	2,000	8,000
Toplam									9,118		λ_{max}	8,000

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

(n=8 için rastsallık göstergesi 1,41)

TO = 0 < 0,1 olduğu için matris tutarlıdır

Vade Farkı İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
B	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
D	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
E	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
F	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
G	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
H	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
									Toplam	8,000	λ_{max}	8,000

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

(n=8 için rastsallık göstergesi 1,41)

TO = 0 < 0,1 olduğu için matris tutarlıdır

Nakliye Bedeli İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	0,503	0,055	0,444	8,026
B	1	1	1/3	2	1/3	1/3	1/3	1/3	0,549	0,060	0,495	8,201
C	3	3	1	3	3	1	1	1	1,732	0,191	1,623	8,516
D	1	1/2	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	0,461	0,051	0,414	8,158
E	3	3	1/3	3	1	1	1	1	1,316	0,145	1,206	8,331
F	3	3	1	3	1	1	1	1	1,510	0,166	1,333	8,026
G	3	3	1	3	1	1	1	1	1,510	0,166	1,333	8,026
H	3	3	1	3	1	1	1	1	1,510	0,166	1,333	8,026
									Toplam	9,091	λ_{max}	8,164

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,023$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

$$(n=8 \text{ için rastsallık göstergesi } 1,41)$$

$$\text{TO} = 0,016 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

Termin Tarihine Uygunluk İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1/3	1	2	1	1/3	1/3	1	0,511	0,056	0,456	8,100
B	3	1	3	4	3	2	2	3	1,707	0,188	1,508	8,025
C	1	1/3	1	2	1	1/3	1/3	1	0,829	0,091	0,741	8,122
D	1/2	1/4	1/2	1	1/2	1/3	1/3	1/2	0,511	0,056	0,456	8,100
E	1	1/3	1	2	1	1/3	1/3	1	0,829	0,091	0,741	8,122
F	3	1/2	3	3	3	1	1	2	1,889	0,208	1,691	8,129
G	3	1/2	3	3	3	1	1	2	1,889	0,208	1,691	8,129
H	1	1/3	1	2	1	1/2	1/2	1	0,917	0,101	0,810	8,025
									Toplam	9,332	λ_{max}	8,127

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,018$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

$$(n=8 \text{ için rastsallık göstergesi } 1,41)$$

$$\text{TO} = 0,013 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

Termin Miktarına Uygunluk İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1	3	4	1/4	3	3	3	1,622	0,166	1,353	8,159
B	1/2	1	3	4	1/4	3	3	3	1,622	0,166	1,353	8,159
C	1/3	1/3	1	2	1/5	1	1/2	1/2	0,586	0,060	0,485	8,092
D	1/4	1/4	1/2	1	1/6	1/2	1/3	1/3	0,369	0,038	0,310	8,207
E	4	4	5	6	1	5	5	5	2,995	0,306	2,583	8,435
F	1/3	1/3	1	2	1/5	1	1/2	1/2	0,586	0,060	0,485	8,092
G	1/3	1/3	2	3	1/5	2	1	1	1,000	0,102	0,825	8,073
H	1/3	1/3	2	3	1/5	2	1	1	1,000	0,102	0,825	8,073
Toplam									10,629		λ_{max}	8,358

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,051$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

(n=8 için rastsallık göstergesi 1,41)

$$\text{TO} = 0,036 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

Termin Esnekliği İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

<i>TEDARİKÇİLER</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1	1	1	1	1	1	2	1,091	0,133	1,067	8,000
B	1	1	1	1	1	1	1	2	1,091	0,133	1,067	8,000
C	1	1	1	1	1	1	1	2	1,091	0,133	1,067	8,000
D	1	1	1	1	1	1	1	2	1,091	0,133	1,067	8,000
E	1	1	1	1	1	1	1	2	1,091	0,133	1,067	8,000
F	1	1	1	1	1	1	1	2	1,091	0,133	1,067	8,000
G	1	1	1	1	1	1	1	2	1,091	0,133	1,067	8,000
H	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1	0,545	0,067	0,533	8,000
								Toplam	8,179		λ_{max}	8,000

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

(n=8 için rastsallık göstergesi 1,41)

TO = 0 < 0,1 olduğu için matris tutarlıdır

Hasarsız Sevkiyat Yapabilirlik İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

