

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VERİ ZARFLAMA YÖNTEMİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ
-OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA-**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Z. Didem Çolakel**

Anabilim Dalı : İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ

Programı : İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ

MART 2006

**VERİ ZARFLAMA YÖNTEMİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ
-OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA-**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Z. Didem Çolakel
(507011040)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 31 Ocak 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 1 Şubat 2006**

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Demet BAYRAKTAR

Diğer Jüri Üyeleri : Doç.Dr. Tufan Vehbi KOÇ (İTÜ)

Yrd. Doç. Dr. Ferhan ÇEBİ (İTÜ)

MART 2006

ÖNSÖZ

Firmaların artan rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmeleri için birlikte çalışacakları tedarikçileri belirlemeleri firmalar açısından çok önemli bir karardır. Bu çalışmada sonuçlarının etkileri açısından çok önemli ve çok kriterli bir problem olan tedarikçi seçiminde veri zarflama analizi ve maksimum-minimum yaklaşımı kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmayı yaparken bana her konuda destek veren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Demet BAYRAKTAR'a, her zaman olduğu gibi bu çalışmada da yanımda olan aileme, tüm arkadaşlarıma ve özellikle Metehan Genç'e teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2005, İstanbul

Z.Didem ÇOLAKEL

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
2. TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME VE SEÇİM SÜRECİ	3
2.1. Tedarikçi Değerlendirme ve Seçim Sürecine Giriş	3
2.2. Literatür Araştırması	3
2.3. Problem Tanımı ve Kriterlerin Formülasyonu İçin Karar Yöntemleri	10
2.4. Uygun Tedarikçilerin Ön Değerlendirilmesi İçin Karar Yöntemleri	11
2.4.1. Kategoriksel yöntemler	11
2.4.2. Veri zarflama analizi	11
2.4.3. Kümelenendirme analizi	13
2.4.4. Vaka tabanlı sonuçlandırma yöntemi	14
2.5. Nihai Seçim İçin Karar Modelleri	14
2.5.1. Doğrusal ağırlıklandırma modelleri	14
2.5.2. Toplam maliyet sahipliği modelleri	14
2.5.3. Matematiksel programlama modelleri	15
2.5.4. İstatistiksel modeller	15
2.5.5. Yapay zeka tabanlı modeller	17
3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA)	19
3.1. Veri Zarflama Analizine Giriş	19
3.2. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları	20
3.2.1. Karar birimlerinin seçilmesi	20
3.2.2. Girdi ve çıktı kümelerinin seçilmesi	20
3.2.3. Veri zarflama analizi ile görelî etkinlik ölçümü	21
3.2.4. Her bir karar birimi için detay analizi	21
3.2.5. Sonuçların değerlendirilmesi	21
3.3. Girdiye Yönelik Veri Zarflama Analizi Modelleri	22
3.3.1. Girdiye yönelik oransal veri zarflama analizi modeli	22
3.3.2. Girdiye yönelik ağırlıklı veri zarflama analizi modeli	24
3.3.3. Girdiye yönelik veri zarflama analizinin zarflama modeli	25

3.4. Çıktıya Yönelik Veri Zarflama Analizi Modelleri	27
3.4.1. Çıktıya yönelik oransal veri zarflama analizi modeli	27
3.4.2. Çıktıya yönelik ağırlıklı veri zarflama analizi modeli	28
3.4.3. Çıktıya yönelik veri zarflama analizinin zarflama modeli	29
4. MAKSİMUM-MİNİMUM YAKLAŞIMI	32
4.1. Maksimum-Minimum Yaklaşımına Giriş	32
4.2. Maksimum-Minimum Yaklaşımının Uygulama Aşamaları	32
5. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE VZA İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ	35
5.1. Otomotiv Sektörü	35
5.1.1. Otomotiv sektörüne giriş	35
5.1.2. Otomotiv sektöründe tedarik zinciri yönetimi	36
5.1.3. Otomotiv sektöründe tedarikçi seçim süreci	38
5.2. Otomotiv Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmanın Tanıtımı	40
5.3. Firmada Tedarikçi Seçim Süreci	40
5.4. VZA ile Tedarikçi Seçim Modelinin Kurulması ve Çözümü	41
5.5. Girdiye Yönelik Ağırlıklı VZA ile Modelin Kontrolü	74
5.6. Maksimum-Minimum Yaklaşımı ile Tedarikçi Seçimi	75
6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	78
KAYNAKLAR	82
EKLER	85
ÖZGEÇMİŞ	87

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Dickson'un Tedarikçi Seçim Kriterleri	5
Tablo 2.2. Tedarikçi Değerlendirme Teknikleri.....	8
Tablo 2.3. Tedarikçi Seçimi Temel Yapısı.....	9
Tablo 2.4. Satın Alma Durumlarının Sınıflandırılması.....	10
Tablo 2.5. VZA Çalışma Örnekleri ve Önemli Sonuçları.....	12
Tablo 2.6. Tedarik Zinciri Yönetiminde VZA Çalışma Örnekleri.....	13
Tablo 2.7. Tedarikçi Seçim Modellerinin Sınıflandırılması.....	16
Tablo 5.1. Tedarik Zinciri Optimizasyonun İşletmeye Sağladığı Katma Değer.....	38
Tablo 5.2 . Otomotiv Sektöründe Rekabeti Belirleyen Faktörler.....	39
Tablo 5.3. Otomotiv Firmasının Tedarikçi Değerlendirme Puanları.....	41
Tablo 5.4. Plastik Parça Tedarikçileri Girdi/Çıktı Kriterleri.....	43
Tablo 5.5. B Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri.....	46
Tablo 5.6. D Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri.....	49
Tablo 5.7. E Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri.....	51
Tablo 5.8. F Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri.....	53
Tablo 5.9. G Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri.....	55
Tablo 5.10. H Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri.....	57
Tablo 5.11. I Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri.....	59
Tablo 5.12. J Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri.....	61
Tablo 5.13. N Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri.....	66
Tablo 5.14. O Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri.....	68
Tablo 5.15. P Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri.....	70
Tablo 5.16. R Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri.....	72
Tablo 5.17. Girdiye Yönelik Veri Zarflama Analizinden Elde Edilen Sonuçlar.....	73
Tablo 5.18. Maksimum-Minimum Yaklaşımı Tedarikçi Performans Değerleri.....	77
Tablo A.1. Tedarikçi Değerlendirme Formu.....	85

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Endüstrideki gelişmelerin birincil satın alma kararlarının karmaşıklığı üzerindeki etkisi.....	6

SEMBOL LİSTESİ

n	: Karar birimi adedi
m	: Girdi adedi
p	: Çıktı adedi
k	: etkinliği ölçülen karar
u_r	: k karar birimi tarafından r . çıktıya verilen ağırlık
v_i	: k karar birimi tarafından i . girdiye verilen ağırlık
Y_{rk}	: k karar birimi tarafından üretilen r . çıktı
X_{ik}	: k karar birimi tarafından üretilen i . girdi
Y_{rj}	: j . karar birimi tarafından üretilen r . çıktı
X_{ij}	: j . karar birimi tarafından üretilen i . girdi
ε	: Yeterince küçük pozitif bir sayı
α	: Büzülme katsayısı
λ_j	: j . karar biriminin aldığı yoğunluk değeri
s_i^-	: k . karar biriminin i .girdisine ait atıl değer
s_r^+	: k . karar biriminin r .çıktısına ait atıl değer
β	: Çıktıya ait genişleme katsayısı
θ_j	: j . karar biriminin aldığı yoğunluk değeri
σ_i^-	: k . karar biriminin i .girdisine ait atıl değer
σ_r^+	: k . karar biriminin r .girdisine ait atıl değer
y_r^*	: Tüm tedarikçiler içinden r . çıktının en iyi değeri
x_i^*	: Tüm tedarikçiler içinden i . girdinin en iyi değeri

VERİ ZARFLAMA YÖNTEMİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ - OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, ticari taşıt üretmekte olan bir otomotiv firmasında veri zarflama analizi ile maksimum-minimum yöntemlerinin bir arada kullanılmasıyla tedarikçi değerlendirme süreci için bir karar destek sistemi önerisinde bulunmaktır.

Geleneksel tedarikçi değerlendirme yöntemleri öncelikli olarak finanssal ölçümleri karar verme sürecinin içine alırken, daha güncel olanlar bu değerlendirme için sadece fiyat kriterinin yeterli olmadığını, bunun yanı sıra başka kriterlerin de göz önüne alınması gerektiğini göstermişlerdir. Fiyat kriterinin yanı sıra diğer kriterlerin değerlendirme sürecine alınması zaman içinde yapılan çalışmaların ve rekabet artışının bir nedeni olarak ortaya çıkmıştır. Bu konuda literatürde birçok çalışma yapılmış fiyat faktörünün yanı sıra tedarikçi seçiminde etkili olan başlıca teslimat performansı ve kalite olmak üzere birçok başka faktörün de etkili olduğu ortaya konulmuştur.

Tedarikçi seçme probleminin bu kadar önemli bir noktaya gelmesindeki bir neden de çalışılan tedarikçi sayısının işletme açısından önemlidir. Uzun süre firmalar grev, kalite problemleri gibi sorunlarla karşılaştığı durumda tek bir tedarikçiye bağımlılıktan kurtulmak ve bir ürünün temininde çok sayıdaki tedarikçi arasında bir rekabet ortamı yaratabilmek amacıyla birçok tedarikçiyle aynı anda çalışmayı sürdürmüşlerdir. Ancak günümüzde firmalar az sayıda tedarikçi veya tek bir ana tedarikçi ile uzun süreli iş ilişki geliştirme yoluna gitmektedirler. Bu da ancak doğru tedarikçilerin seçilmesiyle gerçekleştirilebilecek olan bir yaklaşımdır.

Bu çalışmada çok kriterli sistemleri değerlendirmedeki kullanışlılığı nedeniyle literatürde de tedarikçi değerlendirme sürecinde geniş bir uygulama alanı bulmuş olan veri zarflama analizi (VZA) kullanılmıştır. Tedarikçi seçme problemi çok kriterli bir karar problemidir ve VZA tedarikçileri belli bir ürün için değerlendirmede kullanılmaktadır. VZA genel olarak birçok kriterle amaçların göreceli verimliliklerini

hesaplayan bir matematiksel programlama tekniğidir. VZA'nın çözümünde her bir karar birimi için model çözülür ve amaç fonksiyonu 1'e eşit olan karar birimleri etken olarak değerlendirilir. Etken olmayan karar birimlerin amaç fonksiyonundan olan uzaklıkları incelenip etken bir karar birimine benzetilmeye çalışılır.

VZA yönteminin yanı sıra çalışmada yer alan tedarikçiler aynı kriterler altında ikinci kez maksimum-minimum modeli ile değerlendirmeye alınmıştır. Maksimum – minimum yaklaşımının ardındaki anlayış, satın alıcı tarafından oluşturulmuş olan en iyi hedef ölçümleri karşısında bir tedarikçinin performansını maksimize ve minimize etmektir ile her bir tedarikçi için iki tane performans ölçümü konulur. Burada yüksek değerler daha iyi seviye performansa karşılık gelmektedir. Birinci model tedarikçinin en iyi olduğu alanları belirlerken, ikinci model en kötü olduğu alanları belirlemektedir.

Çalışmanın sonuç bölümünde VZA yönteminden elde edilen sonuçlar ve maksimum-minimum yaklaşımından elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak modelde yer alan otomotiv firmasının gerçek şartlarda iki adet etkin, iki adet de etkin olmayan tedarikçi ile çalışmakta olduğu belirlenmiştir.

SUPPLIER SELECTION WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS- AN APPLICATION IN AUTOMOTIVE INDUSTRY

SUMMARY

In this study data envelopment analysis and maximum-minimum analysis methods have been used together in a commercial vehicle producing automotive company in order to study the supplier evaluation process.

Traditional supplier evaluation methods primarily takes financial criteria in the decision-making process while the recent ones shows that cost factor is not enough and also take some other criteria in the account. This is a normal result of increasing competition between companies. The first study in this area has been done by Dickson (1966). Dickson shows cost, quality and delivery performance are the most important criteria in supplier selection. Woodside and Vyas (1987) suggested that management would generally will to pay 4-6% higher than the lowest acceptable bid if the product performance is superior. Weber et al. (1991) compared the supplier selection methods and concluded that the *quality* is the first factor with the highest rate followed by delivery performance and cost. As a result in today studies there are many other criteria are being used instead of cost.

Another reason that brings the supplier selection problem to an important point is the importance of supplier number working with the company. Previously companies choose to work with more suppliers to overcome the strike and quality problems and to create a competition area between the suppliers. But today companies choose to have a long and trustful relation with fewer amounts of suppliers and this relation can be achieves with a correct supplier chosen by a correct method.

In supplier selection process because of the usefulness in the measuring performance of suppliers, data envelopment analysis commonly is being used in literature. Supplier selection is a multi-criteria method and DEA is being used to evaluate the suppliers of a specific product. DEA was by Charnes et al. (1978) and generally can

be defined as a mathematical model calculating the relative efficiencies of the objectives. Relative efficiency measurement of DEA can be summarized as follows:

- Identifies the best observations producing the maximum outputs by using minimum inputs in any observation set.
- Assumes the mentioned border as “reference” and measures the distance of the ineffective decision unit to this border as radial.

In the solution of DEA for each decision unit, model is solved and decision units with objective functions equal to “1” are evaluated as effective. The distance of ineffective decision units to the objective function is reviewed while the aim in the model is to make the ineffective decision unit same with the effective decision unit.

In the study the inputs used in the DEA, which mostly concentrates on the strong sides of the supplier, are again taken in the evaluation process in the max-min evaluation method. The concept behind the max-min approach is to maximize and minimize the performance of a supplier against the best target measures set by the buyer. The combination of models utilized in this approach provides two measures of performance of each supplier, where higher values indicate better levels of performance. In the study performance measures get from DEA are compared with the results get from max-min analysis. In the study exterior trim part suppliers have been involved in the evaluation process. From this point of view rejected part amount, cost and the location of the supplier are taken as input criteria. Output criteria used in the study are quality and delivery performance.

1. GİRİŞ

1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı

Küreselleşme ile artan rekabet ortamı firmaları varlıklarını sürdürebilmeleri için sadece fiyat ya da kalite olmak üzere bir alanda değil tüm kriterlerde üstün ve sürekli gelişen bir konumda olmaya zorlamaktadır. Bu da ancak firmaların kendi gelişimlerinin yanı sıra içinde yer aldıkları zincirin her bir halkasının gelişmesiyle sağlanabilir. Bu halkalardan firmadan sonra en önemli etkiye sahip olanı firmanın beraber çalıştığı tedarikçileridir.

Rekabetin en üst düzeylerde olduğu sektörlerin başında otomotiv sektörü yer almaktadır. Bu noktadan çıkışla bu çalışmanın amacı, ticari taşıt üretmekte olan bir otomotiv firmasında veri zarflama analizi ile maksimum-minimum yöntemlerinin bir arada kullanılmasıyla tedarikçi değerlendirme süreci için bir karar destek sistemi önerisinde bulunmaktır.

Çalışmada yer alan modellerde ticari taşıtlar için plastik parçalar üretmekte olan toplam 17 tedarikçi değerlendirmeye alınmıştır. Tedarikçi seçiminde kullanılan matematiksel modellerden birincisi benzer işler yapan, çoklu girdi/çıktıya sahip organizasyonel birimlerin göreceli etkinliklerini ölçmede kullanılan matematiksel programlama tabanlı veri zarflama analizi yöntemidir. İkinci model ise, satın alıcı tarafından oluşturulmuş olan en iyi hedef ölçümleri karşısında amacı bir tedarikçinin performansını maksimum ya da minimum kılmak olan maksimum-minimum yaklaşımıdır.

Bu çalışmada öncelikle tedarikçi değerlendirme ve seçim süreç aşamalarına yer verilmiştir. Bu konuda literatürde yer alan çalışmalar değerlendirilmiştir.

Çalışmada yer alan sırasıyla üçüncü ve dördüncü bölümlerde çalışmada kullanılan matematiksel programlar olan VZA ve maksimum-minimum yaklaşımı modelleri matematiksel olarak açıklanmaya çalışılmış, yöntemlerin uygulanması için gerekli adımlar açıklanmıştır.

Beşinci bölümde öncelikle otomotiv sektörü hakkında genel bir bilgi verilmiştir. Bu bölümün devamında çalışmada yer alan iki ayrı matematiksel model için uygulama gerçekleştirilip elde edilen sonuçlar ortaya konulmuştur.

Son bölümde ise uygulanan modellerden elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve öneriler sunulmuştur.

2. TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME VE SEÇİM SÜRECİ

2.1 Tedarikçi Değerlendirme ve Seçim Sürecine Giriş

Firmaların artan rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmek amacıyla uygun tedarikçilerle çalışmaları gerekmektedir ve bu noktada tedarikçi seçimi firmalar açısından çok kriterli bir karar verme problemi olarak ortaya çıkmaktadır. 1943 yılında yayımlanmış olan en eski satın alma çalışmalarından birinde Levis'in "Satın alma çalışanlarına ait sorumluluklardan iyi bir tedarik kaynağı seçmekten daha önemli bir sorumluluk yoktur, hatta bazı durumlarda bu satın almadaki en önemli tek faktördür" şeklinde bir açıklaması yer almaktadır (Vokurka ve diğ., 1996). Aynı zamanda artan rekabet koşulları ve işletmelerin süreçlerinde esnek olmaları gerekliliği, işletmelerin tedarikçilerine daha fazla sorumluluk yüklemelerini de beraberinde getirmiştir. İşletmeler, işbirliği içerisinde oldukları tedarikçi sayılarını azaltırken, tedarikçileriyle arasındaki güven unsurunu da daha çok vurgulamışlardır. İşletmeler ile tedarikçileri arasında uzun dönemli ilişkiler önem kazanırken, işletmelerle tedarikçileri arasında bilgi paylaşımı da önemli bir koşul olmuştur (Chandra ve diğ., 2000).

2.2 Literatür Araştırması

Organizasyonlar tedarikçilere bağımlı hale gelmeye başladıkça satın alma kararı üzerindeki direkt ve dolaylı etkiler çok daha önemli hale gelmeye başlamıştır. Örneğin endüstri firmalarında satın alma stratejilerini ve karlılık öğelerini oluşturmada satın almanın payı toplamda %50–90 arasında bir orana yükselmiştir. Ticaretteki küreselleşme ve internet ağlarının gelişimi tedarikçi kümesini genişletmiştir. Bunun yanı sıra müşteri taleplerindeki değişkenlik daha esnek ve hızlı tedarikçi seçimini gerektirmektedir (De Boer ve diğ., 2001).

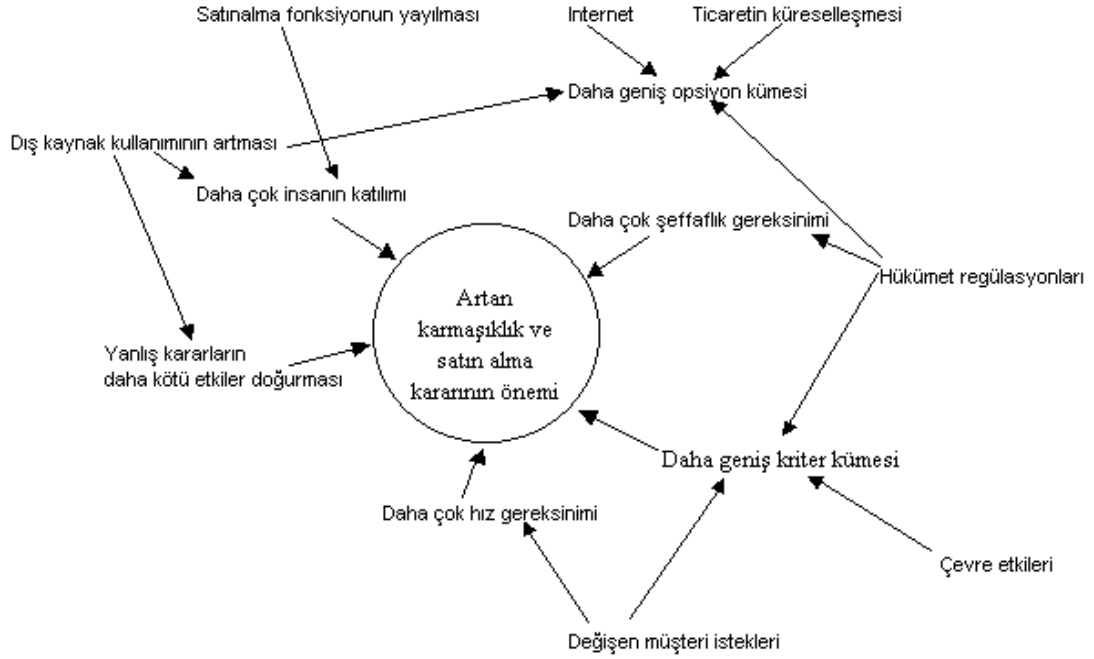
Geleneksel tedarikçi değerlendirme yöntemleri öncelikli olarak finansal ölçümleri karar verme sürecinin içine alırken, daha güncel olanlar bu değerlendirme için sadece fiyat kriterinin yeterli olmadığını, bunun yanı sıra başka kriterlerin de göz önüne

alınması gerektiğini göstermişlerdir. Fiyat kriterinin yanı sıra diğer kriterlerin değerlendirme sürecine alınması zaman içinde yapılan çalışmaların ve rekabet artışının bir nedeni olarak ortaya çıkmıştır. Bu alandaki ilk çalışma Dickson (1966) tarafından gerçekleştirilmiştir. Dickson (1966), 170 satın alma müdüründen elde ettiği deneysel veriler sonucunda maliyet, kalite ve teslimat performansının tedarikçi seçiminde en önemli üç kriter olduğunu ortaya koymuştur (Talluri, 2001). Woodside ve Vyas (1987), ürün performansının çok iyi olduğu takdirde yönetimin %4-6 oranında daha fazla fiyatı kabul edeceğini iddia etmişlerdir. Weber ve arkadaşları (1991), tedarikçi değerlendirme yöntemlerini karşılaştırarak *kalitenin* en yüksek oranla ilk sırada yer alan faktör olduğu sonucuna varmışlardır. Bu faktörü *teslimat performansı* ve *maliyet* izlemektedir. Literatürde yer alan birçok çalışma yöneticilerin sadece düşük fiyat avantajını göz önünde tutarak tedarikçileri belirlemediklerini kalite ve teslimat performansı gibi diğer kriterleri de göz önünde tuttuklarını ortaya koymuştur (Verma, R. 1998). Sonuç olarak günümüzde tedarikçi değerlendirme analizinde tek bir kriterin (fiyat ya da kalite) yanı sıra, çeşitli kriterler değerlendirmeye alınmaktadır. Dickson (1966), çalışmasında 23 adet tedarikçi seçim kriteri ortaya koymuştur. Bu kriterler Tablo 2.1’de verilmiştir.

Artan rekabet, gelişen teknoloji ve birçok kriterin tedarikçi seçiminde önemli hale gelmesi satın alma kararını çok daha önemli bir noktaya getirmiştir. Günümüz şartlarında bu karar zor ve karmaşık bir yapıya dönüşmektedir. Satın alma kararının karmaşıklığı ve önemi Şekil 2.1’de görülmektedir.