<i>TEDARİKÇİLER</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
B	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
D	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
E	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
F	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
G	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
H	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	0,125	1,000	8,000
									<i>Toplam</i>	8,000	<i>λ_{max}</i>	8,000

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

(n=8 için rastsallık göstergesi 1,41)

TO = 0 < 0,1 olduğu için matris tutarlıdır

Etiket Durumu İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

<i>TEDARİKÇİLER</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
B	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
C	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
D	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
E	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
F	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
G	1	1	1	1	1	1	1	1/3	0,872	0,100	0,800	8,000
H	3	3	3	3	3	3	3	1	2,615	0,300	2,400	8,000
								Toplam	8,717		λ_{max}	8,000

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

(n=8 için rastsallık göstergesi 1,41)

TO = 0 < 0,1 olduğu için matris tutarlıdır

Tasarım Desteği İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	5	1	5	3	3	3	1	2,258	0,223	1,804	8,079
B	1/5	1	1/5	1	1/3	1/3	1/3	1/5	0,362	0,036	0,292	8,146
C	1	5	1	5	3	3	3	1	2,258	0,223	1,804	8,079
D	1/5	1	1/5	1	1/3	1/3	1/3	1/5	0,362	0,036	0,292	8,146
E	1/3	3	1/3	3	1	1	1	1/3	0,872	0,086	0,697	8,083
F	1/3	3	1/3	3	1	1	1	1/3	0,872	0,086	0,697	8,083
G	1/3	3	1/3	3	1	1	1	1/3	0,872	0,086	0,697	8,083
H	1	5	1	5	3	3	3	1	2,258	0,223	1,804	8,079
Toplam									10,113		λ_{max}	8,098

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,014$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

$$(n=8 \text{ için rastsallık göstergesi } 1,41)$$

$$\text{TO} = 0,01 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

Yatırım Politikası İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	5	1	5	3	3	3	1	2,258	0,223	1,804	8,079
B	1/5	1	1/5	1	1/3	1/3	1/3	1/5	0,362	0,036	0,292	8,146
C	1	5	1	5	3	3	3	1	2,258	0,223	1,804	8,079
D	1/5	1	1/5	1	1/3	1/3	1/3	1/5	0,362	0,036	0,292	8,146
E	1/3	3	1/3	3	1	1	1	1/3	0,872	0,086	0,697	8,083
F	1/3	3	1/3	3	1	1	1	1/3	0,872	0,086	0,697	8,083
G	1/3	3	1/3	3	1	1	1	1/3	0,872	0,086	0,697	8,083
H	1	5	1	5	3	3	3	1	2,258	0,223	1,804	8,079
Toplam									10,113		λ_{max}	8,098

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,014$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

(n=8 için rastsallık göstergesi 1,41)

TO = 0,01 < 0,1 olduğu için matris tutarlıdır

İletişim İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

<i>TEDARİKÇİLER</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	0,503	0,056	0,444	8,000
B	1	1	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	0,503	0,056	0,444	8,000
C	3	3	1	3	1	1	1	1	1,510	0,167	1,333	8,000
D	1	1	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	0,503	0,056	0,444	8,000
E	3	3	1	3	1	1	1	1	1,510	0,167	1,333	8,000
F	3	3	1	3	1	1	1	1	1,510	0,167	1,333	8,000
G	3	3	1	3	1	1	1	1	1,510	0,167	1,333	8,000
H	3	3	1	3	1	1	1	1	1,510	0,167	1,333	8,000
									<i>Toplam</i>	9,059	<i>λ_{max}</i>	8,000

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

(n=8 için rastsallık göstergesi 1,41)

TO = 0 < 0,1 olduğu için matris tutarlıdır

Firmaya Yapılan Ziyaretler İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

<i>TEDARİKÇİLER</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	3	1	1	1	1	1	1	1,147	0,136	1,091	8,000
B	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	0,382	0,045	0,364	8,000
C	1	3	1	1	1	1	1	1	1,147	0,136	1,091	8,000
D	1	3	1	1	1	1	1	1	1,147	0,136	1,091	8,000
E	1	3	1	1	1	1	1	1	1,147	0,136	1,091	8,000
F	1	3	1	1	1	1	1	1	1,147	0,136	1,091	8,000
G	1	3	1	1	1	1	1	1	1,147	0,136	1,091	8,000
H	1	3	1	1	1	1	1	1	1,147	0,136	1,091	8,000
									Toplam	8,413	λ_{max}	8,000

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

(n=8 için rastsallık göstergesi 1,41)

TO = 0 < 0,1 olduğu için matris tutarlıdır

G.K. K.'Dan Red Edilen Sevkiyat Sayısının/ G. K. K. A Gelen Sevkiyat Sayısına Oranı İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5	0,296	0,031	0,252	8,222
B	5	1	3	3	3	1	1	1	1,846	0,191	1,534	8,031
C	3	1/3	1	1	1	1/3	1/3	1/3	0,662	0,069	0,552	8,058
D	3	1/3	1	1	1	1/3	1/3	1/3	0,662	0,069	0,552	8,058
E	3	1/3	1	1	1	1/3	1/3	1/3	0,662	0,069	0,552	8,058
F	5	1	3	3	3	1	1	1	1,846	0,191	1,534	8,031
G	5	1	3	3	3	1	1	1	1,846	0,191	1,534	8,031
H	5	1	3	3	3	1	1	1	1,846	0,191	1,534	8,031
Toplam									9,668		λ_{max}	8,065

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,009$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

$$(n=8 \text{ için rastsallık göstergesi } 1,41)$$

$$\text{TO} = 0,006 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

Prosesten Red Edilen Parça Sayısının / Prose Verilen Parça Sayısına Oranı İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1/5	1/3	1	1	1/2	1/5	1/5	0,437	0,042	0,338	8,022
B	5	1	2	5	5	3	1	1	2,288	0,221	1,768	8,013
C	3	1/2	1	3	3	2	1/3	1/3	1,147	0,111	0,909	8,213
D	1	1/5	1/3	1	1	1/2	1/5	1/5	0,437	0,042	0,338	8,022
E	1	1/5	1/3	1	1	1/3	1/5	1/5	0,416	0,040	0,325	8,107
F	2	1/3	1/2	2	3	1	1/3	1/3	0,829	0,080	0,653	8,163
G	5	1	3	5	5	3	1	1	2,407	0,232	1,879	8,093
H	5	1	3	5	5	3	1	1	2,407	0,232	1,879	8,093
Toplam									10,366		λ_{max}	8,091

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,013$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

$$(n=8 \text{ için rastsallık göstergesi } 1,41)$$

$$\text{TO} = 0,009 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

Prosesten Red Edilen Parça Sayısının / Prose Verilen Parça Sayısına Oranı İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	2	1	1	1	1	1	1	1,091	0,132	1,078	8,185
B	1/2	1	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	0,646	0,078	0,539	6,907
C	1	2	1	1	1	1	1	1	1,091	0,132	1,078	8,185
D	1	2	1	1	1	1	1	1	1,091	0,132	1,078	8,185
E	1	2	1	1	1	1	1	1	1,091	0,132	1,078	8,185
F	1	2	1	1	1	1	1	1	1,091	0,132	1,078	8,185
G	1	2	1	1	1	1	1	1	1,091	0,132	1,078	8,185
H	1	2	1	1	1	1	1	1	1,091	0,132	1,078	8,185
									Toplam 8,280		λ_{max} 8,025	

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,004$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

$$(n=8 \text{ için rastsallık göstergesi } 1,41)$$

$$\text{TO} = 0,003 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

Prosesten Red Edilen Kalem Sayısının / Prose Verilen Kalem Sayısına Oranı İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1	1	1	1	2	1	2	1,189	0,143	1,143	8,000
B	1	1	1	1	1	2	1	2	1,189	0,143	1,143	8,000
C	1	1	1	1	1	2	1	2	1,189	0,143	1,143	8,000
D	1	1	1	1	1	2	1	2	1,189	0,143	1,143	8,000
E	1	1	1	1	1	2	1	2	1,189	0,143	1,143	8,000
F	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1	0,595	0,071	0,571	8,000
G	1	1	1	1	1	2	1	2	1,189	0,143	1,143	8,000
H	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1	0,595	0,071	0,571	8,000
									Toplam 8,324		λmax 8,000	