Tablo 2.1: Dickson'un Tedarikçi Seçim Kriterleri (Liu ve diğ., 2000)

<i>Seviye</i>	<i>Faktör</i>
1	Kalite
2	Teslimat
3	Geçmiş performans
4	Garanti ve şikayet politikası
5	Üretim yöntemleri ve kapasitesi
6	Fiyat
7	Teknik kapasite
8	Finansal pozisyon
9	Prosedürlere uyum
10	İletişim sistemi
11	Tanınmışlık ve endüstrideki konumu
12	İş için isteklilik
13	Yönetim ve organizasyon
14	İşlem kontrolleri
15	Tamir Servis
16	Davranış
17	Etki
18	Paketleme yeteneği
19	İşçi ilişkileri kayıtlar
20	Coğrafi konum
21	Geçmiş işlerin miktarı
22	Eğitim olanakları
23	Karşılıklı anlaşma



Şekil 2.1 Endüstrideki gelişmelerin Birincil Satın Alma Kararlarının Karmaşıklığı Üzerindeki Etkisi (De Boer, 1998)

Toplam kalite yönetimi ve tam zamanında üretim kavramlarının birçok firmada uygulama alanı bulması ile tedarikçi seçimi çok daha önemli bir noktaya gelmiştir. Tedarikçi seçme probleminin bu kadar önemli bir noktaya gelmesindeki bir neden de çalışılan tedarikçi sayısının işletme açısından önemidir. Uzun süre firmalar grev, kalite problemleri gibi sorunlarla karşılaştığı durumda tek bir tedarikçiye bağımlılıktan kurtulmak ve bir ürünün temininde çok sayıdaki tedarikçi arasında bir rekabet ortamı yaratabilmek amacıyla birçok tedarikçiyle aynı anda çalışmayı sürdürmüşlerdir. Ancak günümüzde firmalar az sayıda tedarikçi veya tek bir ana tedarikçi ile uzun süreli iş ilişkisi geliştirme yoluna gitmektedirler. Bu da ancak doğru tedarikçilerin seçilmesiyle gerçekleştirilebilecek olan bir yaklaşımdır.

Weber ve arkadaşlarının (1991) tedarikçi seçim yöntemlerindeki kapsamlı araştırmaları sonucunda 76 makaleden 47'sinde birden çok kriterin göz önüne alındığı ortaya konmuştur. Çeşitli makalelerde yer alan farklı değerlendirme yöntemleri Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2'de belirtilen tedarikçi seçim yöntemlerinden her birinin değerlendirme sürecinde üstün ve zayıf yanları mevcuttur. Bu çalışmada bu yöntemlerden veri zarflama analizi ve maksimum-minimum yöntemleri üzerinde durulmuştur.

De Boer ve diğ.. (2001) alışmalarında tedarikçi seçim metotlarını incelemek üzere bir iskelet yapı kurmuşlardır. Bu yapının bir ekseni karmaşı ve günümüz satın alma işlevinin öneminin çeşitliliğini içerirken diğ er eksen tedarikçi seçim prosesindeki farklı fazları içerir. Bu fazlar dört adımda sıralanabilir. De Boer ve diğ. (2001) alışmalarında belirttikleri üzere tedarikçi seçim problemi genel olarak dört aşamadan oluşur. Bunlar:

- Tedarikçi seçimi ile tam olarak ne elde edilmesinin amaçlandığının ortaya konulması
- Kriterlerin belirlenmesi
- Uygun tedarikçilerin sınıflandırılması
- Son kararın verilmesi

De Boer ve diğ.. (2001) tarafından kurulmuş olan temel yapı Tablo 2.3’de görölmektedir.

Tablo 2.2: Tedarikçi Değerlendirme Teknikleri (Talluri ve Narasimhan, 2001)

Değerlendirme Teknikleri	Yazarlar
Ağırlıklandırılmış Doğrusal Modeller	Lambeson ve diğ. (1976), Timmerman (1986), Wind ve Robinson (1968)
Doğrusal Programlama	Pan (1989), Turner (1988)
Karma Tamsayılı Programlama	Weber ve Current (1993)
Gruplama Metotları	Hinkle ve diğ. (1969)
Analitik hiyerarşi yöntemi	Barbarosoglu ve Yazgac (1997), Hill ve Nydick (1992), Narasimhan (1983)
Analitik Şebeke Yöntemi	Sarkis ve Talluri (2002)
Matris modeli	Gregory (1986)
Çok-amaçlı programlama	Weber ve Ellram (1993)
Sahipliğin toplam maliyeti	Ellram (1995)
Kişisel değerlendirme modelleri	Patton (1996)
Faaliyet tabanlı maliyetlendirme yaklaşımı	Roodhooft ve Konnings (1996)
Temel Bileşen Analizi	Petroni ve Braglia (2000)
Veri Zarflama Analizi	Narasimhan ve diğ. (2001), Talluri (2002), Weber ve Desai (1996) Weber ve arkadaşları (1998)
Açıklayıcı Yapısal Modelleme	Mandal ve Deshmukh (1994)
Oyun Modelleri	Talluri (2002)
İstatistiksel Analiz	Mummalaneni ve arkadaşları (1996)
Ayrık Seçim Analizi Deneyleri	Verma ve Pullman (1998)
Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci	Kahraman v.d. (2003)
Nötr ağlar	Siying ve diğ.(1997)

Tablo 2.3: Tedarikçi Seçimi Temel Yapısı (De Boer, 1998)

	<i>Yeni Göre v</i>	<i>Değiştirilmiş Yeniden Satın Alma (Değişen maddeler)</i>	<i>Doğrudan Yeniden Satın Alma (Rutin maddeler)</i>	<i>Doğrudan Yeniden Satın Alma (Stratejik Dar Boğaz)</i>
Problemin Tanımı	Bir tedarikçi kullanılacak mı kullanılmayacak mı? Değişen önem	Daha çok, daha az veya diğer tedarikçilerin kullanımı? Orta/yüksek önem Tekrar eden karar	Mevcut tedarikçinin değiştirilmesi? Az/orta önem Tekrar eden karar	Tedarikçi ile nasıl temas edilmeli? Yüksek önem Tekrar eden değerlendirme
Kriterin formüle edilmesi	Tedarikçilerle ilgili hiçbir geçmiş veri yok	Tedarikçilerle ilgili geçmiş veriler mevcut	Tedarikçilerle ilgili geçmiş veriler mevcut	Tedarikçilerle ilgili geçmiş veriler mevcut, henüz çok az gerçek seçim var
Değerlendirme	Daha önceden kullanılmış kriterler mevcut değil Değişen önem Küçük ilk tedarikçi kümesi Derecelendirme yerine sınıflandırma Hiçbir geçmiş kayıtlar mevcut değil	Daha önceden kullanılmış kriterler mevcut Geniş ilk tedarikçi kümesi Derecelendirmenin yanı sıra sınıflandırma Geçmiş kayıtlar mevcut	Daha önceden kullanılmış kriterler mevcut Geniş ilk tedarikçi kümesi Derecelendirme yerine sınıflandırma Geçmiş kayıtlar mevcut	Daha önceden kullanılmış kriterler mevcut Çok küçük ilk tedarikçi kümesi Derecelendirme yerine sınıflandırma Geçmiş kayıtlar mevcut
Seçim	Küçük ilk tedarikçi kümesi Sınıflandırma yerine derecelendirme Çok sayıda kriter Çok fazla etkileşim Hiçbir geçmiş kayıtlar mevcut değil Değişen önem Model bir kere kullanıldı	Küçükten orta genişliğe ilk tedarikçi kümesi Sınıflandırma yerine derecelendirme Ayrıca: hacim nasıl dağıtılacak? Az sayıda kriter Az etkileşim Geçmiş veriler mevcut Model tekrar kullanıldı	Küçükten orta genişliğe ilk tedarikçi kümesi Sınıflandırma yerine derecelendirme Az sayıda kriter Az kriter Geçmiş veriler mevcut Model tekrar kullanıldı Çok tedarikçi yerine tek tedarikçi	Çok küçük ilk tedarikçi kümesi (genellikle sadece bir) Geçmiş veriler mevcut Seçim yerine değerlendirme Tek tedarikçi

Literatürde bazı yazarlar (Fisher, 1970; Faris ve diğ., 1967 ve Bunn, 1993) satın alma ve tedarikçi seçimindeki değişken karmaşıklığının üzerinde durmuşlardır. Faris ve diğ.. (1967) karmaşıklığı üç ana duruma ayırmışlardır. Bu durumların özellikleri Tablo 2.4’de görülmektedir. Tabloda da belirtildiği üzere yeni görev durumları belirsizlik seviyelerinin en yüksek durumda olmasından dolayı en karmaşık olan durumdur.

Tablo 2.4: Satın Alma Durumlarının Sınıflandırılması (Faris ve diğ., 1967)

Yeni görev durumu	Tamamen yeni ürün/hizmet; hiçbir geçmiş tecrübe yok Hiçbir (bilinen) tedarikçi yok Yüksek seviyede belirsizlik Yoğun problem çözümü; grup içi karar oluşturma
Değiştirilmiş yeniden satın alma	Bilinen tedarikçilerden temin edilmek üzere yeni ürün/servis Yeni tedarikçilerden tedarik edilecek mevcut (değiştirilmiş) ürünler Orta seviyede belirsizlik Daha az yoğunlukta problem çözümü
Doğrudan satın alma	Tedarikçiler ve özellikler hakkında tam bilgi Bir siparişi mevcut kontrat ve anlaşmalar doğrultusunda vermeyi içerir

2.3 Problem Tanımı ve Kriterlerin Formülasyonu İçin Karar Yöntemleri

Karar yöntemleri, problem tanımı için karar alıcının karar ve olası alternatifleri sorgulamasında karar alıcıyı destekler. Kriterlerin formülasyonu ile ilgili olarak literatürde iki çalışma ortaya konulmuştur. Mandal ve Deshmukh (1994) grup değerlendirilmesine dayanan yorumlayıcı yapısal bir model önermektedir. Bu model ile grafiksel bir model üzerinden tedarikçi seçim kriterleri arasındaki ilişkiler belirlenip yorumlanır. Bu model satın alıcıya bağımlı kriterleri ve bağımsız kriterlerin ayrılmasında yardımcı olur. Vokurka, Choobineh ve Vadi (1996) ise tedarikçi seçim prosesinin çeşitli fazlarını içeren bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Bu uzman sisteme dayanan bilgi mevcut literatür ve uzman bir satın alma müdüründen yararlanılarak geliştirilmiştir.

2.4 Uygun Tedarikçilerin Ön Değerlendirilmesi İçin Karar Yöntemleri

Ön değerlendirme tüm tedarikçi kümesinin daha küçük ve kabul edilebilir tedarikçi kümesine daraltılması prosesidir. Basit olarak ön değerlendirme derecelendirme yerine sınıflandırma prosesidir. Boer, Labro ve Morlacchi (1998) tarafından tedarikçilerin değerlendirilmesi yerine sınıflandırılması süreci ortaya konulmuştur. Sınıflandırma yöntemleri dört kategoride toplanmıştır.

2.4.1 Kategoriksel Yöntemler

Sınıflandırma yöntemlerinden birincisi olan kategoriksel metotlar, tedarikçinin geçmiş verilerine ve satın alıcının geçmiş tecrübelerine dayanarak tedarikçi kriterlerini negatif, pozitif veya nötr olarak sınıflandırır. Kategoriksel modellerin literatürdeki uygulamalarına örnek olarak Zenz (1981) ve Timmerman (1986) verilebilir.

Kategoriksel metodun en önemli avantajı değerlendirme prosesini açık ve sistematik bir yolla yapılandırılmasını sağlamasıdır. Ancak bunun yanı sıra bu yöntem her bir kriterin göreceli olarak önemini ortaya koyamaz. Diğer bir dezavantajı ise bu sistem kullanılarak oluşturulan kararların tamamen sübjektif olmasıdır (Vokurka ve diğ., 1996). Kategoriksel yöntemdeki en önemli kısıt tedarikçi performansını belirlemek için uygun ağırlık değerlerini belirlemektir.

2.4.2 Veri Zarflama Analizi

Diğer bir metot olan veri zarflama analizi, tedarikçilerin verimlilik oranlarına dayanarak tedarikçileri verimli veya verimsiz olarak sınıflandırır. Veri zarflama analizi tedarikçileri sınıflandırmanın yanı sıra verimli olmayan tedarikçileri verimli hale getirmek için gerekli olan noktalar üzerinde de durur. Veri zarflama analizi yönteminde literatürde yer alan çalışmalardan bazıları, Weber ve Ellram (1992), Weber ve Desai (1996), Weber ve diğ. (1998), Papagapiou ve diğ. (1996) ve Liu ve diğ. (2000)'dir. Easton ve diğ. (2002) çalışmalarında petrol endüstrisindeki firmaların satın alma verimliliğini karşılaştırmak üzere bir veri zarflama modeli geliştirmişlerdir.

VZA, bir firma veya departmanın performansını benzer firma veya departmanlarla karşılaştırabilmesi için bir ölçü sağlar. Veri zarflama analizinden genel olarak iki alanda yararlanılabilir. Birincisi bir firma içinde yer alan departman kendi

verimliliğini başka firmalardaki kendisine karşılık gelen departmanlarla karşılaştırabilir. İkinci olarak ise bir departman veya firmanın zaman içindeki performansını kıyaslamak amaçlı kullanılabilir (Easton ve diğ., 2002).

VZA ilk olarak kar amacı gütmeyen alanlarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Veri zarflama analizi hastane verimsizliklerinin ölçümünde (Sherman, 1986); doğal parkların verimliliğinin belirlenmesinde (Rhodes, 1986) ve kar amacı gütmeyen enstitülerin verimliliğinin hesaplanmasında (Ahn ve diğ., 1989) kullanılmıştır. VZA kullanım alanlarını gösteren çalışma Tablo 2.5’de görülmektedir.

Tablo 2.5: VZA Çalışma Örnekleri ve Önemli Sonuçları (Easton ve diğ., 2002)

Yazar	Uygulama	Katkıları
Sherman (1986)	Yedi bakım hastanesinin tıbbi alanlarında	1. Daha önceden regresyon veya tek oran analizi ile belirlenemeyen verimsizlik birimlerinin belirlenmesi 2. Girdi/ çıktı analizleri 3. Verimsizlik kaynaklarını belirlenmesi
Rhodes (1986)	Sekiz doğal park ve tarihi alanlar	1. Politika sorularının cevaplanması 2. Personel yerleştirme kararları 3. Kaynak yerleştirme
Ahn ve diğ. (1989)	Texas üniversite sistemi	1. Çok girdi ve çıktıyı hesaplayabilme. 2. Tek oranlar ve regresyon arasındaki farkların görüntülenmesi 3. Alternatif aksiyon durumları için oranların belirlenmesi
Charnes ve diğ. (1989)	Texas elektrik işletmeleri	1. VZA, oranlar ve regresyonun karşılaştırılması 2. 670 bireysel oran bir indekse indirilmesi

Veri zarflama analizi ayrıca özel/ kar amacı güden sektörlerde de kullanılmıştır. Bunun yanı sıra VZA tedarik zinciri yönetimi araştırmalarında da kullanılmıştır. VZA’nın bu alandaki kullanımı Tablo 2.6’da görülmektedir.

Tablo 2.6: Tedarik Zinciri Yönetiminde VZA Çalışma Örnekleri (Easton ve diğ., 2002)

Yazar	Uygulama	Katkıları
Weber ve Desai (1996)	Altı imalatçının performansının karşılaştırılması	1. Pazarlık için tedarikçilerin verimsizliklerini belirler 2. Verimliliği arttırmak için tedarikçinin performansının hangi noktalarının geliştirilmesi gerektiğini belirlemek üzere paralel koordinatların nasıl kullanılacağını ortaya koyar
Kleinsorge ve diğ. (1992)	Bir taşıyıcının boylamsal çalışması	1. Taşıyıcının verimlilik ve performans ölçütü olarak VZA'nın nasıl bir boylamsal ölçüt olarak kullanılacağını gösterir 2. Hesaplanamayan ölçütlerin VZA ile kullanımı
Metzger (1993)	Üretkenlik üzerinde kalitenin etkilerinin boylamsal çalışması	1. Üretkenlik üzerinde kalitenin boylamsal bir ölçütü olarak VZA'nın nasıl kullanılacağını gösterir 2. Sadece önemli girdilerin VZA'da kullanıldığını göstermek üzere regresyon kullanımı
Clarke ve Gourdin (1991)	17 bakım mağazasının araç bakım aktivitelerinin karşılaştırılması	1. Araç bakım faaliyetlerinin verimsizliklerini belirler 2. VZA'nın algılanan faydasını test eder

Bu çalışmanın üçüncü bölümünde veri zarflama analizi yönteminin detayları üzerinde durulmuştur.

2.4.3 Kümelendirme Analizi

Kümelendirme analizi belli sayıda maddeyi gruplandırmak için sınıflandırma algoritması kullanan basit bir istatistik yöntemidir. Burada maddeler sayısal skorlarla ifade edilir. Bir küme içindeki maddelerin skorları arasındaki fark en az iken kümeler arasında bu fark en çoklanmaktadır. Bu yöntem ilk kez Hinkle ve diğ. (1969) tarafından uygulanmış ve 20 yıl sonra Holt (1998) tarafından geliştirilmiştir.

2.4.4 Vaka Tabanlı Sonuçlandırma Yöntemi

Vaka tabanlı sonuçlandırma sistemleri yapay zeka yaklaşımı kategorisinde yer almaktadır. Temel olarak bu yöntem karar vericiye geçmiş benzer tecrübelerle dayanarak faydalı bilgiler sağlayan bilgisayar tabanlı bir veri tabanıdır. Ng ve diğ. (1995) tedarikçilerin ön değerlendirilmesi için veri tabanlı bir sonuçlandırma sistemi geliştirmişlerdir.

2.5 Nihai Seçim İçin Karar Modelleri

Tedarikçi seçiminin son adımı olan son karar aşamasında yer alan modeller; tedarikçilerin sayısı, envanter yönetimi ve modellemede kullanılan teknikler açısından üç sınıfa ayrılabilirler. Literatürde yer alan tedarikçi seçim modellerinin birçoğu belli bir ürün veya ürün grubu için tedarikçi seçimi üzerine durmaktadır. Bunun yanı sıra çok kararlı modeller satış miktarını, maliyet avantajlarını ve kaliteyi içeren ürün grupları için kararları göz önünde tutmaktadır. Yaklaşık olarak mevcut tedarikçi seçim modellerinin üçte ikisi “tek tedarikçi” veya “paket” modelleridir. Bu modeller tedarikçinin seçimini bir seferde bir ürün veya bir ürün grubu için gerçekleştirir. Ancak “çok tedarikçi” modeller farklı ürünler veya ürün grupları arasındaki etkileşimleri de dikkate alır. Tablo 2.7 tedarikçi seçim modellerinin sınıflandırılmasını göstermektedir.

2.5.1 Doğrusal Ağırlıklandırma Modelleri

Doğrusal ağırlıklandırma modellerinde kriterlere ağırlıklar atanır ve en yüksek ağırlık en önemli kriteri gösterir. Kriterlerin dereceleri ağırlıklarıyla çarpılıp toplanarak her bir tedarikçi için belli bir değer elde edilir. En yüksek toplam değere sahip olan tedarikçi seçilir. Basit doğrusal ağırlıklandırma modelleri genel olarak çalışma kitaplarında yer almaktadır. Bunlara örnek olarak Zenz (1981) ve Timmerman (1986) çalışmaları gösterilebilir.

2.5.2 Toplam Maliyet Sahipliği Modelleri

Toplam maliyet sahipliği modeli satın alınan maddelerin yaşam çevrimi boyunca ortaya çıkacak tüm maliyetleri göz önünde tutma prensibine dayanır. Monczka ve Trecha (1988) ve Smytka ve Clemens (1993) fiyat verilerinin elde edilmesi zor olan

servis ve teslimat performansı gibi kriterler için toplam maliyet yaklaşımını derecelendirme sistemleri ile birlikte kullanmışlardır.

2.5.3 Matematiksel Programlama Modelleri

Matematiksel programlama karar vericinin problem tanımını maksimize edilmesi gereken bir matematiksel amaç fonksiyonuna çevirmesini sağlar. Amaç fonksiyonunun değişken değerleri değiştirilerek maksimize edilmeye çalışılır.

Birçok MP modelleri (Pan, 1989; Chaudhry ve diğ., 1993; Rosenthal ve diğ., 1995; Sadrian ve Yoon 1994) önceden belirlenmiş kalite, servis ve teslimat kısıtlarını varsayar. Weber ve Desai (1996) seçilmiş olan tedarikçileri değerlendirmek üzere veri zarflama analizini önermişlerdir.

Weber, Current ve Desai (1998) MP ve VZA yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. Karpak ve diğ. (1999) tedarikçilerin seçimi ve siparişlerin tedarikçilere verilmesinde maliyetleri minimize etmek, kalite ve teslimat güvenilirliğini maksimize etmek amacıyla hedef programlamayı kullanmışlardır. Degraeve ve Roodhooft (1998-2000) aktivite-tabanlı maliyet bilgisini kullanarak tedarikçi seçimi ve stok yönetimi toplam maliyet sahipliğini minimize etmek üzere bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Deraeve ve diğ. (2000) bu modeli servis sektörüne genişleterek iş seyahatlerinde hava yolu seçimi modelini kurmuşlardır. Ghoudsypor ve O'Brian (1998) çalışmalarında analitik hiyerarşi programı ile matematiksel programlamayı bir arada kullanmışlardır.

2.5.4 İstatistiksel Modeller

İstatistiksel modeller tedarikçi seçiminde stokastik belirsizlikle ilgilenirler Ronen ve Trietsch (1988) sipariş teslim zamanının belli olmadığı bir durumda tedarikçi seçiminde bir karar destek sistemi kurmuşlardır. Soukoup (1987) derecelendirme modelinde kararlı olmayan talep için bir simülasyon çözümü ortaya koymuştur.

Tablo 2.7: Tedarikçi Seçim Modellerinin Sınıflandırılması (Tablo De Boer ve diğ. (2001) tarafından Degraeve ve diğ. (2000a) çalışmasından uyarlanmıştır.)