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

$$(n=8 \text{ için rastsallık göstergesi } 1,41)$$

$$\text{TO} = 0 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

Garantiden Red Edilen Kalem Sayısının / Firmaya Kayıtlı Kalem Sayısına Oranı İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1	1	1	1	1	1	3	1,147	0,136	1,091	8,000
B	1	1	1	1	1	1	1	3	1,147	0,136	1,091	8,000
C	1	1	1	1	1	1	1	3	1,147	0,136	1,091	8,000
D	1	1	1	1	1	1	1	3	1,147	0,136	1,091	8,000
E	1	1	1	1	1	1	1	3	1,147	0,136	1,091	8,000
F	1	1	1	1	1	1	1	3	1,147	0,136	1,091	8,000
G	1	1	1	1	1	1	1	3	1,147	0,136	1,091	8,000
H	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	0,382	0,045	0,364	8,000
Toplam									8,413		λ_{max}	8,000

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

$$(n=8 \text{ için rastsallık göstergesi } 1,41)$$

$$\text{TO} = 0 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

Red Edilen Emniyet Parçası Kalem Sayısının / Firmaya Kayıtlı Emniyet Parçası Kalem Sayısına Oranı İçin Tedarikçilerin Karşılaştırılması

TEDARİKÇİLER	A	B	C	D	E	F	G	H	w_i	W_i	V₁	V₂
A	1	1/2	2	1/2	1/3	1/3	1/2	1/3	0,557	0,059	0,485	8,154
B	2	1	3	2	1/2	1/3	1	1/2	1,000	0,107	0,881	8,256
C	1/2	1/3	1	1/3	1/4	1/4	1/3	1/4	0,361	0,039	0,318	8,238
D	2	1/2	3	1	1/2	1/3	1	1/2	0,841	0,090	0,738	8,223
E	3	2	4	2	1	1	3	1	1,861	0,199	1,608	8,094
F	3	3	4	3	1	1	3	1	2,060	0,220	1,804	8,208
G	2	1	3	1	1/3	1/3	1	1/3	0,829	0,088	0,725	8,200
H	3	2	4	2	1	1	3	1	1,861	0,199	1,608	8,094
Toplam									9,370		λ_{max}	8,183

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (TG)} = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$$

$$\text{TG} = 0,03$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \text{TG} / \text{Rastsallık Göstergesi}$$

$$(n=8 \text{ için rastsallık göstergesi } 1,41)$$

$$\text{TO} = 0,018 < 0,1 \text{ olduğu için matris tutarlıdır}$$

EK 2: Satın Alma Kriterlerine Göre Firmaların Performans Değerleri

Fiyat Performansı İçin Firmaların Hesaplanan Önem Dereceleri

KRİTERLER / TEDARİKÇİLER	OFGS. (%21,6)	F.A.T (%40,3)	Maliyet Analizi (%9,5)	Ödeme Süresi (%9,5)	Vade Farkı (%9,5)	Nakliye Bedeli (%9,5)	<i>FİYAT PERFORMANSI</i>
A	0,032*	0,033	0,010	0,008	0,012	0,005	0,099**
B	0,016	0,104	0,010	0,008	0,012	0,006	0,155
C	0,016	0,033	0,010	0,008	0,012	0,018	0,096
D	0,032	0,019	0,010	0,008	0,012	0,005	0,085
E	0,016	0,061	0,010	0,024	0,012	0,014	0,136
F	0,016	0,061	0,010	0,008	0,012	0,016	0,122
G	0,032	0,033	0,010	0,008	0,012	0,016	0,109
H	0,055	0,061	0,029	0,024	0,012	0,016	0,196

* $0,216 \times 0,147 = 0,032$ (Bakınız Tablo 3,9)

** $0,032 + 0,033 + 0,010 + 0,008 + 0,012 + 0,005 = 0,099$

Sevkiyat Performansı İçin Firmaların Hesaplanan Önem Dereceleri

KRİTERLER / TEDARİKÇİLER	Termin Tarihine Uyum (%30,4)	Termin Miktarına Uyum (%20)	Termin Esnekliği (%20)	Hasarsız Sevkiyat (%20)	Etiket Durumu (%9,6)	<i>SEVKİYAT PERFORMANSI</i>
A	0,024	0,036	0,027	0,025	0,010	0,120
B	0,080	0,030	0,027	0,025	0,010	0,171
C	0,024	0,011	0,027	0,025	0,010	0,096
D	0,015	0,007	0,027	0,025	0,010	0,083
E	0,024	0,074	0,027	0,025	0,010	0,159
F	0,056	0,011	0,027	0,025	0,010	0,128
G	0,056	0,016	0,027	0,025	0,010	0,134
H	0,026	0,016	0,013	0,025	0,029	0,109

İşbirliği Performansı İçin Firmaların Hesaplanan Önem Dereceleri

KRİTERLER / TEDARİKÇİLER	Tasarım Desteği (%16,7)	Yatırım Politikası (%33,3)	İletişim (%33,3)	Firma Ziyaretleri (%16,7)	<i>İŞBİRLİĞİ PERFORMANSI</i>
A	0,037	0,074	0,019	0,023	0,153
B	0,006	0,012	0,019	0,008	0,044
C	0,037	0,074	0,056	0,023	0,190
D	0,006	0,012	0,019	0,023	0,059
E	0,014	0,029	0,056	0,023	0,121
F	0,014	0,029	0,056	0,023	0,121
G	0,014	0,029	0,056	0,023	0,121
H	0,037	0,074	0,056	0,023	0,190

Satın Alma Ana Kriteri İçin Firmaların Hesaplanan Önem Dereceleri

KRİTERLER / TEDARİKÇİLER	FİYAT (%38,7)	SEVKİYAT (%44,3)	İŞBİRLİĞİ (%16,9)	<i>SATINALMA PUANI</i>
A	0,038	0,053	0,026	0,117
B	0,060	0,076	0,007	0,143
C	0,037	0,042	0,032	0,112
D	0,033	0,037	0,010	0,080
E	0,053	0,071	0,021	0,144
F	0,047	0,057	0,021	0,125
G	0,042	0,059	0,021	0,122
H	0,076	0,048	0,032	0,156

EK3. Uygulamada Kullanılan Veriler

Maksimum İşletme Kapasitesi	Talep	Bütçe	1.Tedarikçi Kapasitesi	2.Tedarikçi Kapasitesi	3.Tedarikçi Kapasitesi	4.Tedarikçi Kapasitesi	5.Tedarikçi Kapasitesi	6.Tedarikçi Kapasitesi	7.Tedarikçi Kapasitesi	8.Tedarikçi Kapasitesi
77	30	75.000 (milyon)	80	50	60	48	30	50	45	60

Malzemeye İlişkin Talep, Bütçe Ve Kapasite Değerleri

Tedarikçilerin Malzemelere Sundukları Miktar İskontoları

Malzemeler	1.Tedarikçi Satın Alma Maliyeti	2.Tedarikçi Satın Alma Maliyeti	3.Tedarikçi Satın Alma Maliyeti	4.Tedarikçi Satın Alma Maliyeti	5.Tedarikçi Satın Alma Maliyeti	6.Tedarikçi Satın Alma Maliyeti	7.Tedarikçi Satın Alma Maliyeti	8.Tedarikçi Satın Alma Maliyeti
$0 < X_i \leq 30$	1100	1200	1250	1150	1125	1125	1200	1200
$30 < X_i \leq 45$	1050	1150	1150	1100	1100	1100	1150	1150
$45 < X_i$	975	1100	1050	1050	975	975	1050	1050

EK4: Kurulan Matematiksel Modellerin Lingo 8.0 İle Elde Edilen Çözümleri

Miktar iskontsunun dikkate alınmadan kurulan matematiksel model ve modelin Lingo 8.0 paket programı ile çözülmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

!Tedarikçi önceliklerini maksimize etmeyi amaçlayan amaç fonksiyonu;

max=0.109*X1+0.139*X2+0.109*X3+0.095*X4+0.137*X5+0.132*X6+0.133*X7+
0.138*X8;

!İşletme maksimum üretim kapasitesi;

X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8<=77;

!İşletmenin talep kısıtları;

X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8>=30;

!İşletmenin ilgili malzeme için bütçe kısıtları;

1100*X1+1200*X2+1250*X3+1150*X4+1125*X5+1125*X6+1200*X7+1200*X8<=
75000;

TM=1100*X1+1200*X2+1250*X3+1150*X4+1125*X5+1125*X6+1200*X7+1200*
X8;

!Tedarikçilerin malzemeye ilişkin kapasite kısıtları;

X1<=80; X2<=50; X3<=60; X4<=48; X5<=50; X6<=45;

X7<=45; X8<=60;

@GIN(X1);@GIN(X2);@GIN(X3);@GIN(X4);@GIN(X5);@GIN(X6);@GIN(X7);@
GIN(X8);