Tek Tedarikçi				Çok Tedarikçi			
Derecelendirme/ doğrusal ağırlıklandırma	Zaman içinde uygulanmış hiçbir stok yönetimi yok	Matematiksel programlama	Zaman içinde uygulanmış stok yönetimi mevcut	Zaman içinde uygulanmış stok yönetimi mevcut	Zaman içinde uygulanmış stok yönetimi mevcut		
	Toplam maliyet yaklaşımları	Matematiksel programlama	Matematiksel programlama	Derecelendirme/ doğrusal ağırlıklandırma	Matematiksel programlama	Matematiksel programlama	İstatistik
Timmerman (1986)	Timmerman (1986) (maliyet oran yöntemi)	Chaudhry ve diğ. (1993)	Buffa ve Jackson (1983)	Grando ve Sianesi (1996)	Rosenthal ve diğ. (1995)	Bender ve diğ. (1985)	Bonen ve Trietsch (1988)
(kategoriksel yöntem, doğrusal ortalama)							
Barbarosoğlu ve Yazgaç (1997)	Monczka ve Trecha (1988)	Weber ve Current (1993)			Current ve Weber (1994)	Degraeve ve Roodhooft (2000)	
Nydick ve Hill (1992)	Smytka ve Clemens (1993)	Pan (1989)			Akınç (1993)		
Gregory (1986)		Das ve Tygai (1994)			Sadrian ve Yoon (1994) Turner (1988)		
Willis ve diğ. (1993)							
Li ve diğ. (1997)					Benton (1991)		
Soukup (1987)					Karpak ve diğ. (1999)		
Thompson (1990)							
De Boer ve diğ. (1998)							

2.5.5 Yapay Zeka Tabanlı Modeller

Yapay zeka tabanlı modeller bilgisayar sistemine dayanan modellerdir. Yapay zeka teknolojisine dayanan yöntemlere örnek olarak nötr ağlar ve uzman sistemler verilebilir. Bu yöntem henüz çok yeni olduğundan dolayı literatürdeki uygulamaları henüz az sayıdadır. Albino ve Garavelli (1998) nötr ağlara dayanan bir karar destek sistemi sunmuşlardır. Vokurka ve diğ. (1996) tedarikçi seçimini destekleyen bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Bu sistemin ana amacı potansiyel tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçiminde uzman karar destek sistemine çalışan bir prototip geliştirmektir. Bu çalışmada yargı ve satın alma profesyonellerinin uzmanlığı önceki çalışmaların resmi yaklaşımları ile bütünleştirilerek bir uzman sistem yaratılmıştır.

Uzman sistem, gerçek dünya problemlerini çözmekte olan insan uzmanların davranışını yansıtmaya çalışan bir bilgisayar programıdır. Uzman sistemlerin çeşitli avantajları vardır. Bunlar, bilgi genellikle kalıcı ve elde edilmesi kolaydır, sistemin elde edilmesi göreceli olarak ucuzdur, aynı zamanda çeşitli yerlerde kullanılabilir, dokümantasyonu kolaydır. Diğer bir önemli avantajı ise uzmanların belli bir iş alanında daha kısa sürede iş başı eğitimi alarak kendilerini geliştirmelerini sağlar.

Tedarikçi seçiminin bu kadar önemli bir adım olmasının altında bir zincirin en zayıf halkası kadar sağlam olduğu gerçeği yer alır. Bu nedenle firmalar kendi kontrollerinin daha dışında kalan tedarikçilerini belirlerken çok daha dikkatli davranmak durumundadırlar. Çağdaş yöneticiler, işletmelerinin çıktılarıyla girdileri arasındaki ilişkileri ele alan verimlilik düzeylerini doğru olarak ölçebildikleri oranda ileriye yönelik planlama faaliyetlerini etkin duruma dönüştürebilecekleri kavramışlardır (Yolalan, 1993). Tedarikçilerle daha verimli ilişkiler kurulabilmesi için organizasyonlar seçim prosesini güçlendirmek amacıyla tedarikçi kriterlerini kullanmaktadırlar. Bunun yanı sıra tasarım aktivitelerini geliştirmek ve sürekli iyileştirme için tedarikçilerin katılımı gerekmektedir. Vonderembse ve Tracey (1999) çalışmalarında tedarikçi seçim kriterlerinin ve tedarikçi katılımının tedarikçi ve üretim performansı üzerindeki etkileri üzerinde durmuşlardır. Bu çalışmada toplam 268 satın alma müdüründen gelen cevaplar değerlendirilmiştir. Vonderembse ve Tracey (1999) çalışmasının sonuçlarına göre tedarikçi seçim kriterlerinin geniş olarak bir uygulama alanına sahip olmasına rağmen tedarikçi katılımı bu kadar geniş bir alanda yer almamaktadır. Yine bu çalışmada tedarikçi seçim kriterlerinin ve katılımın performansı etkilediği ortaya konmuştur. Yüksek ve alçak üretim

performanslı firmalar için de tedarikçi seçiminin önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak yüksek üretim performanslı firmalar alçak üretim performanslı firmalara göre daha önemli olarak raporlamışlardır. Bu da üretim performansının tedarikçi seçimindeki geliştirmeler ile sağlanabileceğini tezini kanıtlamaktadır.

İşletmelerin başarıya ulaşmalarında bu denli öneme sahip olan ve kontrol alt sisteminin önemli bir parçasını oluşturan verimlilik ölçüm ve analiz alt sisteminin geliştirilmesinde aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir (Kircher, 1971; Baş ve Artar, 1991).

- Verimlilikle ilgili ana hedefler belirlenmeli ve verimlilik bilincinin işletme içinde her düzeydeki çalışan tarafından benimsenmesi için çaba sarf edilmelidir. Bunun yanı sıra verimlilik hedeflerine erişebilmek için hangi faktörlerin göz önüne alınması gerektiği de olabildiğince açık bir şekilde belirlenmelidir.
- İşletme içinde sağlıklı bir veri tabanına ışık tutacak olan muhasebe kayıtları ve zaman standartlarının dikkatlice geliştirilmesi gereklidir. Bu amaçla, raporların eksiksiz ve doğru bilgileri içermesi için gerekli özenin gösterilmesinde tüm çalışanların katkıda bulunabileceği bir ortamın yaratılmasına gereksinim duyulur.
- Verimlilik ölçümü için işletme yapısına en uygun ölçüm yöntemi benimsenmelidir işletme yöneticilerinin, çok hızlı bir değişim gösteren ekonomik koşullara ayak uydurabilmek amacıyla kalitatif olduğu kadar mümkün olduğunca çağdaş ve kantitatif yöntemlerin de işletmelerde uygulanabilmesi için destek olmaları gerekmektedir.
- Ölçüm sonucu elde edilen bilgilerin en iyi şekilde irdelenmesi ve verimliliğin sürekli olarak değerlendirilip geliştirilmesi ile işletmelerin önlerini görerek planlama faaliyetleri sürdürmelerine olanak sağlanmalıdır.

3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA)

3.1 Veri Zarflama Analizine Giriş

Farrell (1957)'in önerdiği göreceli etkinlik ölçüm yöntemi Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilmiştir. VZA, ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından ürettikleri mal ya da hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş parametresiz bir etkinlik yöntemidir (Yolalan, 1993). Parametresiz etkinlik ölçütleri arasında VZA yöntemi kısa sürede hem kuramsal alanda hem de uygulama alanında çok hızlı bir gelişme göstermiştir ve bu yöntem çok ölçütlü sistemleri değerlendirmedeki kullanışlılığı nedeniyle literatürde tedarikçi değerlendirme sürecinde geniş bir uygulama alanı bulmuştur. VZA'nın göreceli etkinliği ölçme şekli iki aşamalı olarak kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi birleşimini kullanarak en çok çıktı birleşimini üreten “en iyi” gözlemleri (ya da etkinlik sınırını oluşturan karar birimlerini) belirler.
- Söz konusu sınırı “referans” olarak kabul edip, etkin olmayan karar birimlerinin bu sınıra olan uzaklıklarını (ya da etkinlik düzeylerini) radyal olarak ölçer (Yolalan, 1993).

VZA'nın çözümünde her bir karar birimi için model çözülür ve amaç fonksiyonu 1'e eşit olan karar birimleri etkin olarak değerlendirilir. Etkin olmayan karar birimlerinin amaç fonksiyonuna olan uzaklıkları incelenip etkin bir karar birimine benzetilmeye çalışılır.

VZA, homojen yapıdaki karar birimlerinin birbirleri ile göreceli olarak verimlilik değerlerini (0 ile 1 arasında) hesaplayan çok faktörlü bir verimlilik ölçüm tekniğidir. Örneğin, karar birimleri olarak bir üretici firmanın birlikte çalıştığı tedarikçi firmaların ele alındığı düşünülürse, VZA ile ölçülen verimlilik değerleri her bir tedarikçi firmanın, üretici firmanın ihtiyaçlarını karşılamada ne kadar verimli olduğunun göstergesi olacaktır (Sezen 2004).

VZA yaklaşımı, referans grupların bütün birimlerine dayanarak bir kuramsal etkinlik sınırı oluşturmada doğrusal programlamadan yararlanmaktadır. Kuramsal birime ait çıktı, referans grubundaki bütün çıktıların ağırlıklı ortalamaları yardımıyla hesaplanmaktadır. Kuramsal birime ait girdi ise, yine bütün referans grubundaki girdilerin ağırlıklı ortalamaları ile belirlenmektedir. Doğrusal programlama modelindeki kısıtlar, kuramsal birim çıktılarının, incelenen birim çıktılarından büyük veya eşit olmasını gerektirmektedir. Kuramsal birimin, aynı veya daha fazla çıktıyı daha düşük girdi kullanarak elde ettiğini göstermektedir (Ulucan, 2000).

3.2 Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları

Veri zarflama analizinin uygulamasında izlenen adımlar beş ana sınıf altında toplanır.

3.2.1 Karar Birimlerinin Seçilmesi

Veri zarflama analizinin ilk aşaması birbirleriyle karşılaştırılarak ekinlik ölçümleri yapılacak olan karar birimlerinin seçilmesidir. Burada önemli bir nokta seçilecek karar birimlerinin homojen olması yani üretim teknolojileri açısından benzer özellikler göstermeleridir. Diğer bir husus seçilecek karar birimlerinin toplam sayısının belirli bir değerin üzerinde olmasıdır. Bu şekilde türetilecek etkinlik ölçütlerinin birbirlerinden farklı olması sağlanır (Yolalan, 1993).

3.2.2 Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi

Veri zarflama analizinin sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesi için gerekli olan ikinci adım, uygun girdi ve çıktı kriterlerinin belirlenmesidir. Burada dikkat edilmesi gereken noktalar; üretim teknolojilerini en iyi yansıtacak girdi ve çıktı kriterlerinin belirlenmesi, birbirleriyle yüksek etkileşim içinde olan kriterlerden bir tanesinin modelden çıkartılması gerekliliği ve üretime direkt etkisi olmayan kriterlerin de gereksiz yere modele alınmamasıdır. Girdi ve çıktı kriterlerinin adedinin artması homojenliği bozmasının yanı sıra çözüm zorluğu da getirecektir. Ancak, yeterli sayıda kriterin modelde kullanılmaması da üretimi etkileyen kriterlerin gözden kaçırılmasına neden olacaktır. Girdi ve çıktı sayısındaki artış karar kümelerinin sayısının artmasını gerektirmektedir.

3.2.3 Veri Zarflama Analizi ile Görelî Etkinlik Ölçümü

İlk iki adımda analizi yapılacak karar kümelerinin ve üretimi direkt etkileyen girdi ve çıktı kriterlerinin belirlenmesinden sonra mevcut üretim ortamı için en uygun olan veri zarflama analizi matematiksel modeli seçilmelidir. Seçilen model ile çözüm kümeleri oluşturulur.

3.2.4 Her Bir Karar Birimi için Detay Analizi

Seçilmiş olan uygun VZA modeli ile oluşturulan çözüm kümeleri yorumlanarak her bir karar biriminin etkin hale getirilebilmesi için gereken önlemler ortaya konulur.

3.2.5 Sonuçların Değerlendirilmesi

Veri zarflama analizinin son aşamasında, gözlem kümesine ait etkin olan ve etkin olmayan karar birimleri için ortak bulgular araştırılır (Yolalan, 1993).

Veri zarflama analizinin uygulama adımlarından üçüncü adım olan görelî etkinlik ölçümünde de belirtildiği üzere veri zarflama analizi çözüm yöntemi olarak matematiksel programlamayı kullanmaktadır. Kullanılan matematiksel yöntem girdi ve çıktıya yönelik olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Her grup için geçerli olmak üzere üç değişik program türü tanımlanmıştır. Bunlar; oransal (fractional), ağırlıklı (weight) ve zarflama (envelopment) modelleridir (Yolalan, 1993).

Veri zarflama analizinin yaklaşımının performans ölçmede elde ettiği sonuçlar özetle aşağıdaki gibidir (Yolalan 1993) :

- Etkin organizasyonel karar birimleri,
- Etkin olmayan organizasyonel karar birimleri,
- Etkin olmayan organizasyonel karar birimleri tarafından kullanılan fazla kaynak miktarları,
- Etkin olmayan organizasyonel karar birimlerinin şu anki girdi düzeyleri ile üretmeleri gereken çıktı düzeyi (çıktılarını artırmaları gereken düzey),
- Etkin olmayan organizasyonel karar birimlerinin, etkin referans setini oluşturan birimler

3.3 Girdiye Yönelik Veri Zarflama Analizi Modelleri

Veri zarflama analizi yöntemi, girdi ve çıktıya yönelik olarak iki yönlü kullanılabilmektedir. VZA programlama yönteminde kullanılan çözüm metotlarından birincisi girdiye yönelik veri zarflama analizi modelleridir. Bu modellerde belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla en uygun girdi birleşiminin nasıl olması gerektiği incelenmektedir.

Daha önceden de belirtildiği üzere bu modelin üç farklı çeşidi vardır. Bunlar girdiye yönelik oransal veri zarflama modeli, girdiye yönelik ağırlıklı veri zarflama modeli ve girdiye yönelik veri zarflama modelinin zarflama modelidir.

3.3.1 Girdiye Yönelik Oransal Veri Zarflama Analizi Modeli

Veri zarflama analizinin temelini oransal model oluşturmaktadır. Bu modelde gözlem kümesindeki her bir karar alma birimi diğer gözlemlerle karşılaştırılarak etkinlik düzeyi belirlenir. En etken karar birimi maksimum çıktı/girdi oranına sahiptir.

Görelî etkinlik ölçütü (Z_{maks}), k karar birimi için ağırlıklı girdilerin ağırlıklı çıktılara oranı şeklinde tanımlanır. Buna göre:

n: karar birimi adedi

m: girdi adedi

p: çıktı adedi

k: etkinliği ölçülen karar birimi olarak belirtilirse, aşağıdaki oransal model elde edilir:

$$Z_{maks} = \frac{u_1 Y_{1k} + u_2 Y_{2k} + \dots + u_p Y_{pk}}{v_1 X_{1k} + v_2 X_{2k} + \dots + v_m X_{mk}} \quad (3.1)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\frac{u_1 Y_{1j} + u_2 Y_{2j} + \dots + u_p Y_{pj}}{v_1 X_{1j} + v_2 X_{2j} + \dots + v_m X_{mj}} \leq 1 \quad j=1, \dots, n \quad (3.2)$$

$$v_i > 0 \quad i=1, \dots, m \quad (3.3)$$

$$u_r > 0 \quad r=1, \dots, p \quad (3.4)$$

Girdiye yönelik oransal veri zarflama analizinin modeli daha açık şekilde aşağıdaki şekilde yazılabilir:

Amaç fonksiyonu;

$$Z = Maks(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk}) / \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \quad (3.5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj}) / \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 1, \quad j=1,...,n \quad (3.6)$$

$$u_r \geq \varepsilon, \quad r=1,...,p \quad (3.7)$$

$$v_i \geq \varepsilon, \quad i=1,...,m \quad (3.8)$$

Burada:

u_r : k karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık,

v_i : k karar birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık,

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r. çıktı,

X_{ik} : k karar birimi tarafından üretilen i. girdi,

Y_{rj} : j. karar birimi tarafından üretilen r. çıktı,

X_{ij} : j. karar birimi tarafından üretilen i. girdi,

ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı

Oransal programın amaç fonksiyonundan görüldüğü üzere, gözlem kümesindeki her bir karar birimi göz önüne alınarak diğer gözlemlerle karşılaştırmalı etkinlik düzeyi ölçülmektedir. Görelî etkinlik ölçütü (Z), k karar birimi için ağırlıklı çıktıların ağırlıklı girdilere oranı şeklinde tanımlanmaktadır. Bu karar birimi için etkinlik ölçütü en çoklanmaya çalışılırken (3.5) aynı ölçütün diğer karar birimleri açısından da 1'den küçük ya da 1'e eşit olması koşulu (3.6) göz önünde bulundurulmaktadır. Amaç fonksiyonunda en çoklanması istenilen oran aynı zamanda (3.6) numaralı kısıtta da mevcuttur. Bu kısıt nedeniyle amaç fonksiyonunun alabileceği en yüksek değer 1'dir. Bu değer normalizasyon amacıyla 1 olarak seçilmiştir. Bu program

aracılığıyla görelî etkinliği ölçülen k karar birimi için girdi-çıkıtı ağırlık vektörlerinin (u,v) değeri hesaplanır. Ayrıca bu değeri yeterince küçük bir pozitif bir sayı olan ε 'dan büyük ya da ε 'a eşit olması şartı vardır (3.7 ve 3.8). Bu şart aracılığıyla, etkinlik ölçümünü gerçekleştiren analist tarafından göz önüne alınan herhangi bir girdi ya da çıktı bileşeninin ağırlıklarını belirleyen u_r ve v_i değeri 0'a eşitlenmesi engellenmeye çalışılmaktadır. Bu programın amaç fonksiyonundaki oran, ağırlıklandırılmış çıktının ağırlıklandırılmış girdiye oranını dolayısıyla verimlilik kavramını yansıtmaya rağmen bu programın doğrusal bir program olmaması nedeniyle çözüm tekniği açısından bazı sorunlar çıkmaktadır (Yolalan, 1993). Charnes ve Cooper (1962)'in önerdiği değışken dönüşümü yardımıyla oransal programdan doğrusal program elde edilebilir.

3.3.2 Girdiye Yönelik Ağırlıklı Veri Zarflama Analizi Modeli

Ağırlıklı veri zarflama analizi modeli, değışken dönüşümü yardımıyla oransal programın o halde bir doğrusal programlamaya dönüştürülmüş halidir. Bu şekilde oransal programda çözüm aşamasında yaşanan zorluklar ortadan kaldırılmış olur. Doğrusal model olabilmesi için amaç fonksiyonunun (3.5) paydası 1'e eşitlenir ve bu eşitlik bir kısıt olarak programa eklenir. 'u' ve 'v' ağırlık değışkenleri ' μ ' ve ' ν ' olarak değıştirildiksen sonra:

$$Z_{maks} = \mu_1 Y_{1k} + \mu_2 Y_{2k} + \dots + \mu_p Y_{pk} \quad (3.9)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

$$\nu_1 X_{1k} + \nu_2 X_{2k} + \dots + \nu_m X_{mk} = 1 \quad (3.10)$$

$$\mu_1 Y_{1j} + \mu_2 Y_{2j} + \dots + \mu_p Y_{pj} \leq \nu_1 X_{1j} + \nu_2 X_{2j} + \dots + \nu_m X_{mkj} \quad j=1,\dots,n \quad (3.11)$$

$$\nu_i > 0, \quad i=1,\dots,m \quad (3.12)$$

$$\mu_r > 0, \quad r=1,\dots,p \quad (3.13)$$

Bu model daha genel bir şekilde ifade edilirse,

Amaç fonksiyonu,

$$Z = Maks\left(\sum_{r=1}^p \mu_r Y_{rk}\right) \quad (3.14)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

$$\sum v_i X_{ik} = 1 \quad (3.15)$$

$$\sum_{r=1}^p \mu_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j=1,...,n \quad (3.16)$$

$$\mu_r \geq \varepsilon, \quad r=1,...,p \quad (3.17)$$

$$v_i \geq \varepsilon, \quad i=1,...,m \quad (3.18)$$

Bu modele göre amaç fonksiyonunda k karar birimi için ağırlıklandırılmış çıktı en çoklanmaya çalışılırken (3.14) ağırlıklandırılmış girdi (3.15) 1'e eşitlenmiş diğer bir ifade ile normalize edilmiştir. Eğer etkinliği ölçülen karar birimi etkin değilse amaç fonksiyonunun değeri 1'den küçük olacaktır. Bu karar biriminin etkin hale getirilebilmesi için hangi referans kümelerinin kullanılacağı tespit edilir. Bunun için etkin olmayan karar biriminin çözümünde ortaya çıkan çıktıya ve girdiye verilen ağırlık değerleri (μ_r ve v_i) tüm kısıtlarda yerine konularak sıfıra eşitlenen kısıt karar birimi, kendi referans kümesine girer. Etkin olmayan karar birimi, kendi referans kümelerini oluşturan kuramsal birime benzetilmek suretiyle etkin hale getirilir. Bu model oransal veri zarflama analizine oranla doğrusal bir program olması dolayısıyla daha kolay uygulanabilmektedir. Ancak bunun yanı sıra ağırlıklı veri zarflama modelinde referans kümelerini oluşturmak zaman almaktadır. Zarflama modelinde ise bu işlem daha kolay yapılabilmektedir.

3.3.3 Girdiye Yönelik Veri Zarflama Analizinin Zarflama Modeli

Ağırlıklı modelin duali alınarak veri zarflama analizinin zarflama modeli elde edilir. Sonuçlar açısından zarflama modeli ile ağırlıklı model arasında fark yoktur. Ancak zarflama modelinde radyal olarak fakat azaltılması veya arttırılması mümkün olan atıl girdi ve çıktı vektörünün hesaplanması mümkündür. Ayrıca bu yöntemde ağırlıklı yöntemle göre referans kümesinin bulunması daha kolaydır ve daha kısa sürmektedir.

Ağırlıklı modelin duali alınarak elde edilen veri zarflama analizinin zarflama modeli şu şekildedir:

$$Z_{\min} = \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+ \quad (3.19)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + s_i^- - \alpha X_{ik} = 0, \quad i=1, \dots, m \quad (3.20)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = Y_{rk}, \quad r=1, \dots, p \quad (3.21)$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j=1, \dots, n \quad (3.22)$$

$$s_i^- \geq 0, \quad i=1, \dots, m \quad (3.23)$$

$$s_r^+ \geq 0, \quad r=1, \dots, p \quad (3.24)$$

Burada:

α : Büzülme katsayısı,

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r. çıktı,

X_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i. girdi,

Y_{rj} : j. karar birimi tarafından üretilen r. çıktı,

X_{ij} : j karar birimi tarafından kullanılan i. girdi,

λ_j : j. karar biriminin aldığı yoğunluk değeri,

s_i^- : k. karar biriminin i.girdisine ait atıl değer,

s_r^+ : k. karar biriminin r.çıkıtısına ait atıl değer,

ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı.

Bu programın amaç fonksiyonunda, belirli bir çıktı düzeyi için etkinliği ölçülen k karar birimine ait girdilerin radyal olarak ne kadar azaltılabileceği araştırılmaktadır. Eğer söz konusu karar birimi etkin ise girdi vektöründe herhangi bir azaltma yapılmaz. Bu durumda göreceli etkinlik ölçütü 1'e eşit olur ($\alpha=1$, $s^-=0$, $s^+=0$). Bunun yanı sıra eğer ölçülen karar birimi etkin değilse etkinlik ölçütünü belirleyen α büzülme katsayısı 1'den küçük olur. Bu durum, girdi vektöründe radyal olarak azaltma yapılabileceği anlamına gelmektedir. Diğer yandan, bu karar biriminin göreceli

etkinliğinin ölçülmesine yarayacak olan ve etkinlik sınırı üzerinde yer alan referans birimlerinin λ 'ları 0'dan büyük olur.