END

Global optimal solution found at iteration: 371

Objective value: 9.032000

Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.000000	-0.1090000
X2	10.00000	-0.1390000
X3	0.000000	-0.1090000
X4	0.000000	-0.9500000E-01
X5	50.00000	-0.1370000
X6	6.000000	-0.1320000
X7	0.000000	-0.1330000
X8	0.000000	-0.1380000
TM	75000.00	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	9.032000	1.000000
2	11.00000	0.000000
3	36.00000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	80.00000	0.000000
7	40.00000	0.000000
8	60.00000	0.000000
9	48.00000	0.000000
10	0.000000	0.000000
11	39.00000	0.000000
12	45.00000	0.000000
13	60.00000	0.000000

Miktar iskontsu kullanılarak oluşturulan matematiksel model ve modelin sonuçları Lingo 8.0 paket programı ile çözülmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

!Tedarikçi önceliklerini maksimize etmeyi amaçlayan amaç fonksiyonu;

max=0.109*X1+0.139*X2+0.109*X3+0.095*X4+0.137*X5+0.132*X6+0.133*X7+0.138*X8;

!İşletmenin talep kısıtları;

X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8>=30;

!İşletme maksimum üretim kapasitesi;

X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8<=77;

!Malzeme için tedarikçiler tarafından sunulan miktar iskontları;

CostX1=@İf(X1#LE#30, 1100, Costx12);

CostX12=@İf(X1#GT#30 #And# X1#LE#45, 1050, 975);

CostX2=@İf(X2#LE#30, 1200, Costx22);

CostX22=@İf(X2#GT#30 #And# X2#LE#45, 1150, 1100);

CostX3=@İf(X3#LE#30, 1250, Costx32);

CostX32=@İf(X3#GT#30 #And# X3#LE#45, 1150, 1050);

CostX4=@İf(X4#LE#30, 1150, Costx42);

CostX42=@İf(X4#GT#30 #And# X4#LE#45, 1100, 1050);

CostX5=@İf(X5#LE#30, 1125, Costx52);

Costx52=@İf(X5#GT#30 #And# X5#LE#45, 1100, 975);

CostX6=@İf(X6#LE#30, 1125, Costx62);

CostX62=@İf(X6#GT#30 #And# X6#LE#45, 1100, 975);

CostX7=@İf(X7#LE#30, 1200, Costx72);

CostX72=@İf(X7#GT#30 #And# X7#LE#45, 1150, 1050);

CostX8=@İf(X8#LE#30, 1200, Costx82);

CostX82=@İf(X8#GT#30 #And# X8#LE#45, 1150, 1050);

!İşletmenin İlgili Malzemeler İçin Bütçe Kısıtları;

$CostX1 * X1 + CostX2 * X2 + CostX3 * X3 + CostX4 * X4 + CostX5 * X5 + CostX6 * X6 + CostX7 * X7 + CostX8 * X8 \leq 75000$;

$TM = CostX1 * X1 + CostX2 * X2 + CostX3 * X3 + CostX4 * X4 + CostX5 * X5 + CostX6 * X6 + CostX7 * X7 + CostX8 * X8$;

!Tedarikçilerin malzemelere ilişkin kapasite kısıtları;

$X1 \leq 80$; $X2 \leq 50$; $X3 \leq 60$; $X4 \leq 48$; $X5 \leq 50$; $X6 \leq 45$;

$X7 \leq 45$; $X8 \leq 60$;

@GIN(X1);@GIN(X2);@GIN(X3);@GIN(X4);@GIN(X5);@GIN(X6);@GIN(X7);@GIN(X8);

END

Global optimal solution found at iteration: 7

Objective value: 9.921000

Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.000000	0.1841666E-01
X2	5.000000	0.000000
X3	0.000000	0.3579166E-01
X4	0.000000	0.3820834E-01
X5	50.00000	-0.2406250E-01
X6	18.00000	-0.1687500E-02
X7	0.000000	0.6000013E-02
X8	0.000000	0.1000013E-02
COSTX1	1100.000	0.000000
COSTX12	975.0000	0.000000
COSTX2	1200.000	0.000000
COSTX22	1100.000	0.000000
COSTX3	1250.000	0.000000
COSTX32	1050.000	0.000000

COSTX4	1150.000	0.000000
COSTX42	1050.000	0.000000
COSTX5	975.0000	0.000000
COSTX52	975.0000	0.000000
COSTX6	1125.000	0.000000
COSTX62	975.0000	0.000000
COSTX7	1200.000	0.000000
COSTX72	1050.000	0.000000
COSTX8	1200.000	0.000000
COSTX82	1050.000	0.000000
TM	75000.00	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	9.921000	1.000000
2	4.000000	0.000000
3	43.00000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	-0.5791667E-03
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.000000	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	-0.5791667E-02
13	0.000000	-0.5791667E-02
14	0.000000	-0.2085000E-02
15	0.000000	0.000000
16	0.000000	0.000000

17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	0.000000	0.000000
20	0.000000	0.1158333E-03
21	0.000000	0.000000
22	80.00000	0.000000
23	45.00000	0.000000
24	60.00000	0.000000
25	48.00000	0.000000
26	0.000000	0.000000
27	27.00000	0.000000
28	45.00000	0.000000
29	60.00000	0.000000

Hedef Programlama Tekniği ile tedarikçi seçimine yönelik olarak miktar iskontsunun dikkate alınmadan AHP önceliklerini maksimize etmeyi amaçlayan kurulan matematiksel model ve modelin Lingo 8.0 paket programı ile çözümlenmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

$$\max=0.109*X1+0.139*X2+0.109*X3+0.095*X4+0.137*X5+0.132*X6+0.133*X7+0.138*X8;$$

!İşletme maksimum üretim kapasitesi;

$$X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8\leq 77;$$

!İşletme talep kısıtı;

$$X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8\geq 30;$$

!Tedarikçilerin malzemeye ilişkin kapasite kısıtları;

$$X1\leq 80; \quad X2\leq 50; \quad X3\leq 60; \quad X4\leq 48; \quad X5\leq 50; \quad X6\leq 45;$$

$$X7\leq 45; \quad X8\leq 60;$$

```

@GIN(X1);@GIN(X2);@GIN(X3);@GIN(X4);@GIN(X5);@GIN(X6);@GIN(X7);@
GIN(X8);
END

```

Global optimal solution found at iteration: 0

Objective value: 10.67600

Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.000000	-0.1090000
X2	50.00000	-0.1390000
X3	0.000000	-0.1090000
X4	0.000000	-0.9500000E-01
X5	0.000000	-0.1370000
X6	0.000000	-0.1320000
X7	0.000000	-0.1330000
X8	27.00000	-0.1380000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	10.67600	1.000000
2	0.000000	0.000000
3	47.00000	0.000000
4	80.00000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	60.00000	0.000000
7	48.00000	0.000000
8	50.00000	0.000000
9	45.00000	0.000000
10	45.00000	0.000000
11	33.00000	0.000000

AHP'nin bir kısıt olarak yer aldığı ve maliyeti minimize etmeyi amaçlayan miktar iskontsunun dikkate alınmadığı matematiksel model ve modelin Lingo 8.0 paket programı ile çözülmesi ile elde edilen sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

min=1100*X1+1200*X2+1250*X3+1150*X4+1125*X5+1125*X6+1200*X7+1200*X8;

!AHP öncelik kısıdı;

0.109*X1+0.139*X2+0.109*X3+0.095*X4+0.137*X5+0.132*X6+0.133*X7+0.138*X8>=10.676;

AHP=0.109*X1+0.139*X2+0.109*X3+0.095*X4+0.137*X5+0.132*X6+0.133*X7+0.138*X8;

!İşletme maksimum üretim kapasitesi;

X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8<=77;

!İşletme talep kısıt;

X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8>=30;

!Tedarikçilerin malzemeye ilişkin kapasite kısıtları;

X1<=80; X2<=50; X3<=60; X4<=48; X5<=50; X6<=45; X7<=45; X8<=60;

@GIN(X1);@GIN(X2);@GIN(X3);@GIN(X4);@GIN(X5);@GIN(X6);@GIN(X7);@GIN(X8);

END

Global optimal solution found at iteration: 5

Objective value: 92400.00

Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.000000	1100.000
X2	50.00000	1200.000
X3	0.000000	1250.000
X4	0.000000	1150.000
X5	0.000000	1125.000
X6	0.000000	1125.000

X7	0.000000	1200.000
X8	27.000000	1200.000
AHP	10.67600	0.000000
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	92400.00	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	47.00000	0.000000
6	80.00000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	60.00000	0.000000
9	48.00000	0.000000
10	50.00000	0.000000
11	45.00000	0.000000
12	45.00000	0.000000
13	33.00000	0.000000

AHP'nin bir kısıt olarak yer aldığı ve maliyeti minimize etmeyi amaçlayan miktar iskontsunun dikkate alındığı matematiksel model ve modelin Lingo 8.0 paket programı ile çözülmesi ile elde edilen sonuçları aşağıda yer almaktadır.