3.4 Çıktıya Yönelik Zeri Zarflama Analizi Modelleri

Veri zarflama analizi matematiksel programlama yönteminde kullanılan çözüm metotlarından bir diğeri çıktıya yönelik veri zarflama analizi modelleridir. Bu modellerin girdiye yönelik olan modellerden farkı ağırlıklandırılmış girdinin ağırlıklandırılmış çıktıya oranının en azlanmasıdır. Diğer bir ifadeyle, belirli bir girdi birleşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırmaktadır.

Girdiye yönelik veri zarflama analizine benzer şekilde çıktıya yönelik veri zarflama analizi için geçerli olan üç değişik program türü vardır. Bunlar çıktıya yönelik oransal veri zarflama modeli, çıktıya yönelik ağırlıklı veri zarflama modeli ve çıktıya yönelik veri zarflama modelinin zarflama modelidir.

3.4.1 Çıktıya Yönelik Oransal Veri Zarflama Analizi Modeli

Girdiye yönelik oransal veri zarflama analizinden farklı olarak, çıktıya yönelik oransal veri zarflama modelinde girdi/çıkıtı oranının en azlanması amaçlanmaktadır. Buna bağlı olarak kısıtlar için ağırlıklı girdilerin ağırlıklı çıktılara oranının 1'den büyük veya 1'e eşit olma şartı vardır.

Bu doğrultuda çıktıya yönelik veri zarflama analizinin modeli:

Amaç fonksiyonu,

$$Z = \text{Min} \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} / \sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) \quad (3.25)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) / \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) \geq 1, \quad j=1, \dots, n \quad (3.26)$$

$$u_r \geq \varepsilon, \quad r=1, \dots, p \quad (3.27)$$

$$v_i \geq \varepsilon, \quad i=1, \dots, m \quad (3.28)$$

Burada:

u_r : k karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık,

v_i : k karar birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık,

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r. çıktı,

X_{ik} : k karar birimi tarafından üretilen i. girdi,

Y_{rj} : j. karar birimi tarafından üretilen r. çıktı,

X_{ij} : j. karar birimi tarafından üretilen i. girdi,

ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı

Bu programın amaç fonksiyonunda (3.25), Z'nin alacağı en küçük değer 1'dir. Aynı oran (3.26) kısıtında da belirtilmiştir. Amaç fonksiyonu Z'nin 1'e eşit olması, k karar biriminin etkin olduğu anlamına gelirken 1'den büyük olması da etkin olmadığını göstermektedir. Bu modelde de girdiye yönelik oransal modele benzer şekilde (v, u) ağırlık vektörlerinin değerleri araştırılmaktadır (Yolalan, 1993). Bu programın amaç fonksiyonundaki oran, ağırlıklandırılmış girdinin ağırlıklandırılmış çıktıya oranını dolayısıyla verimlilik kavramını yansıtmaya rağmen girdiye yönelik oransal veri zarflama analizine benzer şekilde programın doğrusal bir program olmaması nedeniyle çözüm tekniği açısından bazı sorunlar çıkmaktadır (Yolalan, 1993). Charnes ve Cooper (1962)'in önerdiği değişken dönüşümü yardımıyla oransal programdan doğrusal program elde edilebilir.

3.4.2 Çıktıya Yönelik Ağırlıklı Veri Zarflama Analizi Modeli

Girdiye yönelik ağırlıklı veri zarflama analizi modeli, değişken dönüşümü yardımıyla oransal programın doğrusal programlamaya dönüştürülmüş halidir. Bu şekilde oransal programda çözüm aşamasında yaşanan zorluklar ortadan kaldırılmış olur. Doğrusal model olabilmesi için amaç fonksiyonunun (3.25) paydası 1'e eşitlenir ve bu eşitlik bir kısıt olarak (3.30) programa eklenir. 'u' ve 'v' ağırlık değişkenleri 'μ' ve 'ν' olarak değiştirildikten sonra:

Amaç fonksiyonu,

$$Z = \text{Min} \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) \quad (3.29)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

$$\sum \mu_r Y_{rk} = 1 \quad (3.30)$$

$$\sum_{r=1}^p \mu_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j=1, \dots, n \quad (3.31)$$

$$\mu_r \geq \varepsilon, \quad r=1, \dots, p \quad (3.32)$$

$$v_i \geq \varepsilon, \quad i=1, \dots, m \quad (3.33)$$

Bu modelde eğer etkinliği ölçülen k karar birimi etkin ise amaç fonksiyonunun değeri Z=1 olur ve bu karar birimiyle ilgili (3.31) kısıtı 0'a eşitlenir.

3.4.3 Çıktıya Yönelik Veri Zarflama Analizinin Zarflama Modeli

Girdiye yönelik ağırlıklı modelin duali alınarak girdiye yönelik veri zarflama analizinin zarflama modeli elde edilir. Bu modelde etkin olan karar birimlerinin etkinlik değeri Z, 1'e eşit olacaktır. Yine çıktıya yönelik olan modeldekine benzer şekilde etkin olmayan karar birimlerini etkin hale getirmek için aynı girdi miktarları kullanılarak çıktı miktarının ne kadar artırılması gerektiği elde edilir. Çıktıya ait genişleme katsayısı (β) değeri girdi sabit kalmak kaydıyla çıktı miktarının ne oranda artırılabilceğini ortaya koyar.

Girdiye yönelik ağırlıklı modelin duali alınarak elde edilen veri zarflama analizinin zarflama modeli şu şekildedir:

$$Z_{maks} = \beta + \varepsilon \sum_{i=1}^m \sigma_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^p \sigma_r^+ \quad (3.34)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \theta_j + \sigma_i^- - X_{ik} = 0, \quad i=1, \dots, m \quad (3.35)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \theta_j - \sigma_r^+ - \beta \cdot Y_{rk} = 0, \quad r=1, \dots, p \quad (3.36)$$

$$\theta_j \geq 0, \quad j=1,...,n \quad (3.37)$$

$$\sigma_i^- \geq 0, \quad i=1,...,m \quad (3.38)$$

$$\sigma_r^+ \geq 0, \quad r=1,...,p \quad (3.39)$$

Burada:

β : Çıktıya ait genişleme katsayısı,

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r. çıktı,

X_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i. girdi,

Y_{rj} : j. karar birimi tarafından üretilen r. çıktı,

X_{ij} : k karar birimi tarafından kullanılan i. girdi,

θ_j : j. karar biriminin aldığı yoğunluk değeri,

σ_i^- : k. karar biriminin i.girdisine ait atıl değer,

σ_r^+ : k. karar biriminin r.çıktısına ait atıl değer,

ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı.

Burada θ , σ_i^- ve σ_r^+ 'nın değişkenler olduğu açıktır. β ise radyal çıktı genişlemesini belirleyen katsayıdır. β 'nın alacağı sayısal değerler 1'e eşit ya da daha büyük olabilir.

Bu programın amaç fonksiyonunda kullanılan belirli bir girdi kümesi için etkinliği ölçülen k karar birimine ait çıktıların radyal olarak ne kadar azaltılabileceği araştırılmaktadır. Eğer söz konusu karar birimi etkin ise çıktı vektöründe herhangi bir arttırma yapılmaz.

Genel içeriği ve matematiksel programlama programı açıklanmış olan veri zarflama analizi yönteminin literatürde geniş yer bulmasının nedeni olarak bu yöntemin üç önemli üstün yanı gösterilebilir. Öncelikle VZA yöntemi girdi ve çıktı ölçüm birimlerinden bağımsızdır. Bu özelliğiyle işletmenin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmesini sağlamaktadır. VZA yönteminin ikinci üstün yanı birçok girdi ve çıktı kullanılan durumlarda diğer alternatif etkinlik ölçüm yöntemlerine göre daha elverişli olmasıdır. VZA yönteminde diğer pek çok yöntemde kullanıldığı üzere kriterlerin ağırlıklarının önceden varsayılmasına gerek duyulmamaktadır. Son olarak

VZA gözlem kümesini etkin olan ve etkin olmayan gözlemler olarak ikiye ayırmanın yanı sıra etkin olmayan gözlem kümelerinin etkin hale dönüştürülebilmesi için ne gibi önemler alınması gerektiğine ilişkin işletme yöneticilerine yol gösterir (Yolalan, 1993).

4. MAKSİMUM-MİNİMUM YAKLAŞIMI

4.1 Maksimum-Minimum Yaklaşımına Giriş

Maksimum-minimum yaklaşımındaki anlayış, satın alıcı tarafından oluşturulmuş olan en iyi hedef ölçümleri karşısında bir tedarikçinin performansını maksimum ya da minimum kılmaktır. Tedarikçinin değerlendirilmesinde güçlü yanlarının yanı sıra zayıf yanlarının da ortaya konması çok önemlidir. Yaklaşımda güçlü ve zayıf yönleri belirlemek üzere iki model kullanılır. Bu nedenle yaklaşımda kullanılan modellerin birleştirilmesi ile her bir tedarikçi için iki tane performans ölçümü konulur. Burada yüksek değerler daha iyi seviye performansla karşılık gelmektedir. Birinci model tedarikçinin en iyi olduğu alanları belirlerken, ikinci model en kötü olduğu alanları belirlemektedir (Talluri ve Narasimhan, 2003).

4.2 Maksimum-Minimum Yaklaşımının Uygulama Aşamaları

Problemde n adet tedarikçi ve m adet kriter olduğu varsayılırsa satın alıcı her bir kriter için bütün tedarikçiler içinden en iyi değerleri belirler. Satın alıcı alternatif tedarikçi performansını değerlendirirken oluşturmuş olduğu bu ideal hedef kümesini kullanır. Satın alıcı, oluşturulmuş olan ideal hedef kümesinin yanı sıra kendi karşılaştırma değerlerini de kullanabilir. Örneğin hiç bir tedarikçinin teslimat performansının 100% değerinin altında olmaması gerekliliği potansiyel bir karşılaştırma değeri olarak ele alınabilir (Talluri, 2001).

Tedarikçi etkinliği, ağırlıklı çıktılarının ağırlıklı girdilere oranı olarak ifade edilir ve dual üretkenlik derecelerinin elde edilmesinde maksimum ve minimum kılınır. Yaklaşımın birinci modeli maksimizasyonu içermektedir.

Model 1 amaç Fonksiyonu:

$$Maks \frac{\sum_{r=1}^p u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \quad (4.1)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

$$\frac{\sum_{r=1}^p u_r y_{r*}}{\sum_{s=1}^m v_s x_{s*}} = 1, \quad (4.2)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^p u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad \forall j, \quad (4.3)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \forall r, i, \quad (4.4)$$

Burada:

y_{rj} : j. karar birimi tarafından üretilen r. çıktı,

x_{ij} : j karar birimi tarafından kullanılan i. girdi,

y_{r*} : tüm tedarikçiler içinden r. çıktının en iyi değeri,

x_{i*} : tüm tedarikçiler içinden i. girdinin en iyi değeri,

u_r : r. çıktıya verilen ağırlık,

v_i : i. girdiye verilen ağırlık değerini göstermektedir.

Model 1’de amaç fonksiyonu k. tedarikçinin verimliliğini vermektedir ve maksimizasyon fonksiyonudur. Birinci kısıt satın alıcı tarafından oluşturulmuş olan en iyi verimlilik puanını göstermektedir ve 1’e eşitlenmiştir. İkinci kısıt ise grup içindeki tüm tedarikçilerin verimlilik puanlarının 1’i aşmasını engellemektedir. Model 1, model 2’de görülen doğrusal yapıya dönüştürülebilir.

Model 2:

$$\max \sum_{r=1}^v u_r y_{rk} \quad (4.5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

$$\sum_{s=1}^u v_s x_{sk} = 1 \quad (4.6)$$

$$\sum_{r=1}^v u_r y_{r*} - \sum_{s=1}^u v_s x_{s*} = 0, \quad (4.7)$$

$$\sum_{r=1}^v u_r y_{rj} - \sum_{s=1}^u v_s x_{sj} \leq 0 \quad \forall j, \quad (4.8)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \forall r, i, \quad (4.8)$$

Model 2, verimlilik puanlarının elde edilmesinde her bir tedarikçi için çözülmüştür. Burada satın alıcı hedefleri ile karşılaştırıldığında yüksek verimlilik skoru elde eden bir tedarikçi iyi bir oyuncu olarak nitelendirilir.

Maksimum-minimum yaklaşımının ikinci bölümü çeşitli kısıtlar altında tedarikçi performansının minimize edilmesidir.

Model 3:

$$\min \sum_{r=1}^v u_r y_{rk} \quad (4.9)$$

Model 3, satın alıcı hedef kümesi için verimliliği maksimize eden girdi/çıkıtı ağırlığını belirlemenin yanı sıra değerlendirilen tedarikçinin verimliliğini minimize eder. Kısacası bu model tedarikçinin zayıf yönünü ortaya koymada yardımcı olur. Model 2'ye benzer şekilde yüksek verimlilik skoru elde eden bir tedarikçi iyi bir oyuncu olarak nitelendirilir.

5. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE VZA İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

5.1 Otomotiv Sektörü

5.1.1 Otomotiv Sektörüne Giriş

Motorlu karayolu taşıtları, bir yanmalı veya patlamalı motorla tahrik edilen, yük veya yolcu taşımak ve karayolu trafiğinde seyretmek üzere belirli bir teknik mevzuata göre üretilmiş bulunan dört veya daha fazla lastik tekerlekli taşıt araçlarıdır. Bu araçları üreten sanayi “Ana Sanayi” olarak adlandırılmaktadır. Otomotiv “Yan Sanayi” ise hem taşıt araçları imalat sanayinde faaliyet gösteren firmalara hem de müşterilere ulaşan araçların parça yenileme talebine yönelik ana sanayi tarafından belirlenen teknik dökümanlara uygun aksam, parça, modül ve sistem üreten sanayi koludur. Otomotiv sanayi bu iki alt sektörün tümünü kapsamaktadır (İstanbul Sanayi Odası, 2002).

Dünyada ilk otomobil üretimine 18. yüzyılda başlanmış, daha sonra 1900’lü yıllarda ABD’de 1940’lı yıllarda ise Avrupa’da sırayla seri üretime geçilmiştir. Bu süreçte büyük bir sanayi haline gelen otomotiv sanayi, demir-çelik, petro-kimya, lastik gibi temel sanayi dallarında başlıca alıcı ve bu sektörlerdeki teknolojik gelişmelerin de sürükleyicisi konumundadır. Turizm, altyapı, inşaat, ulaştırma ve tarım sektörlerinin gereksinim duyduğu her çeşit motorlu araç, bu sektörden karşılanmaktadır. Sektör kendi bünyesi dışında hammadde ve yan sanayi ile nihai ürünlerin tüketiciye ulaşmasını sağlayan pazarlama, bayi, servis, akaryakıt, finans ve sigorta sektörleriyle de yakından ilişkili olup, savunma sanayinin gelişmesinde de en önemli desteği veren sanayi niteliğindedir. Otomotiv sektörü, etkileşim içinde olduğu tüm bu sanayi dalları, sağladığı katma değer ve yarattığı istihdam nedeniyle ülke ekonomisinde öncü sektörlerden biri haline gelmiştir.

2004 yılı itibariyle bütün dünya otomotiv sanayi üretim sıralamasında ABD, Japonya, Almanya ve Çin ilk 4 sırayı alırken Türkiye 19. sırada yer almaktadır (A&G Bülteni, 2002).

Ülkemizde otomotiv sektörü üretime 1950’li yıllarda başlamıştır. İlk montaj hattı 1954 yılında orduya cip ve kamyonet üretmek amacıyla kurulmuş, 1955’te kamyon ve 1963’te otobüs montajı ile devam etmiştir. Daha sonraki yıllarda binek otomobili üreten montaj fabrikaları imalata geçmiştir. 1991- 1993 yılları Türk otomotiv sektörünün üretim açısından en hızlı gelişimin sağlandığı dönemdir.

Türk otomotiv sektörünün ayırt edici özelliklerinden birisi güçlü, standartları yüksek ve rekabetçi bir yan sanayinin varlığıdır. Otomotiv yan sanayi özellikle son 5 yıl içinde teknolojik olarak gelişmiştir (İstanbul Sanayi Odası, 2002).

Otomotiv sektörü küresel anlamda aşırı rekabetle karşı karşıya olan bir sektördür. Bu nedenle ana ve yan sanayinin beraber gelişmeye özen göstermeleri, firmaların kapasite kullanımlarını optimum hale getirmeleri ve rekabet güçlerini arttırmaları gerekmektedir. Günümüzdeki küreselleşme süreciyle dünya ölçeğinde otomotiv ana sanayi, fonksiyonlarını giderek yan sanayine devretmektedir. Bu aşamada yan sanayi, örgütlenme şemasını ve tedarikçi özelliklerini de hızla değiştirmektedir. İş hacminin de giderek büyümesi ile alınan siparişlerin yerine getirilmesi için yan sanayi firmalarının büyük yatırımlar yapmasını gerektirmektedir. Bunun yanı sıra otomotiv ana sanayi firmalarının ise beraber gelişmek zorunda oldukları tedarikçileri seçerken bir takım gerekli prosesleri belirlemeleri ve bunları adım adım takip etmeleri gerekmektedir.

5.1.2. Otomotiv Sektöründe Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri, hammaddelerin tedarikini, üretim ve montajı, depolamayı, stok kontrolünü, sipariş yönetimini, dağıtımı, ürünün müşteriye ulaştırılmasını içeren faaliyetler ve tüm bu faaliyetlerin izlenebilmesi için gerekli olan bilgi sistemleri olarak tanımlanabilir (Lummus, 1999). Genel olarak tedarik zinciri, mal ve hizmetlerin tedarik aşamasından, üretimine ve nihai tüketiciye ulaşmasına kadar birbirini izleyen tüm halkaları kapsar. İş süreçleri açısından bakıldığında tedarik zinciri; satış süreci, üretim, envanter yönetimi, malzeme temini; dağıtım, tedarik, satış tahmini ve müşteri hizmetleri gibi pek çok alanı içine almaktadır.

Tedarik zinciri tek bir süreç olarak görülmeli, yönetim tarafından kontrol edilen ayrık bileşenler olarak değerlendirilmemelidir. İşletmeler, kendilerini sadece çeşitli fonksiyonların toplandığı bir organizasyon olarak görmekle kalmamalı aynı zamanda bütünleştirilmiş süreçler olarak da değerlendirilmelidirler (Motvani vd, 2000).

Tedarik zinciri yönetimi ise müşteriye, doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyata tüm tedarik zinciri için mümkün olan en düşük maliyetle ulaşmasını sağlayan malzeme, bilgi ve para akışının bütünleşmiş yöntemidir. Diğer bir tanımla zincir içinde yer alan temel iş süreçlerinin bütünlüğünü sağlayarak müşteri memnuniyetini artıracak stratejilerin ve iş modellerinin oluşturulmasıdır. Tedarik zinciri yönetimi, tedarikçiler, nakliyeciler, işletme içi bölümler ve işletmeler arasında bağlantı sağlayarak tedarik zincirindeki tüm faaliyetlerin koordinasyonunu sağlamaktadır. Ayrıca tedarik zinciri yönetimi, ürünlerin, tedarik zincirinde tedarikçilerden üreticilere ve üreticilerden dağıtıcılara hareketinin koordine edilmesini ve zincirin tüm üyeleri arasında satış tahminleri, satış tarihleri, promosyon kampanyaları vb. bilgilerin paylaşımını içermektedir (Reid, 2002).

Tedarik zinciri yönetiminin başlıca amacı bir ürünün tedarik zinciri aşamalarındaki her bir organizasyonun aynı amaçlar doğrultusunda çalışarak, ürünün oluşturulmasındaki en etkin (maliyet, zaman, fayda vb.) yolların seçilmesidir. Dolayısıyla, tedarik zinciri ortaklarının birbirinden bağımsız organizasyonlar olarak düşünülmesi günümüz şartlarında mümkün değildir. Her bir zincir üyesi sadece kendi gidişatını düzeltmekle sorumlu kalmayıp, diğer zincir üyelerinin performansları ile de ilgili olmalıdır, aksi takdirde, aynı halkadaki başka üyelerin başarısızlığı tüm zinciri olumsuz etkileyecektir (Sezen, 2004).

Etkin bir tedarik zinciri yönetimi, 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.

Otomotiv sektörünün artan rekabet ortamında tedarik zinciri yönetimi vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir. Motorlu taşıt aracı üreten firmaların sayısı azalarak firma ölçekleri giderek büyümektedir. Dünya ölçeğinde 60 olan üretici firma sayısı 20'ye inmiş ve bu sektördeki şirket evlilikleri giderek artmıştır. Artık önemli olan şirketler arası rekabette değil, şirketlerin içinde bulundukları tedarik zincirleri arasında rekabette başarılı olmaktır.

Etkin bir tedarik zinciri yönetiminin işletmeye sağladığı faydaya yönelik yapılan bir çalışmanın sonucunda elde edilen katma değerleri katkı paylarıyla birlikte gösteren çizelge Tablo 5.1'de görülmektedir.

Tablo 5.1: Tedarik Zinciri Optimizasyonun İşletmeye Sağladığı Katma Değer
(İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi İnternet Sayfası)

İyileştirme Sağlanan Alanlar	Net Katkı
Teslim Performansının İyileştirilmesi	% 15-28
Envanterin Azaltılması	% 25-60
Sipariş Karşılama Oranının 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

5.1.3 Otomotiv Sektöründe Tedarikçi Seçim Süreci

Otomotiv sanayinin rekabet gücünü arttırabilmesi ve gücünü sürekli kılabilmesi için ana sanayi ile yan sanayi arasında tam bütünlüğünün sağlanması gereklidir. Kitlemel üretim sürecinde ana ve yan sanayi arasındaki ilişki başlangıçta, ana sanayinin gücü ile orantılı olarak yan sanayiden düşük fiyatla parça almak şeklinde kurulmuştur. Ancak uluslararası rekabetin hızla yayılması ve kitlemel üretim yerine esnek/yalın üretim sürecine geçiş işbirliğine farklı bir boyut kazandırmıştır.

Bu boyutta ilişkiler basit ve dar kapsamlı ticari ilişkiler yerine, tasarım da dahil olmak üzere tüm üretim süreçlerinde işbirliği ve bütünlüğü kapsamaktadır.

Tam zamanında üretim ve tedarığın geçerli olduğu otomotiv sektöründe teslimat güvenilirliği rekabetin bir ön koşulu haline gelmiştir. Öne çıkan diğer bir rekabetçi öncelik ise kalitedir. Kalite, kalite belgelerine uygunluk, güvenilirlik ve dayanıklılık olarak teslimatın yanı sıra öne çıkmış olan önceliklerdir. Üçüncü rekabetçi öncelik ise esnekliktir. Esneklik ürün esnekliği ve süreç esnekliği olmak üzere iki aşamada incelenebilir. Ürün esnekliği, yeni ürün geliştirme, mevcut üründe değişiklik yapma ve ürünü müşterinin ihtiyaçlarına uyarlayabilme, süreç esnekliği ise ürün miktarını değiştirebilme yeteneğini ifade etmektedir (İstanbul Sanayi Odası, 2002).

Ana sanayi firmaları kalite ve teslimat konusundaki yeterliliği yan sanayi şirketlerinin sahip oldukları kalite belgeleriyle ve yan sanayine gerçekleştirdikleri denetimlerle değerlendirmektedirler. Bu iki faktör açısından yeterli olan şirketler arasında seçim, fiyata göre yapılmaktadır. Otomotiv yan sanayi ürünlerinde rekabetçi

üretim olanağı sağlayan faktörler önem sırasına göre Tablo 5,2’de verilmiştir (İstanbul Sanayi Odası, 2002).

Tablo 5.2: Otomotiv Sektöründe Rekabeti Belirleyen Faktörler (İstanbul Sanayi Odası, 2002).

<i>Rekabeti Belirleyen Faktörler</i>	<i>Önem Sırası</i>
Ekonomik ölçeklerde üretim	1
Ham ve yardımcı madde maliyeti	2
İşçilik maliyeti	3
Finansman maliyeti	4
Kalite	5
Enerji maliyeti	6
Sevkiyat	7

Rekabetin yüksek düzeyde olduğu otomotiv sanayinde rekabeti belirleyen faktörlerde üstün duruma gelebilmek için firmaların tedarikçi seçim kararlarını verirken göz önünde bulundurması gereken noktalar kritiktir. Dikkat edilmesi gereken en önemli noktalar:

- Birçok ürünün esasını satın alınan materyaller (hammadde ve malzemeler) oluşturur.
- Tedarikçilerden kaliteli materyaller alınması önemlidir.
- Tedarikçi seçimi kritiktir.
- İşletmeler, çoğu kez tedarikçilerine büyük miktarda yatırım yapar.
- Rekabetçi indirimlerden yararlanmaya çalışmak yerine, akılcı tedarikçi seçimi tercih edilmelidir (Öz, 2004).

Belirlenmiş olan bu noktalar doğrultusunda tedarikçi seçilirken yine uygun bir değerlendirme prosedürü takip edilmelidir. Bunun için;

- Kaynak temini stratejisinin belirlenmesi
- Potansiyel tedarik kaynaklarının belirlenmesi
- İlk belirleme; havuzdaki tedarikçilerin saptanması
- Tedarikçi değerlendirme ve seçme metodunun belirlenmesi
- Tedarikçinin seçimi için bir başlangıç tedarikçi değerlendirme ve seçme şablonu oluşturulması belirlenmesi (Öz, 2004).

Uygun bir değerlendirme prosedürü takip edilirken firmalar tedarikçi seçme ve değerlendirme için belirlediği kriterleri dikkate alır. Genel olarak özellikle otomotiv sektörü için fiyat, kalite ve teslimat olmak üzere üç ana kriter ön plana çıkmaktadır.

5.2 Otomotiv Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmanın Tanıtımı

Bu çalışmada Türk otomotiv sektörünün öncü kuruluşlarından biri olan ve yabancı ortaklığı bulunan bir firmada uygulama gerçekleştirilmiştir. Hafif ve orta ticari araçlarda iç pazar liderliğine sahip olan firmanın ihracat oranları büyümekte ve her geçen yıl toplam üretim adedini arttırmaktadır.

Bu çalışmada firmanın iki çeşit üretim alanından orta ticari araçlardaki dış plastik imalatçıları üzerinde değerlendirme yapılmıştır. Bu alanda firmanın yurtiçi ve yurtdışı olmak üzere geniş bir tedarik ağı vardır.

5.3 Firmada Tedarikçi Seçim Süreci

Firmaların bu çalışmada yer alan otomotiv firmasına yan sanayi olabilmeleri için çeşitli onay ve seçim kriterlerini sağlamaları gerekmektedir. İlk olarak firmaya yan sanayim olarak çalışmak üzere başvuran veya diğer kanallarla tavsiye edilen tedarikçi firmaya gerekli bilgileri elde etmek üzere bir form teslim edilir. Tedarikçi firmadan bu formu en geç 1 ay içinde eksik bilgi bırakmadan doldurup geri teslim etmesi beklenir. Form firma yetkilileri tarafından incelenip gerekli şartların sağlanamaması durumunda tedarikçi firmaya yazılı olarak red cevabı iletilir. Formun olumlu değerlendirilmesi durumunda ise tedarikçi firmaya Ek A.1'dekine benzer bir kalite ve üretim değerlendirme formu iletilir.

Kalite ve üretim tedarikçi değerlendirme formunda öncelikle Puan A tedarikçi tarafından doldurulur, bu puanların kontrolü satın alıcı firma yetkilisi tarafından kontrol edilir ve değiştirilmesi gerektiğine karar verilen elemanlar için yeniden puanlandırma yapılır. Satın alıcı yetkilisi tedarikçi firmanın gerçek puanını hesaplar. Formun değerlendirilmesinde hesaplanan gerçek puan Tablo 5.3'e göre değerlendirilir. Buna göre kırmızı olarak nitelendirilen tedarikçiler doğrudan sınıflandırmanın dışına çıkartılır. Sarı olarak belirlenen tedarikçiler ise kendileri geliştirmek üzere yönlendirilir. Yeşil olarak değerlendirilen tedarikçiler ise potansiyel olarak satın alıcı firmanın çalışabileceği tedarikçiler arasına eklenir.

Tablo 5.3: Otomotiv Firmasının Tedarikçi Değerlendirme Puanları

<i>Tedarik Potansiyeli</i>	<i>Gerçek Puan</i>
Kırmızı	≤ 45
Sarı	46-59
Yeşil	> 60

Potansiyel imalatçı olarak belirlenen tedarikçiler firma tarafından belirlenmiş olan kalite standartları doğrultusunda değerlendirilirler. Firmanın belirlemiş olduğu kalite değerleri üç ana başlık altında toplanabilir. Bunlar; tedarikçinin yetenekli sistemleri, süregelen performansı ve saha aksiyon planı olarak sınıflandırılabilir. Yetenekli sistemler, tedarikçi firmanın firma tarafından istenilen uluslararası kalite belgelerine sahip olma ve bu sistemleri koruma yeteneğini gösterir.

Süregelen performans, firma ile tedarikçi arasındaki performans tarihçesinin göstergesidir. Bu adımda firma tedarikçi ile ilgili çeşitli soruların cevaplarını arar. Bu sorular:

- Alan Aksiyonları: Firma tedarikçinin hatasından kaynaklanan bir durumla karşı karşıya kalmış mıdır?
- Satış Duruşları: Ürün eksikliği veya kalite problemleri nedeniyle araç tamiri, modifikasyonu veya denetim gerekliliği ortaya çıkmış mıdır?
- Performans: Tedarikçi firmaya sürekli yüksek kalitede ürünler tedarik etmiş midir?
- Teslimat Performansı: Ürünler firmaya zamanında, doğru konuma, gerekli kalitede ve doğru bilgilerle gelmekte midir?

Saha aksiyon planına göre tedarikçiler Üretim Saha Değerine sahip olmalıdırlar. Üretim saha değeri tedarikçilerin müşteri beklentilerini karşılayıp karşılamadıklarını değerlendirir. Tedarikçiler her altı ayda bir tekrar derlendirmeye alınırlar.

5.4 VZA ile Tedarikçi Seçim Modelinin Kurulması ve Çözümü

Bu çalışmada tedarikçi seçiminde kullanılan matematiksel modellerden birincisi benzer işler yapan, çoklu girdi/çıktıya sahip organizasyonel birimlerin göreceli etkinliklerini ölçmede kullanılan matematiksel programlama tabanlı veri zarflama analizi yöntemidir. Veri zarflama analizinin bu çalışmada kullanılmak üzere

seçilmesinde bu yöntemin iki önemli avantajı göz önünde tutulmuştur. VZA, veri girdisi için daha az sınırlayıcı gereksinimlere ihtiyaç duymaktadır. Analiz öncesinde yargılara dayanan ağırlıkların belirlenmesine gerek yoktur. İkinci avantaj ise VZA'nın girdi ve çıktı arasındaki etkileşimleri içeren ölçümler için çeşitli değişkenleri kullanabilme yeteneğidir (Kleinsorge ve diğ., 1992).

Çalışmada plastik ürünler üretmekte olan 17 adet tedarikçi firma değerlendirilmeye alınmıştır. Tedarikçi değerlendirmede maliyet, tamir sayısı girdi olarak ele alınmıştır. Çıktı kriterleri ise hatasız teslim oranı, kalite ve teslimat performansdır. Literatürde benzer şekilde Liu ve diğ. (2000) bir üretim firmasında 5 adet kriter ile 18 adet tedarikçi üzerinde VZA yöntemini kullanmışlardır.

Girdi kriterlerinden maliyet, teslim edilen her bir ürün için aynı temel birimle ifade edilen değerdir (fiyat/birim). Tamir sayısı ise tedarikçi firmadan kaynaklanan son üç aylık dönem göz önünde tutularak yapılan ortalama aylık tamir adedini gösterir.

Çıktı kriterlerinden hatasız teslim oranı, tedarikçi firmanın satın alıcı firmaya teslim etmiş olduğu ürünlerden uygun kaliteye sahip olanların oranını göstermektedir. Tedarikçi firmanın son altı aylık dönemde ana firmaya hatasız olarak teslim ettiği parçaların toplamda teslim ettiği parça sayısına oranı olarak belirlenir. İkinci çıktı kriterleri olan kalite ise otomotiv firmasının tedarikçiyi değerlendirdiği tüm kalite kriterleri bazında (kalite belgeleri, kaliteli ürün, sürekli doğru parça sevkiyatı vb.) tedarikçiye vermiş olduğu puandır. Son çıktı kriteri olan teslimat performansı, parçaları hat ihtiyacını karşılayacak adet ve zamanda getirme oranı olarak belirlenmiştir. Bu oran geciken parça sayısının toplam parça teslimatına oranının altı aylık dönem göz önünde tutularak ağırlıklı ortalaması olarak hesaplanır.

Girdi ve çıktı kriteri ayrımı yapılırken seçilen kriter için küçük değer tedarikçi için daha yüksek performansa karşılık gelmesi durumunda ilgili kriter girdi kriteri, yüksek değer tedarikçi için daha yüksek performansa karşılık gelmesi durumunda ise ilgili kriter çıktı kriteri olarak belirlenmiştir.

Plastik parça üreticisi tedarikçilere ait girdi ve çıktı kriterleri değerleri Tablo 5.4'te görülmektedir.

Tablo 5.4: Plastik Parça Tedarikçileri Girdi/Çıktı Kriterleri

	Maliyet (Girdi)	Tamir Sayısı (Girdi)	Hatasız Teslim (Çıktı)	Kalite Değeri (Çıktı)	Teslimat Performansı (Çıktı)
Tedarikçi A	3	1	0,9994	750	96,81
Tedarikçi B	7	5	0,8013	900	99,76
Tedarikçi C	2	1	0,2127	500	93,00
Tedarikçi D	6	5	0,9999	750	96,86
Tedarikçi E	4	179	0,9701	750	53,10
Tedarikçi F	5	6	0,9816	750	90,19
Tedarikçi G	9	8	0,9733	1425	95,10
Tedarikçi H	8	3	0,9962	1175	99,70
Tedarikçi I	5	75	0,7350	750	97,67
Tedarikçi J	7	3	0,9988	1125	75,13
Tedarikçi K	8	1	0,9700	1150	89,29
Tedarikçi L	10	1	0,9930	1250	97,86
Tedarikçi M	9	1	0,9876	1200	99,29
Tedarikçi N	10	87	0,9983	1225	100
Tedarikçi O	7	1	0,8928	750	96,76
Tedarikçi P	8	10	0,9146	1100	99,05
Tedarikçi R	8	10	0,9172	750	97,71

Tedarikçi A için amaç fonksiyonu:

$$Z_A = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3A + 7B + 2C + 6D + 4E + 5F + 9G + 8H + 5I + 7J + 8K + 10L + 9M + 10N + 7O + 8P + 8R + S_1 - 3\alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1 A + 5 B + 1 C + 5 D + 179 E + 6 F + 8 G + 3 H + 75 I + 3 J + 1 K + 1 L + 1 M + 87 N + 1 O + 10 P + 10 R + S_2 - 1 \alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994 A + 0,8013 B + 0,2127 C + 0,9999 D + 0,9701 E + 0,9816 F + 0,9733 G + 0,9962 H + 0,7350 I + 0,9988 J + 0,9700 K + 0,9930 L + 0,9876 M + 0,9983 N + 0,8928 O + 0,9146 P + 0,9172 R - S_3 = 0,9994$$

Kalite,

$$750 A + 900 B + 500 C + 750 D + 750 E + 750 F + 1425 G + 1175 H + 750 I + 1125 J + 1150 K + 1250 L + 1200 M + 1225 N + 750 O + 1100 P + 750 R - S_4 = 750$$

Teslimat Performansı,

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 96,81$$

Tedarikçi A çözüm kümesi:

$$Z_A = 1 ; \alpha = 1$$

$$A = 1; B = C = D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = S_5 = 0$$

A firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri ve büzülme katsayısı 1'e eşittir. A firması etkin olduğundan dolayı girdi vektöründe herhangi bir azaltma yapılamaz. Başka bir ifade ile firmanın yoğunluk değeri 1 ve firmanın girdi ve çıktılarına ait atıl değer bulunmamaktadır. Atıl değerler 0'a eşit olarak hesaplanmıştır. Firma etkin olduğundan dolayı referans kümesinde sadece kendisi yer almaktadır.

Tedarikçi A Referans Kümesi: $R.K = \{A\}$

Tedarikçi B için amaç fonksiyonu:

$$Z_B = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3 A + 7 B + 2 C + 6 D + 4 E + 5 F + 9 G + 8 H + 5 I + 7 J + 8 K + 10 L + 9 M + 10 N + 7 O + 8 P + 8 R + S_1 - 7 \alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1 A + 5 B + 1 C + 5 D + 179 E + 6 F + 8 G + 3 H + 75 I + 3 J + 1 K + 1 L + 1 M + 87 N + 1 O + 10 P + 10 R + S_2 - 5 \alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994 A + 0,8013 B + 0,2127 C + 0,9999 D + 0,9701 E + 0,9816 F + 0,9733 G + 0,9962 H + 0,7350 I + 0,9988 J + 0,9700 K + 0,9930 L + 0,9876 M + 0,9983 N + 0,8928 O + 0,9146 P + 0,9172 R - S_3 = 0,8013$$

Kalite,

$$750 A + 900 B + 500 C + 750 D + 750 E + 750 F + 1425 G + 1175 H + 750 I + 1125 J + 1150 K + 1250 L + 1200 M + 1225 N + 750 O + 1100 P + 750 R - S_4 = 900$$

Teslimat Performansı,

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 99,76$$

Tedarikçi B çözüm kümesi:

$$Z_B = 0,5142432; \alpha = 0,514286$$

$$A = 0,615036; B = 0; C = 0,877445; D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = 0; S_2 = 1,078947; S_3 = 0; S_4 = 0; S_5 = 41,384098$$

B firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri 0,5142432, büzülme katsayısı da 0,514286'ya eşittir. B firmasının etkinlik değeri modelde yer alan girdi ve çıktı kriterleri doğrultusunda 1'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç B firmasının diğer firmalara kıyasla etkin olmadığını göstermektedir. B firmasının tamir sayısı girdi kriterine ait atıl değer 1,078947; teslimat performansı çıktı kriteri ait atıl değer 41,384098'dir. B firmasının etkinlik ölçümünde referans olan kuramsal işletme, B firmasının referans kümesini oluşturan A ve C firmalarının doğrusal birleşimidir. Bu kuramsal işletmenin oluşmasında A firmasının yoğunluğu 0,615036; C firmasının yoğunluğu ise 0,877445'dir.

Tedarikçi B Referans Kümesi: R.K = {A; C}

B firması için elde edilen sonuçlar doğrultusunda firmanın etkin hale getirilebilmesi için girdi ve çıktı değerlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir.

Oluşturulan kuramsal firma için girdi ve çıktı değerleri aşağıdaki gibi olacaktır:

$$X_{KB} = \{((3; 1) * 0,615036) + ((2; 1) * 0,877445)\}$$

$$X_{KB} = \{3,60; 1,49\}$$

$$Y_{KB} = \{((0,9994; 750; 96,81) * 0,615036) + ((0,2127; 500; 93) * 0,877445)\}$$

$$Y_{KB} = \{0,8013; 900; 141,12\}$$

Kuramsal firma referans alınarak B firmasını etkin hale getirmek için girdi kriterlerinin belirlenen değerlerde azaltılması, çıktı kriterlerinin ise belirlenen değerlerde arttırılması gerekmektedir.

Tablo 5.5: B Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri

		B Firması	Kuramsal Firma	İyileştirme
<i>Girdiler</i>	Maliyet	7	3,60	-3,40
	Tamir Sayısı	5	1,49	-3,51
<i>Çıktılar</i>	Hatasız Teslim Oranı	0,8013	0,8013	0
	Kalite Değeri	900	900	0
	Teslimat Performansı	99,76	141,12	41,36

B firmasının etkin duruma gelebilmesi için maliyetinin 3,60'a, tamir sayısının ise 1,49'a düşürülmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra teslimat performansının 41,36 oranında arttırılması gerekmektedir.

Tedarikçi C için amaç fonksiyonu:

$$Z_C = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3A + 7B + 2C + 6D + 4E + 5F + 9G + 8H + 5I + 7J + 8K + 10L + 9M + 10N + 7O + 8P + 8R + S_1 - 2\alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1A + 5B + 1C + 5D + 179E + 6F + 8G + 3H + 75I + 3J + 1K + 1L + 1M + 87N + 1O + 10P + 10R + S_2 - 1\alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994 A + 0,8013 B + 0,2127 C + 0,9999 D + 0,9701 E + 0,9816 F + 0,9733 G + 0,9962 H + 0,7350 I + 0,9988 J + 0,9700 K + 0,9930 L + 0,9876 M + 0,9983 N + 0,8928 O + 0,9146 P + 0,9172 R - S_3 = 0,2127$$

Kalite,

$$750 A + 900 B + 500 C + 750 D + 750 E + 750 F + 1425 G + 1175 H + 750 I + 1125 J + 1150 K + 1250 L + 1200 M + 1225 N + 750 O + 1100 P + 750 R - S_4 = 500$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 93,00$$

Tedarikçi C çözüm kümesi:

$$Z_C = 1 ; \alpha = 1$$

$$C = 1; A = B = D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = S_5 = 0$$

C firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri ve büzülme katsayısı 1'e eşittir. C firması etkin olduğundan dolayı girdi vektöründe herhangi bir azaltma yapılamaz. Başka bir ifade ile firmanın yoğunluk değeri 1 ve firmanın girdi ve çıktılarına ait atıl değer bulunmamaktadır. Atıl değerler 0'a eşit olarak hesaplanmıştır. Firma etkin olduğundan dolayı referans kümesinde sadece kendisi yer almaktadır.

Tedarikçi C Referans Kümesi: $R.K = \{C\}$

Tedarikçi D için amaç fonksiyonu:

$$Z_D = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3 A + 7 B + 2 C + 6 D + 4 E + 5 F + 9 G + 8 H + 5 I + 7 J + 8 K + 10 L + 9 M + 10 N + 7 O + 8 P + 8 R + S_1 - 6 \alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1 A + 5 B + 1 C + 5 D + 179 E + 6 F + 8 G + 3 H + 75 I + 3 J + 1 K + 1 L + 1 M + 87 N + 1 O + 10 P + 10 R + S_2 - 5 \alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994 A + 0,8013 B + 0,2127 C + 0,9999 D + 0,9701 E + 0,9816 F + 0,9733 G + 0,9962 H + 0,7350 I + 0,9988 J + 0,9700 K + 0,9930 L + 0,9876 M + 0,9983 N + 0,8928 O + 0,9146 P + 0,9172 R - S_3 = 0,9999$$

Kalite,

$$750 A + 900 B + 500 C + 750 D + 750 E + 750 F + 1425 G + 1175 H + 750 I + 1125 J + 1150 K + 1250 L + 1200 M + 1225 N + 750 O + 1100 P + 750 R - S_4 = 750$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 96,86$$

Tedarikçi D çözüm kümesi:

$$Z_D = 0,5002531; \alpha = 0,500255$$

$$A = 1,000496; C = 0,000022; B = D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = 0; S_2 = 1,500758; S_3 = 0; S_4 = 0,382577; S_5 = 0$$

D firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri 0,5002531, büzülme katsayısı da 0,500255'e eşittir. D firmasının etkinlik değeri modelde yer alan girdi ve çıktı kriterleri doğrultusunda 1'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç D firmasının diğer firmalara kıyasla etkin olmadığını göstermektedir. D firmasının tamir sayısı girdi kriterine ait atıl değer 1,500758; kalite değeri çıktı kriteri ait atıl değer 0,382577'dir. B firmasının etkinlik ölçümünde referans olan kuramsal işletme, D firmasının referans kümesini oluşturan A ve C firmalarının doğrusal birleşimidir. Bu kuramsal işletmenin oluşmasında A firmasının yoğunluğu 1,000496; C firmasının yoğunluğu ise 0,000022'dir.

Tedarikçi D Referans Kümesi: R.K = {A; C}

D firması için elde edilen sonuçlar doğrultusunda firmanın etkin hale getirilebilmesi için girdi ve çıktı değerlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Oluşturulan kuramsal firma için girdi ve çıktı değerleri aşağıdaki gibi olacaktır:

$$X_{KD} = \{((3; 1) * 1,000496) + ((2; 1) * 0,000022)\}$$

$$X_{KD} = \{3,00; 1,00\}$$

$$Y_{KD} = \{((0,9994; 750; 96,81) * 1,000496) + ((0,2127; 500; 93) * 0,000022)\}$$

$$Y_{KD} = \{1,0004; 750,4; 96,86\}$$

Kuramsal firma referans alınarak D firmasını etkin hale getirmek için girdi kriterlerinin belirlenen değerlerde azaltılması, çıktı kriterlerinin ise belirlenen değerlerde arttırılması gerekmektedir.

Tablo 5.6: D Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri

		D Firması	Kuramsal Firma	İyileştirme
<i>Girdiler</i>	Maliyet	6	3	-3
	Tamir Sayısı	5	1	-4
<i>Çıktılar</i>	Hatasız Teslim Oranı	0,9999	1,0004	0,0005
	Kalite Değeri	750	750,4	0,4
	Teslimat Performansı	96,86	96,86	0

D firmasının etkin duruma gelebilmesi için maliyetinin 3'e, tamir sayısının ise 1'e düşürülmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra hatasız teslim oranının 0,0005, kalite değerinin de 0,4 kadar arttırılması gerekmektedir.