$\min = \text{costx1} * X1 + \text{costx2} * X2 + \text{costx3} * X3 + \text{costx4} * X4 + \text{costx5} * X5 + \text{costx6} * X6 + \text{costx7} * X7 + \text{costx8} * X8;$

!AHP Öncelik Kısıtı;

$0.109 * X1 + 0.139 * X2 + 0.109 * X3 + 0.095 * X4 + 0.137 * X5 + 0.132 * X6 + 0.133 * X7 + 0.138 * X8 \geq 10.676;$

$\text{AHP} = 0.109 * X1 + 0.139 * X2 + 0.109 * X3 + 0.095 * X4 + 0.137 * X5 + 0.132 * X6 + 0.133 * X7 + 0.138 * X8;$

!işletme maksimum üretim kapasitesi;

$X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 \leq 77;$

```

!İşletmetalep kısıt;
X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8>=30;
!Tedarikçiler tarafından sunulan miktar iskontları;
costx1=@if(x1#LE#30, 1100, costx12);
costx12=@if(x1#GT#30 #and# x1#LE#45, 1050, 975);
costx2=@if(x2#LE#30, 1200, costx22);
costx22=@if(x2#GT#30 #and# x2#LE#45, 1150, 1100);
costx3=@if(x3#LE#30, 1250, costx32);
costx32=@if(x3#GT#30 #and# x3#LE#45, 1150, 1050);
costx4=@if(x4#LE#30, 1150, costx42);
costx42=@if(x4#GT#30 #and# x4#LE#45, 1100, 1050);
costx5=@if(x5#LE#30, 1125, costx52);
costx52=@if(x5#GT#30 #and# x5#LE#45, 1100, 975);
costx6=@if(x6#LE#30, 1125, costx62);
costx62=@if(x6#GT#30 #and# x6#LE#45, 1100, 975);
costx7=@if(x7#LE#30, 1200, costx72);
costx72=@if(x7#GT#30 #and# x7#LE#45, 1150, 1050);
costx8=@if(x8#LE#30, 1200, costx82);
costx82=@if(x8#GT#30 #and# x8#LE#45, 1150, 1050);
!Tedarikçilerin malzemeye ilişkin kapasite kısıtları;
X1<=80;    X2<=50;    X3<=60;    X4<=48;    X5<=50;    X6<=45;
X7<=45; X8<=60;
@GIN(X1);@GIN(X2);@GIN(X3);@GIN(X4);@GIN(X5);@GIN(X6);@GIN(X7);@
GIN(X8);
END

```

Global optimal solution found at iteration: 1

Objective value: 87400.00

Variable	Value	Reduced Cost
COSTX1	1100.000	0.000000
X1	0.000000	1100.000
COSTX2	1100.000	0.000000
X2	50.00000	1100.000
COSTX3	1250.000	0.000000
X3	0.000000	1250.000
COSTX4	1150.000	0.000000
X4	0.000000	1150.000
COSTX5	1125.000	0.000000
X5	0.000000	1125.000
COSTX6	1125.000	0.000000
X6	0.000000	1125.000
COSTX7	1200.000	0.000000
X7	0.000000	1200.000
COSTX8	1200.000	0.000000
X8	27.00000	1200.000
AHP	10.67600	0.000000
COSTX12	975.0000	0.000000
COSTX22	1100.000	0.000000
COSTX32	1050.000	0.000000
COSTX42	1050.000	0.000000
COSTX52	975.0000	0.000000
COSTX62	975.0000	0.000000
COSTX72	1050.000	0.000000
COSTX82	1050.000	0.000000
Row	Slack or Surplus	Dual Price

1	87400.00	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	47.00000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	-50.00000
9	0.000000	-50.00000
10	0.000000	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	0.000000
13	0.000000	0.000000
14	0.000000	0.000000
15	0.000000	0.000000
16	0.000000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	0.000000	0.000000
20	0.000000	-27.00000
21	0.000000	0.000000
22	80.00000	0.000000
23	0.000000	0.000000
24	60.00000	0.000000
25	48.00000	0.000000
26	50.00000	0.000000
27	45.00000	0.000000
28	45.00000	0.000000
29	33.00000	0.000000