Tedarikçi E için amaç fonksiyonu;

$$Z_E = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3A + 7B + 2C + 6D + 4E + 5F + 9G + 8H + 5I + 7J + 8K + 10L + 9M + 10N + 7O + 8P + 8R + S_1 - 4\alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1A + 5B + 1C + 5D + 179E + 6F + 8G + 3H + 75I + 3J + 1K + 1L + 1M + 87N + 1O + 10P + 10R + S_2 - 179\alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994 A + 0,8013 B + 0,2127 C + 0,9999 D + 0,9701 E + 0,9816 F + 0,9733 G + 0,9962 H + 0,7350 I + 0,9988 J + 0,9700 K + 0,9930 L + 0,9876 M + 0,9983 N + 0,8928 O + 0,9146 P + 0,9172 R - S_3 = 0,9701$$

Kalite,

$$750 A + 900 B + 500 C + 750 D + 750 E + 750 F + 1425 G + 1175 H + 750 I + 1125 J + 1150 K + 1250 L + 1200 M + 1225 N + 750 O + 1100 P + 750 R - S_4 = 750$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 53,10$$

Tedarikçi E çözüm kümesi:

$$Z_E = 0,7498212; \alpha = 0,750000$$

$$A = 0,956934; C = 0,064599; B = D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = 0; S_2 = 133,228470; S_3 = 0; S_4 = 0; S_5 = 45,548492$$

E firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri 0,7498212, büzülme katsayısı da 0,750000'e eşittir. E firmasının etkinlik değeri modelde yer alan girdi ve çıktı kriterleri doğrultusunda 1'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç E firmasının diğer firmalara kıyasla etkin olmadığını göstermektedir. E firmasının tamir sayısı girdi kriterine ait atıl değer 133,228470; teslimat performansı çıktı kriteri ait atıl değer 45,548492'dir. E firmasının etkinlik ölçümünde referans olan kuramsal işletme, E firmasının referans kümesini oluşturan A ve C firmalarının doğrusal birleşimidir. Bu kuramsal işletmenin oluşmasında A firmasının yoğunluğu 0,956934; C firmasının yoğunluğu ise 0,064599'dir.

Tedarikçi E Referans Kümesi: $R.K = \{A; C\}$

E firması için elde edilen sonuçlar doğrultusunda firmanın etkin hale getirilebilmesi için girdi ve çıktı değerlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Oluşturulan kuramsal firma için girdi ve çıktı değerleri aşağıdaki gibi olacaktır:

$$X_{KE} = \{((3; 1) * 0,956934) + ((2; 1) * 0,064599)\}$$

$$X_{KE} = \{3; 1\}$$

$$Y_{KE} = \{((0,9994; 750; 96,81) * 0,956934) + ((0,2127; 500; 93) * 0,064599)\}$$

$$Y_{KE} = \{0,9701; 750; 98,65\}$$

Kuramsal firma referans alınarak E firmasını etkin hale getirmek için girdi kriterlerinin belirlenen değerlerde azaltılması, çıktı kriterlerinin ise belirlenen değerlerde arttırılması gerekmektedir.

Tablo 5.7: E Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri

		E Firması	Kuramsal Firma	İyileştirme
<i>Girdiler</i>	Maliyet	4	3	-1
	Tamir Sayısı	179	1	-178
<i>Çıktılar</i>	Hatasız Teslim Oranı	0,9701	0,9701	0
	Kalite Değeri	750	750	0
	Teslimat Performansı	53,10	98,65	45,55

E firmasının etkin duruma gelebilmesi için maliyetinin 3'e, tamir sayısının ise 1'e düşürülmesi gerekmektedir. Çıktı kriterlerinden teslimat performansı değerinin de 45,55 oranında arttırılması gerekmektedir.

Tedarikçi F için amaç fonksiyonu;

$$Z_F = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3A + 7B + 2C + 6D + 4E + 5F + 9G + 8H + 5I + 7J + 8K + 10L + 9M + 10N + 7O + 8P + 8R + S_1 - 5\alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1A + 5B + 1C + 5D + 179E + 6F + 8G + 3H + 75I + 3J + 1K + 1L + 1M + 87N + 1O + 10P + 10R + S_4 - 6\alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994A + 0,8013B + 0,2127C + 0,9999D + 0,9701E + 0,9816F + 0,9733G + 0,9962H + 0,7350I + 0,9988J + 0,9700K + 0,9930L + 0,9876M + 0,9983N + 0,8928O + 0,9146P + 0,9172R - S_3 = 0,9816$$

Kalite,

$$750 A + 900 B + 500 C + 750 D + 750 E + 750 F + 1425 G + 1175 H + 750 I + 1125 J + 1150 K + 1250 L + 1200 M + 1225 N + 750 O + 1100 P + 750 R - S_4 = 750$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 90,19$$

Tedarikçi F çözüm kümesi:

$$Z_F = 0,5999897; \alpha = 0,600000$$

$$A = 0,973837; C = 0,039245; B = D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = 0; S_2 = 2,586919; S_3 = 0; S_4 = 0; S_5 = 7,736901$$

F firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri 0,5999897, büzülme katsayısı da 0,600000'e eşittir. F firmasının etkinlik değeri modelde yer alan girdi ve çıktı kriterleri doğrultusunda 1'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç F firmasının diğer firmalara kıyasla etkin olmadığını göstermektedir. F firmasının tamir sayısı girdi kriterine ait atıl değer 2,586919; teslimat performansı çıktı kriteri ait atıl değer 7,736901'dir. F firmasının etkinlik ölçümünde referans olan kuramsal işletme, F firmasının referans kümesini oluşturan A ve C firmalarının doğrusal birleşimidir. Bu kuramsal işletmenin oluşmasında A firmasının yoğunluğu 0,973837; C firmasının yoğunluğu ise 0,039245'dir.

Tedarikçi F Referans Kümesi: R.K = {A; C}

F firması için elde edilen sonuçlar doğrultusunda firmanın etkin hale getirilebilmesi için girdi ve çıktı değerlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Oluşturulan kuramsal firma için girdi ve çıktı değerleri aşağıdaki gibi olacaktır:

$$X_{KF} = \{((3; 1) * 0,973837) + ((2; 1) * 0,039245)\}$$

$$X_{KF} = \{3; 1\}$$

$$Y_{KF} = \{((0,9994; 750; 96,81) * 0,973837) + ((0,2127; 500; 93) * 0,039245)\}$$

$$Y_{KF} = \{0,9816; 750; 97,93\}$$

Kuramsal firma referans alınarak F firmasını etkin hale getirmek için girdi kriterlerinin belirlenen değerlerde azaltılması, çıktı kriterlerinin ise belirlenen değerlerde arttırılması gerekmektedir.

Tablo 5.8: F Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri

		F Firması	Kuramsal Firma	İyileştirme
<i>Girdiler</i>	Maliyet	5	3	-2
	Tamir Sayısı	6	1	-5
<i>Çıktılar</i>	Hatasız Teslim Oranı	0,9816	0,9816	0
	Kalite Değeri	750	750	0
	Teslimat Performansı	90,19	97,93	7,74

F firmasının etkin duruma gelebilmesi için maliyetinin 3'e, tamir sayısının ise 1'e düşürülmesi gerekmektedir. Çıktı kriterlerinden teslimat performansı değerinin de 7,74 oranında arttırılması gerekmektedir.

Tedarikçi G için amaç fonksiyonu:

$$Z_G = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3A + 7B + 2C + 6D + 4E + 5F + 9G + 8H + 5I + 7J + 8K + 10L + 9M + 10N + 7O + 8P + 8R + S_1 - 9\alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1A + 5B + 1C + 5D + 179E + 6F + 8G + 3H + 75I + 3J + 1K + 1L + 1M + 87N + 1O + 10P + 10R + S_4 - 8\alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994A + 0,8013B + 0,2127C + 0,9999D + 0,9701E + 0,9816F + 0,9733G + 0,9962H + 0,7350I + 0,9988J + 0,9700K + 0,9930L + 0,9876M + 0,9983N + 0,8928O + 0,9146P + 0,9172R - S_3 = 0,9733$$

Kalite,

$$750A + 900B + 500C + 750D + 750E + 750F + 1425G + 1175H + 750I + 1125J + 1150K + 1250L + 1200M + 1225N + 750O + 1100P + 750R - S_4 = 1425$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 95,10$$

Tedarikçi G çözüm kümesi:

$$Z_G = 0,6331840; \alpha = 0,633333$$

$$A = 0,539583; C = 2,040626; B = D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = 0; S_2 = 2,486458; S_3 = 0; S_4 = 0; S_5 = 146,915222$$

G firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri 0,6331840, büzülme katsayısı da 0,633333'e eşittir. G firmasının etkinlik değeri modelde yer alan girdi ve çıktı kriterleri doğrultusunda 1'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç G firmasının diğer firmalara kıyasla etkin olmadığını göstermektedir. G firmasının tamir sayısı girdi kriterine ait atıl değer 2,486458; teslimat performansı çıktı kriteri ait atıl değer 146,915222'dir. G firmasının etkinlik ölçümünde referans olan kuramsal işletme, G firmasının referans kümesini oluşturan A ve C firmalarının doğrusal birleşimidir. Bu kuramsal işletmenin oluşmasında A firmasının yoğunluğu 0,539583; C firmasının yoğunluğu ise 2,040626'dır.

Tedarikçi G Referans Kümesi: R.K = {A; C}

G firması için elde edilen sonuçlar doğrultusunda firmanın etkin hale getirilebilmesi için girdi ve çıktı değerlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Oluşturulan kuramsal firma için girdi ve çıktı değerleri aşağıdaki gibi olacaktır:

$$X_{KG} = \{((3; 1) * 0,539583) + ((2; 1) * 2,040626)\}$$

$$X_{KG} = \{5,7; 2,6\}$$

$$Y_{KG} = \{((0,9994; 750; 96,81) * 0,539583) + ((0,2127; 500; 93) * 2,040626)\}$$

$$Y_{KG} = \{0,9733; 1425; 242,02\}$$

Kuramsal firma referans alınarak G firmasını etkin hale getirmek için girdi kriterlerinin belirlenen değerlerde azaltılması, çıktı kriterlerinin ise belirlenen değerlerde arttırılması gerekmektedir.

Tablo 5.9: G Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri

		G Firması	Kuramsal Firma	İyileştirme
<i>Girdiler</i>	Maliyet	9	5,7	-3,3
	Tamir Sayısı	8	2,6	-5,4
<i>Çıktılar</i>	Hatasız Teslim Oranı	0,9733	0,9733	0
	Kalite Değeri	1425	1425	0
	Teslimat Performansı	95,10	242,02	146,92

G firmasının etkin duruma gelebilmesi için maliyetinin 5,7'ye, tamir sayısının ise 2,6'ya düşürülmesi gerekmektedir. Çıktı kriterlerinden teslimat performansı değerinin de 146,92 oranında artırılması gerekmektedir.

Tedarikçi H için amaç fonksiyonu;

$$Z_H = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3A + 7B + 2C + 6D + 4E + 5F + 9G + 8H + 5I + 7J + 8K + 10L + 9M + 10N + 7O + 8P + 8R + S_1 - 8\alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1A + 5B + 1C + 5D + 179E + 6F + 8G + 3H + 75I + 3J + 1K + 1L + 1M + 87N + 1O + 10P + 10R + S_2 - 3\alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994A + 0,8013B + 0,2127C + 0,9999D + 0,9701E + 0,9816F + 0,9733G + 0,9962H + 0,7350I + 0,9988J + 0,9700K + 0,9930L + 0,9876M + 0,9983N + 0,8928O + 0,9146P + 0,9172R - S_3 = 0,9962$$

Kalite,

$$750A + 900B + 500C + 750D + 750E + 750F + 1425G + 1175H + 750I + 1125J + 1150K + 1250L + 1200M + 1225N + 750O + 1100P + 750R - S_4 = 1175$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 99,70$$

Tedarikçi H çözüm kümesi:

$$Z_H = 0,5874473; \alpha = 0,587500$$

$$A = 1,566667; B = C = D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = 0; S_2 = 0,195833; S_3 = 0,569527; S_4 = 0; S_5 = 51,969002$$

H firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri 0,5874473, büzülme katsayısı da 0,587500'e eşittir. H firmasının etkinlik değeri modelde yer alan girdi ve çıktı kriterleri doğrultusunda 1'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç H firmasının diğer firmalara kıyasla etkin olmadığını göstermektedir. H firmasının tamir sayısı girdi kriterine ait atıl değer 0,195833; hatasız teslim oranı çıktı kriterine ait atıl değer 0,569527; teslimat performansı çıktı kriterine ait atıl değer ise 51,969002'dir. H firmasının etkinlik ölçümünde referans olan kuramsal işletme A firmasıdır. Bu kuramsal işletmenin oluşmasında A firmasının yoğunluğu 1,566667'dir.

Tedarikçi H Referans Kümesi: R.K = {A}

H firması için elde edilen sonuçlar doğrultusunda firmanın etkin hale getirilebilmesi için girdi ve çıktı değerlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Oluşturulan kuramsal firma için girdi ve çıktı değerleri aşağıdaki gibi olacaktır:

$$X_{KH} = \{(3; 1) * 1,566667\}$$

$$X_{KH} = \{4,7; 1,6\}$$

$$Y_{KH} = \{(0,9994; 750; 96,81) * 1,566667\}$$

$$Y_{KH} = \{1,5657; 1175; 151,67\}$$

Kuramsal firma referans alınarak H firmasını etkin hale getirmek için girdi kriterlerinin belirlenen değerlerde azaltılması, çıktı kriterlerinin ise belirlenen değerlerde artırılması gerekmektedir.

Tablo 5.10: H Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri

		H Firması	Kuramsal Firma	İyileştirme
<i>Girdiler</i>	Maliyet	8	4,7	-3,3
	Tamir Sayısı	3	1,6	-1,4
<i>Çıktılar</i>	Hatasız Teslim Oranı	0,9962	1,5657	0,5695
	Kalite Değeri	1175	1175	0
	Teslimat Performansı	99,70	151,67	51,97

H firmasının etkin duruma gelebilmesi için maliyetinin 4,7'ye, tamir sayısının ise 1,6'ya düşürülmesi gerekmektedir. Çıktı kriterlerinden hatasız teslim oranı değerinin 0,5695; teslimat performansı değerinin de 51,97 oranında arttırılması gerekmektedir.

Tedarikçi I için amaç fonksiyonu;

$$Z_I = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3A + 7B + 2C + 6D + 4E + 5F + 9G + 8H + 5I + 7J + 8K + 10L + 9M + 10N + 7O + 8P + 8R + S_1 - 5\alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1A + 5B + 1C + 5D + 179E + 6F + 8G + 3H + 75I + 3J + 1K + 1L + 1M + 87N + 1O + 10P + 10R + S_2 - 75\alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994A + 0,8013B + 0,2127C + 0,9999D + 0,9701E + 0,9816F + 0,9733G + 0,9962H + 0,7350I + 0,9988J + 0,9700K + 0,9930L + 0,9876M + 0,9983N + 0,8928O + 0,9146P + 0,9172R - S_3 = 0,7350$$

Kalite,

$$750A + 900B + 500C + 750D + 750E + 750F + 1425G + 1175H + 750I + 1125J + 1150K + 1250L + 1200M + 1225N + 750O + 1100P + 750R - S_4 = 750$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 97,67$$

Tedarikçi I çözüm kümesi:

$$Z_1 = 0,5999557; \alpha = 0,600000$$

$$A = 0,979855; C = 0,030218; B = D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = 0; S_2 = 43,989929; S_3 = 0,250694; S_4 = 0; S_5 = 0$$

I firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri 0,5999557, büzülme katsayısı da 0,600000'e eşittir. I firmasının etkinlik değeri modelde yer alan girdi ve çıktı kriterleri doğrultusunda 1'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç I firmasının diğer firmalara kıyasla etkin olmadığını göstermektedir. I firmasının tamir sayısı girdi kriterine ait atıl değer 43,989929; hatasız teslim oranı çıktı kriterine ait atıl değer 0,250694'dir. I firmasının etkinlik ölçümünde referans olan kuramsal işletme, I firmasının referans kümesini oluşturan A ve C firmalarının doğrusal birleşimidir. Bu kuramsal işletmenin oluşmasında A firmasının yoğunluğu 0,979855; C firmasının yoğunluğu ise 0,030218'dir.

Tedarikçi I Referans Kümesi: $R.K = \{A; C\}$

I firması için elde edilen sonuçlar doğrultusunda firmanın etkin hale getirilebilmesi için girdi ve çıktı değerlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Oluşturulan kuramsal firma için girdi ve çıktı değerleri aşağıdaki gibi olacaktır:

$$X_{KG} = \{((3; 1) * 0,979855) + ((2; 1) * 0,030218)\}$$

$$X_{KG} = \{3; 1\}$$

$$Y_{KG} = \{((0,9994; 750; 96,81) * 0,979855) + ((0,2127; 500; 93) * 0,030218)\}$$

$$Y_{KG} = \{0,9857; 750; 97,67\}$$

Kuramsal firma referans alınarak I firmasını etkin hale getirmek için girdi kriterlerinin belirlenen değerlerde azaltılması, çıktı kriterlerinin ise belirlenen değerlerde arttırılması gerekmektedir.

Tablo 5.11: I Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri

		I Firması	Kuramsal Firma	İyileştirme
<i>Girdiler</i>	Maliyet	5	3	-2
	Tamir Sayısı	75	1	-74
<i>Çıktılar</i>	Hatasız Teslim Oranı	0,7350	0,9857	0,2507
	Kalite Değeri	750	750	0
	Teslimat Performansı	97,67	97,67	0

I firmasının etkin duruma gelebilmesi için maliyetinin 3'e, tamir sayısının ise 1'e düşürülmesi gerekmektedir. Çıktı kriterlerinden hatasız teslim oranı değerinin ise 0,2507 kadar arttırılması gerekmektedir

Tedarikçi J için amaç fonksiyonu;

$$Z_J = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3A + 7B + 2C + 6D + 4E + 5F + 9G + 8H + 5I + 7J + 8K + 10L + 9M + 10N + 7O + 8P + 8R + S_1 - 7\alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1A + 5B + 1C + 5D + 179E + 6F + 8G + 3H + 75I + 3J + 1K + 1L + 1M + 87N + 1O + 10P + 10R + S_2 - 3\alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994A + 0,8013B + 0,2127C + 0,9999D + 0,9701E + 0,9816F + 0,9733G + 0,9962H + 0,7350I + 0,9988J + 0,9700K + 0,9930L + 0,9876M + 0,9983N + 0,8928O + 0,9146P + 0,9172R - S_3 = 0,9988$$

Kalite,

$$750A + 900B + 500C + 750D + 750E + 750F + 1425G + 1175H + 750I + 1125J + 1150K + 1250L + 1200M + 1225N + 750O + 1100P + 750R - S_4 = 1125$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 75,13$$

Tedarikçi J için çözüm kümesi:

$$Z_J = 0,6427861; \alpha = 0,642857$$

$$A = 1,500000; B = C = D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = 0; S_2 = 0,428571; S_3 = 0,500300; S_4 = 0; S_5 = 70,084999$$

J firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri 0,6427861, büzülme katsayısı da 0,642857'e eşittir. J firmasının etkinlik değeri modelde yer alan girdi ve çıktı kriterleri doğrultusunda 1'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç J firmasının diğer firmalara kıyasla etkin olmadığını göstermektedir. J firmasının tamir sayısı girdi kriterine ait atıl değer 0,428571; hatasız teslim oranı çıktı kriterine ait atıl değer 0,500300; teslimat performansı çıktı kriterine ait atıl değer ise 70,084999'dir. J firmasının etkinlik ölçümünde referans olan kuramsal işletme A firmasıdır. Bu kuramsal işletmenin oluşmasında A firmasının yoğunluğu 1,5'dir.

Tedarikçi J Referans Kümesi: $R.K = \{A\}$

J firması için elde edilen sonuçlar doğrultusunda firmanın etkin hale getirilebilmesi için girdi ve çıktı değerlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Oluşturulan kuramsal firma için girdi ve çıktı değerleri aşağıdaki gibi olacaktır:

$$X_{KJ} = \{(3; 1) * 1,5\}$$

$$X_{KJ} = \{4,5; 1,5\}$$

$$Y_{KJ} = \{(0,9994; 750; 96,81) * 1,5\}$$

$$Y_{KJ} = \{1,4991; 1125; 145,22\}$$

Kuramsal firma referans alınarak J firmasını etkin hale getirmek için girdi kriterlerinin belirlenen değerlerde azaltılması, çıktı kriterlerinin ise belirlenen değerlerde artırılması gerekmektedir.

Tablo 5.12: J Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri

		J Firması	Kuramsal Firma	İyileştirme
<i>Girdiler</i>	Maliyet	7	4,5	-2,5
	Tamir Sayısı	3	1,5	-1,5
<i>Çıktılar</i>	Hatasız Teslim Oranı	0,9988	1,4991	0,5003
	Kalite Değeri	1125	1125	0
	Teslimat Performansı	75,13	145,22	70,09

J firmasının etkin duruma gelebilmesi için maliyetinin 4,5'e, tamir sayısının ise 1,5'e düşürülmesi gerekmektedir. Çıktı kriterlerinden hatasız teslim oranı değerinin 0,5003; teslimat performansı değerinin de 70,09 oranında arttırılması gerekmektedir.

Tedarikçi K için amaç fonksiyonu;

$$Z_K = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3A + 7B + 2C + 6D + 4E + 5F + 9G + 8H + 5I + 7J + 8K + 10L + 9M + 10N + 7O + 8P + 8R + S_1 - 8\alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1A + 5B + 1C + 5D + 179E + 6F + 8G + 3H + 75I + 3J + 1K + 1L + 1M + 87N + 1O + 10P + 10R + S_2 - 1\alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994A + 0,8013B + 0,2127C + 0,9999D + 0,9701E + 0,9816F + 0,9733G + 0,9962H + 0,7350I + 0,9988J + 0,9700K + 0,9930L + 0,9876M + 0,9983N + 0,8928O + 0,9146P + 0,9172R - S_3 = 0,9700$$

Kalite,

$$750A + 900B + 500C + 750D + 750E + 750F + 1425G + 1175H + 750I + 1125J + 1150K + 1250L + 1200M + 1225N + 750O + 1100P + 750R - S_4 = 1150$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 89,29$$

Tedarikçi K için çözüm kümesi:

$$Z_K = 1 ; \alpha = 1$$

$$K = 1; A = B = C = D = E = F = G = H = I = J = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = S_5 = 0$$

K firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri ve büzülme katsayısı 1'e eşittir. K firması etkin olduğundan dolayı girdi vektöründe herhangi bir azaltma yapılamaz. Başka bir ifade ile firmanın yoğunluk değeri 1 ve firmanın girdi ve çıktılarına ait atıl değer bulunmamaktadır. Atıl değerler 0'a eşit olarak hesaplanmıştır. Firma etkin olduğundan dolayı referans kümesinde sadece kendisi yer almaktadır.

Tedarikçi K Referans Kümesi: $R.K = \{K\}$

Tedarikçi L için amaç fonksiyonu;

$$Z_L = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3 A + 7 B + 2 C + 6 D + 4 E + 5 F + 9 G + 8 H + 5 I + 7 J + 8 K + 10 L + 9 M + 10 N + 7 O + 8 P + 8 R + S_1 - 10 \alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1 A + 5 B + 1 C + 5 D + 179 E + 6 F + 8 G + 3 H + 75 I + 3 J + 1 K + 1 L + 1 M + 87 N + 1 O + 10 P + 10 R + S_2 - 1 \alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994 A + 0,8013 B + 0,2127 C + 0,9999 D + 0,9701 E + 0,9816 F + 0,9733 G + 0,9962 H + 0,7350 I + 0,9988 J + 0,9700 K + 0,9930 L + 0,9876 M + 0,9983 N + 0,8928 O + 0,9146 P + 0,9172 R - S_3 = 0,9930$$

Kalite,

$$750 A + 900 B + 500 C + 750 D + 750 E + 750 F + 1425 G + 1175 H + 750 I + 1125 J + 1150 K + 1250 L + 1200 M + 1225 N + 750 O + 1100 P + 750 R - S_4 = 1150$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 97,86$$

Tedarikçi L için çözüm kümesi:

$$Z_L = 1 ; \alpha = 1$$

$$L = 1; A = B = C = D = E = F = G = H = I = J = K = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = S_5 = 0$$

L firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri ve büzülme katsayısı 1'e eşittir. L firması etkin olduğundan dolayı girdi vektöründe herhangi bir azaltma yapılamaz. Başka bir ifade ile firmanın yoğunluk değeri 1 ve firmanın girdi ve çıktılarına ait atıl değer bulunmamaktadır. Atıl değerler 0'a eşit olarak hesaplanmıştır. Firma etkin olduğundan dolayı referans kümesinde sadece kendisi yer almaktadır.

Tedarikçi L Referans Kümesi: $R.K = \{L\}$

Tedarikçi M için amaç fonksiyonu;

$$Z_M = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3 A + 7 B + 2 C + 6 D + 4 E + 5 F + 9 G + 8 H + 5 I + 7 J + 8 K + 10 L + 9 M + 10 N + 7 O + 8 P + 8 R + S_1 - 9 \alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1 A + 5 B + 1 C + 5 D + 179 E + 6 F + 8 G + 3 H + 75 I + 3 J + 1 K + 1 L + 1 M + 87 N + 1 O + 10 P + 10 R + S_2 - 1 \alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994 A + 0,8013 B + 0,2127 C + 0,9999 D + 0,9701 E + 0,9816 F + 0,9733 G + 0,9962 H + 0,7350 I + 0,9988 J + 0,9700 K + 0,9930 L + 0,9876 M + 0,9983 N + 0,8928 O + 0,9146 P + 0,9172 R - S_3 = 0,9876$$

Kalite,

$$750 A + 900 B + 500 C + 750 D + 750 E + 750 F + 1425 G + 1175 H + 750 I + 1125 J + 1150 K + 1250 L + 1200 M + 1225 N + 750 O + 1100 P + 750 R - S_4 = 1200$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 99,29$$

Tedarikçi M için çözüm kümesi:

$$Z_M = 1 ; \alpha = 1$$

$$M = 1; A = B = C = D = E = F = G = H = I = J = K = L = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = S_5 = 0$$

M firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri ve büzülme katsayısı 1'e eşittir. M firması etkin olduğundan dolayı girdi vektöründe herhangi bir azaltma yapılamaz. Başka bir ifade ile firmanın yoğunluk değeri 1 ve firmanın girdi ve çıktılarına ait atıl değer bulunmamaktadır. Atıl değerler 0'a eşit olarak hesaplanmıştır. Firma etkin olduğundan dolayı referans kümesinde sadece kendisi yer almaktadır.

Tedarikçi M Referans Kümesi: $R.K = \{M\}$

Tedarikçi N için amaç fonksiyonu:

$$Z_N = \text{Min} (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3 A + 7 B + 2 C + 6 D + 4 E + 5 F + 9 G + 8 H + 5 I + 7 J + 8 K + 10 L + 9 M + 10 N + 7 O + 8 P + 8 R + S_1 - 10 \alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1 A + 5 B + 1 C + 5 D + 179 E + 6 F + 8 G + 3 H + 75 I + 3 J + 1 K + 1 L + 1 M + 87 N + 1 O + 10 P + 10 R + S_4 - 87 \alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994 A + 0,8013 B + 0,2127 C + 0,9999 D + 0,9701 E + 0,9816 F + 0,9733 G + 0,9962 H + 0,7350 I + 0,9988 J + 0,9700 K + 0,9930 L + 0,9876 M + 0,9983 N + 0,8928 O + 0,9146 P + 0,9172 R - S_3 = 0,9983$$

Kalite,

$$750 A + 900 B + 500 C + 750 D + 750 E + 750 F + 1425 G + 1175 H + 750 I + 1125 J + 1150 K + 1250 L + 1200 M + 1225 N + 750 O + 1100 P + 750 R - S_4 = 1225$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 100$$

Tedarikçi N için çözüm kümesi:

$$Z_N = 0,4899003; \alpha = 0,490000$$

$$A = 1,633333; B = C = D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = 0; S_2 = 40,996666; S_3 = 0,634053; S_4 = 0; S_5 = 58,123001$$

N firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri 0,4899003, büzülme katsayısı da 0,490000'e eşittir. N firmasının etkinlik değeri modelde yer alan girdi ve çıktı kriterleri doğrultusunda 1'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç N firmasının diğer firmalara kıyasla etkin olmadığını göstermektedir. N firmasının tamir sayısı girdi kriterine ait atıl değer 40,996666; hatasız teslim oranı çıktı kriterine ait atıl değer 0,634053; teslimat performansı çıktı kriterine ait atıl değer ise 58,123001'dir. N firmasının etkinlik ölçümünde referans olan kuramsal işletme A firmasıdır. Bu kuramsal işletmenin oluşmasında A firmasının yoğunluğu 1,633333'dür.

Tedarikçi N Referans Kümesi: R.K = {A}

N firması için elde edilen sonuçlar doğrultusunda firmanın etkin hale getirilebilmesi için girdi ve çıktı değerlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Oluşturulan kuramsal firma için girdi ve çıktı değerleri aşağıdaki gibi olacaktır:

$$X_{KN} = \{(3; 1) * 1,633333\}$$

$$X_{KN} = \{4,9; 1,6\}$$

$$Y_{KN} = \{(0,9994; 750; 96,81) * 1,633333\}$$

$$Y_{KN} = \{1,6324; 1225; 158,12\}$$

Kuramsal firma referans alınarak N firmasını etkin hale getirmek için girdi kriterlerinin belirlenen değerlerde azaltılması, çıktı kriterlerinin ise belirlenen değerlerde arttırılması gerekmektedir.

Tablo 5.13: N Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri

		N Firması	Kuramsal Firma	İyileştirme
<i>Girdiler</i>	Maliyet	10	4,9	-5,1
	Tamir Sayısı	87	1,6	-85,4
<i>Çıktılar</i>	Hatasız Teslim Oranı	0,9983	1,6324	0,6341
	Kalite Değeri	1225	1225	0
	Teslimat Performansı	100	158,12	58,12

N firmasının etkin duruma gelebilmesi için maliyetinin 4,9'a, tamir sayısının ise 1,6'ya düşürülmesi gerekmektedir. Çıktı kriterlerinden hatasız teslim oranı değerinin 0,6341; teslimat performansı değerinin de 58,12 oranında arttırılması gerekmektedir.

Tedarikçi O için amaç fonksiyonu:

$$Z_O = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3A + 7B + 2C + 6D + 4E + 5F + 9G + 8H + 5I + 7J + 8K + 10L + 9M + 10N + 7O + 8P + 8R + S_1 - 7\alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1A + 5B + 1C + 5D + 179E + 6F + 8G + 3H + 75I + 3J + 1K + 1L + 1M + 87N + 1O + 10P + 10R + S_2 - 1\alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994 A + 0,8013 B + 0,2127 C + 0,9999 D + 0,9701 E + 0,9816 F + 0,9733 G + 0,9962 H + 0,7350 I + 0,9988 J + 0,9700 K + 0,9930 L + 0,9876 M + 0,9983 N + 0,8928 O + 0,9146 P + 0,9172 R - S_3 = 0,9983$$

Kalite,

$$750 A + 900 B + 500 C + 750 D + 750 E + 750 F + 1425 G + 1175 H + 750 I + 1125 J + 1150 K + 1250 L + 1200 M + 1225 N + 750 O + 1100 P + 750 R - S_4 = 750$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 96,76$$

Tedarikçi O için çözüm kümesi:

$$Z_O = 0,9824189; \alpha = 0,982701$$

$$A = 0,327567; M = 0,655134; B = C = D = E = F = G = H = I = J = K = L = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = 0; S_2 = 0; S_3 = 0,081581; S_4 = 281,835876; S_5 = 0$$

O firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri 0,9824189, büzülme katsayısı da 0,982701'e eşittir. O firmasının etkinlik değeri modelde yer alan girdi ve çıktı kriterleri doğrultusunda 1'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç O firmasının diğer firmalara kıyasla etkin olmadığını göstermektedir. O firmasının hatasız teslim oranı çıktı kriterine ait atıl değer 0,081581 ve kalite çıktı kriterine ait atıl değeri 281,835876'dır. O firmasının etkinlik ölçümünde referans olan kuramsal işletme, O firmasının referans kümesini oluşturan A ve M firmalarının doğrusal birleşimidir. Bu kuramsal işletmenin oluşmasında A firmasının yoğunluğu 0,327567; M firmasının yoğunluğu ise 0,655134'dir.

Tedarikçi O Referans Kümesi: R.K = {A; M}

O firması için elde edilen sonuçlar doğrultusunda firmanın etkin hale getirilebilmesi için girdi ve çıktı değerlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Oluşturulan kuramsal firma için girdi ve çıktı değerleri aşağıdaki gibi olacaktır:

$$X_{KO} = \{((3; 1) * 0,327567) + ((9; 1) * 0,655134)\}$$

$$X_{KO} = \{6,88; 0,98\}$$

$$Y_{KO} = \{((0,9994; 750; 96,81) * 0,327567) + ((0,9876; 1200; 99,29) * 0,655134)\}$$

$$Y_{KO} = \{0,9744; 1031,8; 130,10\}$$

Kuramsal firma referans alınarak O firmasını etkin hale getirmek için girdi kriterlerinin belirlenen değerlerde azaltılması, çıktı kriterlerinin ise belirlenen değerlerde arttırılması gerekmektedir.

Tablo 5.14: O Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri

		O Firması	Kuramsal Firma	İyileştirme
<i>Girdiler</i>	Maliyet	7	6,88	-0,02
	Tamir Sayısı	1	0,98	-0,02
<i>Çıktılar</i>	Hatasız Teslim Oranı	0,8928	0,9744	0,0816
	Kalite Değeri	750	1032	282
	Teslimat Performansı	96,76	130,10	33,34

O firmasının etkin duruma gelebilmesi için maliyetinin 6,88'e, tamir sayısının ise 0,98'e düşürülmesi gerekmektedir. Çıktı kriterlerinden hatasız teslim oranı değerinin ise 0,0816; kalite değerinin 282; teslimat performansının ise 33,34 kadar arttırılması gerekmektedir

Tedarikçi P için amaç fonksiyonu;

$$Z_P = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3A + 7B + 2C + 6D + 4E + 5F + 9G + 8H + 5I + 7J + 8K + 10L + 9M + 10N + 7O + 8P + 8R + S_1 - 8\alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1A + 5B + 1C + 5D + 179E + 6F + 8G + 3H + 75I + 3J + 1K + 1L + 1M + 87N + 1O + 10P + 10R + S_2 - 10\alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994A + 0,8013B + 0,2127C + 0,9999D + 0,9701E + 0,9816F + 0,9733G + 0,9962H + 0,7350I + 0,9988J + 0,9700K + 0,9930L + 0,9876M + 0,9983N + 0,8928O + 0,9146P + 0,9172R - S_3 = 0,9146$$

Kalite,

$$750 A + 900 B + 500 C + 750 D + 750 E + 750 F + 1425 G + 1175 H + 750 I + 1125 J + 1150 K + 1250 L + 1200 M + 1225 N + 750 O + 1100 P + 750 R - S_4 = 1100$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 99,05$$

Tedarikçi P için çözüm kümesi:

$$Z_P = 0,5499525; \alpha = 0,550000$$

$$A = 1,466667; B = C = D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = 0; S_2 = 4,033333; S_3 = 0,551187; S_4 = 0; S_5 = 42,938000$$

P firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri 0,5499525, büzülme katsayısı da 0,550000'e eşittir. P firmasının etkinlik değeri modelde yer alan girdi ve çıktı kriterleri doğrultusunda 1'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç P firmasının diğer firmalara kıyasla etkin olmadığını göstermektedir. P firmasının tamir sayısı girdi kriterine ait atıl değer 4,033333; hatasız teslim oranı çıktı kriterine ait atıl değer 0,551187; teslimat performansı çıktı kriterine ait atıl değer ise 42,938000'dir. P firmasının etkinlik ölçümünde referans olan kuramsal işletme A firmasıdır. Bu kuramsal işletmenin oluşmasında A firmasının yoğunluğu 1,466667'dir.

Tedarikçi P Referans Kümesi: $R.K = \{A\}$

P firması için elde edilen sonuçlar doğrultusunda firmanın etkin hale getirilebilmesi için girdi ve çıktı değerlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Oluşturulan kuramsal firma için girdi ve çıktı değerleri aşağıdaki gibi olacaktır:

$$X_{KP} = \{(3; 1) * 1,466667\}$$

$$X_{KP} = \{4,4; 1,5\}$$

$$Y_{KP} = \{(0,9994; 750; 96,81) * 1,466667\}$$

$$Y_{KP} = \{1,4658; 1225; 141,99\}$$

Kuramsal firma referans alınarak P firmasını etkin hale getirmek için girdi kriterlerinin belirlenen değerlerde azaltılması, çıktı kriterlerinin ise belirlenen değerlerde arttırılması gerekmektedir.

Tablo 5.15: P Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri

		P Firması	Kuramsal Firma	İyileştirme
<i>Girdiler</i>	Maliyet	8	4,4	-3,6
	Tamir Sayısı	10	1,5	-8,5
<i>Çıktılar</i>	Hatasız Teslim Oranı	0,9146	1,4658	0,5512
	Kalite Değeri	1100	1100	0
	Teslimat Performansı	99,05	141,99	42,94

P firmasının etkin duruma gelebilmesi için maliyetinin 4,4'e, tamir sayısının ise 1,5'e düşürülmesi gerekmektedir. Çıktı kriterlerinden hatasız teslim oranı değerinin 0,5512; teslimat performansı değerinin de 42,94 oranında arttırılması gerekmektedir.

Tedarikçi R için amaç fonksiyonu;

$$Z_R = \text{Min } (\alpha - 0,000001.S_1 - 0,000001.S_2 - 0,000001.S_3 - 0,000001.S_4 - 0,000001.S_5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

Maliyet,

$$3A + 7B + 2C + 6D + 4E + 5F + 9G + 8H + 5I + 7J + 8K + 10L + 9M + 10N + 7O + 8P + 8R + S_1 - 8\alpha = 0$$

Tamir Sayısı,

$$1A + 5B + 1C + 5D + 179E + 6F + 8G + 3H + 75I + 3J + 1K + 1L + 1M + 87N + 1O + 10P + 10R + S_2 - 10\alpha = 0$$

Hatasız Teslim Oranı,

$$0,9994A + 0,8013B + 0,2127C + 0,9999D + 0,9701E + 0,9816F + 0,9733G + 0,9962H + 0,7350I + 0,9988J + 0,9700K + 0,9930L + 0,9876M + 0,9983N + 0,8928O + 0,9146P + 0,9172R - S_3 = 0,9172$$

Kalite,

$$750A + 900B + 500C + 750D + 750E + 750F + 1425G + 1175H + 750I + 1125J + 1150K + 1250L + 1200M + 1225N + 750O + 1100P + 750R - S_4 = 750$$

Teslimat Performansı;

$$96,81 A + 99,76 B + 93,00 C + 96,86 D + 53,10 E + 90,19 F + 95,10 G + 99,70 H + 97,67 I + 75,13 J + 89,29 K + 97,86 L + 99,29 M + 100 N + 96,76 O + 99,05 P + 97,71 R - S_5 = 97,71$$

Tedarikçi R için çözüm kümesi:

$$Z_R = 0,3749972; \alpha = 0,375000$$

$$A = 0,978918; C = 0,031623; B = D = E = F = G = H = I = J = K = L = M = N = O = P = R = 0$$

$$S_1 = 0; S_2 = 2,739459; S_3 = 0,067857; S_4 = 0; S_5 = 0$$

R firmasının girdiye yönelik etkinlik değeri 0,3749972, büzülme katsayısı da 0,375000'e eşittir. R firmasının etkinlik değeri modelde yer alan girdi ve çıktı kriterleri doğrultusunda 1'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç R firmasının diğer firmalara kıyasla etkin olmadığını göstermektedir. R firmasının hatasız teslim oranı çıktı kriterine ait atıl değer 2,739459 ve hatasız teslim oranı çıktı kriterine ait atıl değeri 0,067857'dir. R firmasının etkinlik ölçümünde referans olan kuramsal işletme, R firmasının referans kümesini oluşturan A ve C firmalarının doğrusal birleşimidir. Bu kuramsal işletmenin oluşmasında A firmasının yoğunluğu 0,978918; C firmasının yoğunluğu ise 0,031623'dir.

Tedarikçi R Referans Kümesi: R.K = {A; C}

R firması için elde edilen sonuçlar doğrultusunda firmanın etkin hale getirilebilmesi için girdi ve çıktı değerlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Oluşturulan kuramsal firma için girdi ve çıktı değerleri aşağıdaki gibi olacaktır:

$$X_{KR} = \{((3; 1) * 0,978918) + ((2; 1) * 0,031623)\}$$

$$X_{KR} = \{3; 1\}$$

$$Y_{KR} = \{((0,9994; 750; 96,81) * 0,978918) + ((0,2127; 500; 93,00) * 0,031623)\}$$

$$Y_{KR} = \{0,9851; 750; 97,71\}$$

Kuramsal firma referans alınarak R firmasını etkin hale getirmek için girdi kriterlerinin belirlenen değerlerde azaltılması, çıktı kriterlerinin ise belirlenen değerlerde arttırılması gerekmektedir.

Tablo 5.16: R Firmasının Etkinliği için Gerekli İyileştirme Değerleri

		R Firması	Kuramsal Firma	İyileştirme
<i>Girdiler</i>	Maliyet	8	3	-5
	Tamir Sayısı	10	1	-9
<i>ıktılar</i>	Hatasız Teslim Oranı	0,9172	0,9851	0,0679
	Kalite Değerı	750	750	0
	Teslimat Performansı	97,71	97,71	0

R firmasının etkin duruma gelebilmesi için maliyetinin 3’e, tamir sayısının ise 1’e dşürölmesi gerekmektedir. ıktı kriterlerinden hatasız teslim oranı değerinin ise 0,0679 oranında arttırılması gerekmektedir.

Tablo 5.17: Girdiye Yönelik Veri Zarflama Analizinden Elde Edilen Sonuçlar

Tedarikçi	Etkinlik Değeri	Girdi Kriterleri Atıl Değerleri			Çıktı Kriterleri Atıl Değerleri		Referans Kümesi
		Maliyet	Tamir Sayısı	Hatasız Teslim Oranı	Kalite Değeri	Teslimat Performansı	
A	1	0	0	0	0	0	A
B	0,5142432	0	1,078947	0	0	41,384098	A; C
C	1	0	0	0	0	0	C
D	0,5002531	0	1,500758	0	0,382577	0	A; C
E	0,7498212	0	133,22847	0	0	45,548492	A; C
F	0,5999897	0	2,586919	0	0	7,736901	A; C
G	0,633184	0	2,486458	0	0	146,915222	A; C
H	0,5874473	0	0,195833	0,569527	0	51,969002	A; C
I	0,5999557	0	43,989929	0,250694	0	0	A; C
J	0,6427861	0	0,428571	0,5003	0	70,084999	A
K	1	0	0	0	0	0	K
L	1	0	0	0	0	0	L
M	1	0	0	0	0	0	M
N	0,4899003	0	40,996666	0,634053	0	58,123001	A
O	0,9824189	0	0	0,081581	281,835876	0	A; M
P	0,5499525	0	4,033333	0,551187	0	42,938	A
R	0,3749972	0	2,739459	0,067857	0	0	A; C

5.5 Girdiye Yönelik Ağırlıklı VZA ile Modelin Kontrolü

Çalışmanın bu bölümünde girdiye yönelik veri zarflama analizi ile elde edilen sonuçlar tedarikçi A ve tedarikçi B için tekrar girdiye yönelik ağırlıklı veri zarflama analizi ile çözülerek sonuçların sağlanması yapılmıştır.

Tedarikçi A için amaç fonksiyonu:

$$Z_A = \text{Maks } 0,9994 \mu_1 + 750 \mu_2 + 96,81 \mu_3$$

Aşağıdaki kısıtlar altında,

$$3v_1 + v_2 = 1$$

$$0,9994 \mu_1 + 750 \mu_2 + 96,81 \mu_3 - 3 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,8013 \mu_1 + 900 \mu_2 + 99,76 \mu_3 - 7 v_1 - 5 v_2 \leq 0$$

$$0,2127 \mu_1 + 500 \mu_2 + 93,00 \mu_3 - 2 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9999 \mu_1 + 750 \mu_2 + 96,86 \mu_3 - 6 v_1 - 5 v_2 \leq 0$$

$$0,9701 \mu_1 + 750 \mu_2 + 53,10 \mu_3 - 4 v_1 - 179 v_2 \leq 0$$

$$0,9816 \mu_1 + 750 \mu_2 + 90,19 \mu_3 - 5 v_1 - 6 v_2 \leq 0$$

$$0,9733 v_1 + 1425 \mu_2 + 95,10 \mu_3 - 9 v_1 - 8 v_2 \leq 0$$

$$0,9962 \mu_1 + 1175 \mu_2 + 99,70 \mu_3 - 8 v_1 - 3 v_2 \leq 0$$

$$0,7350 \mu_1 + 750 \mu_2 + 97,67 \mu_3 - 5 v_1 - 75 v_2 \leq 0$$

$$0,9988 \mu_1 + 1125 \mu_2 + 75,13 \mu_3 - 7 v_1 - 3 v_2 \leq 0$$

$$0,9700 \mu_1 + 1150 \mu_2 + 89,29 \mu_3 - 8 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9930 \mu_1 + 1250 \mu_2 + 97,86 \mu_3 - 10 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9876 \mu_1 + 1200 \mu_2 + 99,29 \mu_3 - 9 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9983 \mu_1 + 1225 \mu_2 + 100 \mu_3 - 10 v_1 - 87 v_2 \leq 0$$

$$0,8928 \mu_1 + 750 \mu_2 + 96,76 \mu_3 - 7 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9146 \mu_1 + 1100 \mu_2 + 99,05 \mu_3 - 8 v_1 - 10 v_2 \leq 0$$

$$0,9172 \mu_1 + 750 \mu_2 + 97,71 \mu_3 - 8 v_1 - 10 v_2 \leq 0$$

Tedarikçi A çözüm kümesi:

$$Z_A = 1$$

Tedarikçi B için amaç fonksiyonu:

$$Z_A = \text{Maks } 0,8013 \mu_1 + 900 \mu_2 + 99,76 \mu_3$$

Aşağıdaki kısıtlar altında,

$$7v_1 + 5v_2 = 1$$

$$0,9994 \mu_1 + 750 \mu_2 + 96,81 \mu_3 - 3 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,8013 \mu_1 + 900 \mu_2 + 99,76 \mu_3 - 7 v_1 - 5 v_2 \leq 0$$

$$0,2127 \mu_1 + 500 \mu_2 + 93,00 \mu_3 - 2 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9999 \mu_1 + 750 \mu_2 + 96,86 \mu_3 - 6 v_1 - 5 v_2 \leq 0$$

$$0,9701 \mu_1 + 750 \mu_2 + 53,10 \mu_3 - 4 v_1 - 179 v_2 \leq 0$$

$$0,9816 \mu_1 + 750 \mu_2 + 90,19 \mu_3 - 5 v_1 - 6 v_2 \leq 0$$

$$0,9733 v_1 + 1425 \mu_2 + 95,10 \mu_3 - 9 v_1 - 8 v_2 \leq 0$$

$$0,9962 \mu_1 + 1175 \mu_2 + 99,70 \mu_3 - 8 v_1 - 3 v_2 \leq 0$$

$$0,7350 \mu_1 + 750 \mu_2 + 97,67 \mu_3 - 5 v_1 - 75 v_2 \leq 0$$

$$0,9988 \mu_1 + 1125 \mu_2 + 75,13 \mu_3 - 7 v_1 - 3 v_2 \leq 0$$

$$0,9700 \mu_1 + 1150 \mu_2 + 89,29 \mu_3 - 8 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9930 \mu_1 + 1250 \mu_2 + 97,86 \mu_3 - 10 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9876 \mu_1 + 1200 \mu_2 + 99,29 \mu_3 - 9 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9983 \mu_1 + 1225 \mu_2 + 100 \mu_3 - 10 v_1 - 87 v_2 \leq 0$$

$$0,8928 \mu_1 + 750 \mu_2 + 96,76 \mu_3 - 7 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9146 \mu_1 + 1100 \mu_2 + 99,05 \mu_3 - 8 v_1 - 10 v_2 \leq 0$$

$$0,9172 \mu_1 + 750 \mu_2 + 97,71 \mu_3 - 8 v_1 - 10 v_2 \leq 0$$

Tedarikçi B çözüm kümesi:

$$Z_B = 0,5142857$$

A ve B tedarikçileri için girdiye yönelik ağırlıklı veri zarflama analizi ile elde edilen sonuçlar, girdiye yönelik veri zarflama analizinin zarflama modeli ile tamamen aynı olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar ile modelin doğruluğunun sağlanması yapılmıştır.

5.6 Maksimum-Minimum Yaklaşımı ile Tedarikçi Seçimi

Girdiye yönelik zarflama modeli ile plastik ürünler üretmekte olan toplam 17 adet tedarikçi firmada VZA ile yapılan değerlendirme çalışması çalışmanın bu bölümünde maksimum-minimum analizi ile aynı girdi ve çıktı kriterleri kullanılarak tekrar değerlendirilmişlerdir.

Maksimum-minimum yaklaşımındaki anlayış, satın alıcı tarafından oluşturulmuş olan en iyi hedef ölçümleri karşısında bir tedarikçinin performansını maksimum ya

da minimum kılmaktır. En iyi hedefler her bir kriter için tüm tedarikçiler arasından elde edilmiş olan en iyi değer olarak alınmıştır. Bu değerler maliyet ve tamir sayısı için en düşük değer olan 1; hatasız teslim oranı, kalite değeri ve teslimat performansı en yüksek değerler olan sırasıyla 0,994, 1425 ve 100 olarak modele eklenmiştir.

Maksimum-minimum yaklaşımı iki aşamada çözülmektedir. Birinci aşamada performans maksimize edilirken ikinci aşamada model minimize edilir. İki aşama içinde en yüksek amaç fonksiyonuna sahip olan tedarikçiler diğer tedarikçilere kıyasla daha yüksek performanslı olarak değerlendirilirler.

Maksimum-minimum yaklaşımı öncelikle maksimizasyon adımı tedarikçi A için çözülmüştür:

Amaç fonksiyonu:

$$Z_A = \text{Maks } 0,9994 \mu_1 + 750 \mu_2 + 96,81 \mu_3$$

Aşağıdaki kısıtlar altında,

$$3v_1 + v_2 = 1$$

$$0,9999 \mu_1 + 1425 \mu_2 + 100 \mu_3 - 2 v_1 - v_2 = 0$$

$$0,9994 \mu_1 + 750 \mu_2 + 96,81 \mu_3 - 3 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,8013 \mu_1 + 900 \mu_2 + 99,76 \mu_3 - 7 v_1 - 5 v_2 \leq 0$$

$$0,2127 \mu_1 + 500 \mu_2 + 93,00 \mu_3 - 2 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9999 \mu_1 + 750 \mu_2 + 96,86 \mu_3 - 6 v_1 - 5 v_2 \leq 0$$

$$0,9701 \mu_1 + 750 \mu_2 + 53,10 \mu_3 - 4 v_1 - 179 v_2 \leq 0$$

$$0,9816 \mu_1 + 750 \mu_2 + 90,19 \mu_3 - 5 v_1 - 6 v_2 \leq 0$$

$$0,9733 v_1 + 1425 \mu_2 + 95,10 \mu_3 - 9 v_1 - 8 v_2 \leq 0$$

$$0,9962 \mu_1 + 1175 \mu_2 + 99,70 \mu_3 - 8 v_1 - 3 v_2 \leq 0$$

$$0,7350 \mu_1 + 750 \mu_2 + 97,67 \mu_3 - 5 v_1 - 75 v_2 \leq 0$$

$$0,9988 \mu_1 + 1125 \mu_2 + 75,13 \mu_3 - 7 v_1 - 3 v_2 \leq 0$$

$$0,9700 \mu_1 + 1150 \mu_2 + 89,29 \mu_3 - 8 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9930 \mu_1 + 1250 \mu_2 + 97,86 \mu_3 - 10 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9876 \mu_1 + 1200 \mu_2 + 99,29 \mu_3 - 9 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9983 \mu_1 + 1225 \mu_2 + 100 \mu_3 - 10 v_1 - 87 v_2 \leq 0$$

$$0,8928 \mu_1 + 750 \mu_2 + 96,76 \mu_3 - 7 v_1 - v_2 \leq 0$$

$$0,9146 \mu_1 + 1100 \mu_2 + 99,05 \mu_3 - 8 v_1 - 10 v_2 \leq 0$$

$$0,9172 \mu_1 + 750 \mu_2 + 97,71 \mu_3 - 8 v_1 - 10 v_2 \leq 0$$

Tedarikçi A çözüm kümesi:

$$Z_A = 1$$

Aynı model amaç fonksiyonu minimize edilerek tedarikçi A için aynı kısıtlar altında çözüldüğü zaman elde edilen amaç fonksiyonu $Z_A = 0,3508772$ olarak elde edilmektedir.

Tüm tedarikçiler iki maksimum-minimum yaklaşımının iki aşaması da uygulanarak elde edilen sonuçlar Tablo 5.18’de görülmektedir.

Tablo 5.18: Maksimum-Minimum Yaklaşımı Tedarikçi Performans Değerleri

	Maksimizasyon	Minimizasyon
Tedarikçi A	0,9995000	0,3508772
Tedarikçi B	0,2850286	0,1263158
Tedarikçi C	0,9300000	0,2127213
Tedarikçi D	0,3333333	0,1052632
Tedarikçi E	0,4850985	0,0029403
Tedarikçi F	0,3926793	0,0877193
Tedarikçi G	0,2222222	0,1184838
Tedarikçi H	0,3323333	0,2061404
Tedarikçi I	0,3906800	0,0070175
Tedarikçi J	0,3329666	0,2146571
Tedarikçi K	0,9700970	0,2017544
Tedarikçi L	0,9930993	0,1754386
Tedarikçi M	0,9929000	0,1871345
Tedarikçi N	0,2000000	0,0098810
Tedarikçi O	0,9676000	0,1503759
Tedarikçi P	0,2476250	0,0771930
Tedarikçi R	0,2442750	0,0526316

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Günümüzün ağır rekabet şartlarında ana sanayide yer alan firmaların rekabet gücünü arttırabilmesi ve gücünü sürekli kılabilmesi için yan sanayi ile tam bir bütünlüğü sağlamaları gerekmektedir. Bu nedenle ana sanayi için birlikte çalışılacak olan yan sanayi firmaların seçimi çok kritik bir problem haline gelmiştir.

Otomotiv sektörü küresel anlamda aşırı rekabetle karşı karşıya olan bir sektördür. Sektördeki dengeler sürekli değişim halinde ve firmalar birbirlerine çok yakın pazar payları ile rekabet içindedirler. Bu nedenle özellikle otomotiv ana ve yan sanayi firmalarının beraber gelişmeye özen göstermeleri gerekmektedir. Ancak bu şekilde rekabet ortamında firmalar aralıklarını sürdürebilirler.

Bu noktadan çıkışla bu çalışmanın amacı, ticari taşıt üretmekte olan bir otomotiv firmasında veri zarflama analizi ile maksimum-minimum yöntemlerinin bir arada kullanılmasıyla tedarikçi değerlendirme süreci için bir karar destek sistemi önerisinde bulunmaktır. Bu amaçla, çalışmada ticari araçların plastik parçalarını üretmekte olan toplam 17 adet tedarikçi değerlendirmeye alınmıştır. Tedarikçilere ilişkin maliyet ve tamir sayısı olmak üzere toplam 2 adet girdi; hatasız teslim oranı, kalite değeri ve teslimat performansı olmak üzere toplam 3 adet çıktı değişkeni değerlendirmeye alınmıştır.

Bu çalışmada literatürden farklı olarak tek bir matematiksel programlamadan elde edilen sonuçların değerlendirilmesi yerine iki ayrı model kullanılarak sonuçlar değerlendirmeye alınmıştır.

Birinci olarak kurulan model her bir tedarikçi için firmaların etkinliğinin değerlendirilmesinde literatürde geniş yer alan veri zarflama analizinin girdiye yönelik veri zarflama analizinin zarflama modeli ile çözülmüştür. VZA, gözlem kümesini etkin olan ve olmayanlar olmak üzere iki gruba ayırırken, etkin olmayan her bir karar biriminin etkin hale dönüştürülebilmesi için ne gibi önlemler alınmasına ilişkin önemli bilgiler üreterek işletme yöneticilerine yol gösterir (Yolalan, 1993).

Bu çalışmada VZA'dan elde edilen sonuçlar çözüm uygulanan tedarikçinin diğer 16 tedarikçiye göre etkinliğini vermektedir. Buna göre amaç fonksiyonu 1 olarak bulunan tedarikçi A, tedarikçi C, tedarikçi K, tedarikçi L ve tedarikçi M olmak üzere toplam 5 tedarikçi etkin bulunmuştur.

Girdiye yönelik veri zarflama analizinin zarflama modelinden elde edilen sonuçlar ana firma açısından son derece önemli bilgiler içerir. Firmanın potansiyel toplam 17 tedarikçi firma içinden 5 adet firmaya yoğunlaşması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra tedarikçi O'da 0,98'lik etkinlik değeri ile etkin olmaya çok yakın bir tedarikçi olarak bulunmuştur. 5 adet etkin ve bir adet etkinlik değeri 1'e çok yakın olarak bulunan tedarikçinin yanı sıra modelde yer alan diğer 11 tedarikçinin amaç fonksiyonu 1'den düşük olarak hesaplanmıştır. Bu tedarikçiler etkin olmayan tedarikçiler olarak belirlenmiştir. Modelin çözümünde tüm tedarikçiler için referans kümeleri oluşturulmuştur. Etkin olan tedarikçiler için referans kümeleri sadece kendilerinden oluşmaktadır. Etkin olmayan tedarikçilerin referans kümelerinde yer alan diğer tedarikçiler referans kümelerindeki yoğunluklarıyla beraber hesaplanmışlardır. Elde edilen veriler doğrultusunda etkin olmayan tedarikçilerin etkin hale dönüştürülebilmesi için alınması gereken önlemler ortaya konulmuştur. Buna göre tedarikçilerin hangi girdi kriterlerini ne kadar azaltmaları gerektiği, hangi çıktı kriterlerini ne kadar arttırmaları gerektiği ve hangi kriterlerinde değişiklik gerekmediği ortaya konulmuştur. Ancak tedarikçilerde gerekli olduğu belirlenen bazı iyileştirmeler gerçek şartlarda ilgili tedarikçilerin ulaşamayacakları değerlere karşılık gelmektedir. Bu da ilgili tedarikçilerin etkin hale gelmesinin gerçek şartlarda mümkün olmadığı sonucunu doğurmaktadır.

Bu çalışmada ikinci matematiksel model olarak yer alan maksimum-minimum yaklaşımındaki anlayış, satın alıcı tarafından oluşturulmuş olan en iyi hedef ölçümleri karşısında bir tedarikçinin performansını maksimum ya da minimum kılmaktır. VZA model çözümünden sonra çalışmada ikinci olarak maksimum-minimum yaklaşımı için model kurulup elde edilen sonuçlar Tablo 5.18'de özetlenmiştir. Kurulan modelde en iyi hedefler her bir kriter için tüm tedarikçiler arasından elde edilmiş olan en iyi değer olarak alınmıştır. Maksimum-minimum yaklaşımı iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada performans maksimize edilirken ikinci aşamada model minimize edilir. İki aşama içinde en yüksek amaç

fonksiyonuna sahip olan tedarikçiler diğer tedarikçilere kıyasla daha yüksek performanslı olarak değerlendirilirler.

Çalışmada yer alan toplam 17 plastik tedarikçisi firmanın performansları maksimize edilmek üzere maksimum-minimum yaklaşımının maksimizasyon modeli kurulmuştur. Bu modelden elde edilen sonuçlar en yüksek performansa sahip olan tedarikçilerin sırasıyla tedarikçi A, tedarikçi L ve tedarikçi M olduğunu ortaya koymuştur. Modelin ikinci aşamasında aynı kısıtlar altında tedarikçilerin performansları minimize edilmiştir. Bu modeldeki amaç tedarikçinin zayıf yönünü ortaya koymaktır. Birinci aşamaya benzer şekilde yüksek skor elde eden bir tedarikçi iyi bir oyuncu olarak nitelendirilir. Minimizasyon yaklaşımından elde edilen sonuçlar en yüksek performansa sahip olan tedarikçilerin sırasıyla tedarikçi A, tedarikçi J ve tedarikçi C olduğunu ortaya koymuştur.

Maksimum-minimum yaklaşımından elde edilen sonuçlardan modelin hem maksimizasyon hem de minimizasyon aşamalarında en yüksek performans değerlerine sahip olan tedarikçi A, en yüksek performansa sahip tedarikçi olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde girdiye yönelik veri zarflama analizinde de tedarikçi A etkin bir tedarikçi olarak belirlenmiştir. İki model birbirini desteklemektedir.

Gerçek şartlarda uygulama gerçekleştirilen otomotiv firmasının çalıştığı tedarikçiler tedarikçi A, tedarikçi C, tedarikçi E ve tedarikçi F'dir. Girdiye yönelik VZA sonuçlarına göre firma gerçek şartlarda 2 adet etkin ve 2 adet etkin olmayan tedarikçi ile işbirliği yapmaktadır. VZA'dan elde edilen sonuçlar firmanın etkin olmayan tedarikçi E ve tedarikçi F yerine etkin olduğu ortaya konulan tedarikçi K, tedarikçi L veya tedarikçi M'ye yönlenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde maksimum-minimum yaklaşımından elde edilen sonuçlar da tedarikçi A ve tedarikçi C'nin diğer tedarikçilere kıyasla yüksek performanslı tedarikçiler olduğunu desteklemektedir. Ancak tedarikçi E ve tedarikçi F düşük performanslıdır ve işbirliği için uygun tedarikçiler değildir.

Bu çalışma hem VZA hem de maksimum-minimum yaklaşımını bir arada yer vermesi dolayısıyla literatüre katkıda bulunmaktadır. Bunun yanı sıra çalışmanın ülkemiz açısından önemli ve gelişmekte bir sektör olan otomotiv sektöründe bir uygulama gerçekleştirmiş olması gelecek çalışmalara yol gösterici olma özelliği

kazandırmıştır. Uygulamanın gerçekleştirildiği firmaya da etkin tedarikçilerin belirlenmesi yönünde bir kazanç sağlamıştır.

Bu çalışmanın geliştirilmesi için Talluri ve Naraimhan'ın 2002 yılında gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarına benzer şekilde maksimum-minimum yaklaşımından maksimizasyon ve minimizasyon aşamalarından elde edilen veriler homojen tedarikçi gruplarının belirlenmesi için istatistiksel bir metot ile desteklenebilir.

Ayrıca otomotiv sektöründe yer alan ana sanayi firmaları çoğu zaman aynı tedarikçilerden benzer ürünler temin etmektedirler. Aynı tedarikçi bir ana sanayi firması için etkin durumdayken diğer firma için etkin olmayan bir firma olarak değerlendirilebilmektedir. Bu farklılıkların nedeninin ortaya konulabilmesi ve tedarikçinin her bir ana sanayi için etkin duruma getirilebilmesi için ileriki çalışmalarda birkaç yan sanayi firması aynı anda değerlendirmeye alınabilir. Farklı yan sanayi firmalarının birlikte çalıştıkları aynı tedarikçi firmaları model içine katılarak bu çalışmadakine benzer şekilde VZA ve maksimum-minimum yaklaşımı yöntemleri ile sonuçların değerlendirmeye alınması literatüre katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR

- CHANDRA C., KUMAR S.**, 2000, Supply Chain Management in Theory and Practice: A Passing Fad or Fundamental Change?, *Industrial Management & Data Systems*, **100**, 97-124
- DE BOER, L., LABRO E., MORLACCHI P.**, 2001, A Review of Methods for Supporting Supplier Selection, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, **7**, 75-89.
- EASTON L., MURPHY D.J., PEARSON N. J.**, 2002, Purchasing Performance Evaluation: With Data Envelopment Analysis, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, **8**, 123-134.
- İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi İnternet Sayfası:** Kobilerin Uluslararası Rekabet Güçlerini Arturmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi
<http://www.igeme.org.tr/tur/pratik/tedarik.pdf>
- İstanbul Sanayi Odası İnternet Sayfası:** Avrupa Birliğine Tam Üyelik Sürecinde İstanbul Sanayi Odası Meslek Komiteleri Sektör Stratejileri Geliştirilmesi Projesi, Otomotiv Sanayi Sektörü, 2002
<http://www.osd.org.tr/ISO%20Raporu-2002.pdf>
- KLEINSORGE K. I., SCHARY B. P., TANNER D. R.**, 1992, Data Envelopment Analysis for Monitoring Customer-Supplier Relationships, *Journal of Accounting and Public Policy*, **11**, 357-372
- LIU J., VUEN DING F., LALL V.**, 2000, Using Data Envelopment Analysis to Compare Suppliers for Supplier Selection and Performance Improvements, *Supply Chain Management: An International Journal*, **5**, 143-150.
- LUMMUS R.R., VOKURKA R.J.**, 1999, Defining Supply Chain Management: A Historical Perspective an Practical Guidelines, *Industrial Management & Data Systems*, **99/1**, 11.

Makine Mühendisleri İnternet Sayfası: Otomotiv ve Yan Sanayiinde Yaşanan Gelişmeler

http://www.mmo.org.tr/mmo/oda_gorusleri/otomotiv.htm

MOTWANI J., MADAN M., GUNASEKARAN A., Information Technology In Managing Global Supply Chain, *Logistic Information Management*, **13/5**, 34.

NARASIMHAN R., TALLURI S., MENDEZ D., 2001, Supplier Evaluation and Rationalization via Data Envelopment Analysis: An Empirical Examination, *The Journal of Supply Chain Management*, 28-36.

ÖZ E., BAYKOÇ Ö.F., 2004, Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistemi Yaklaşımı, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **19**, 275-286.

REID R.D. SANDERS N.R. , 2002, Operations Management, *John Willey & Sons In*, 28-29.

SEZEN, B., 2004, Veri Zarflama Analizi ile Tedarikçi Zinciri Ortaklarının Performans Değerlendirilmesi, *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği-XXIV Ulusal Kongresi*, Gaziantep.

ŞAHİN A. S., GÜMÜŞSOY Ç. A., KABAK Ö., 2004, Farklı Ürün Gruplarına göre Tedarikçi Seçimi, *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği-XXIV Ulusal Kongresi*, Gaziantep.

TALLURI, S., 2002, A Buyer-Seller Game Model for Selection and Negotiation of Purchasing Bids, *European Journal of Operational Research*, **143**, 171-180.

TALLURI, S., NARASIMHAN R., 2001, Vendor Evaluation with Performance Variability: A Max-Min Approach, *European Journal of Operational Research*, **146**, 543-552.

ULUCAN, A., 2000, ISO500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenşeri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler,

VERMA R., PULLMAN M.E., 1998, An Analysis of the Supplier Selection, *Omega International Journal of Management Science*, **26**, 739-750.

- VOKURKA R. J., CHOOBINEH J., VADI L.,** 1998, A Prototype Expert System for Evaluation and Selection of Potential Suppliers, *International Journal of Operations & Production Management*, **16**, 106-127.
- WEBER C.,** 1996, A Data Envelopment Analysis Approach to Measuring Vendor Performance, *Supply Chain Management*, **1**, 28-39.
- YOLALAN, R.,** 1993, İşletmeler Arası Görelî Etkinlik Ölçümü, Milli Prodüktive Merkezi Yayınları: 483, Ankara.

EK A: Tedarikçi Değerlendirme Formu**Tablo A.1: Tedarikçi Kalite ve Üretim Değerlendirme Formu**

No	Soru	Puan A (en fazla 10)	Teknik Bilgi	Puan B
1	* Tedarikçi firma ilgili kalite standartlarının dokümantasyonu için kalite toplantıları düzenliyor mu?	(7)		
	* Kalite politikası firma içinde aktarılıyor, anlaşılıyor ve geliştiriliyor mu?	(3)		
2	* Tedarikçi alt tedarikçiler üzerinde uygun kontrol seviyeleri için bir prosedüre sahip mi?	(5)		
	* İçsel/ Dışsal değişiklikler nasıl yönetiliyor?	(4)		
	* Çalışma çevresi temiz ve düzenli mi?	(1)		
3	* Üretim teknolojisi ve metodu (fabrika planı, iş akış şeması, makine sayısı vb.)	(3)		
	* Tasarım yeteneği (kullanılan çizim programları, analiz programları vb.)	(2)		
	* Takımlar (takım bakımı, takım bakımı esnasında parçasının güvenlik stoku vb.)	(1)		
	* Sürekli iyileştirme için kullanılan yapısal proses	(3)		
	* Tasarım FMEA, Proses FMEA uygulamaları	(1)		
4	* Uygun olmayan ürünler için işaretleme, dokümantasyon ve belirli bir alana ayırma uygulaması var mı? (kaç parça hattı durdurur? Minimum kabul seviyesi, değerlendirme kriterleri, FMEA düzenlemeleri vb.)	(4)		
	* Kalibrasyon	(4)		
	* Özel prosesler	(1)		
5	* İnceleme ve/veya test durumu üretim prosesinde uygun olarak belirlenebiliyor mu? (tekrar test etme, %100 fonksiyonellik kontrolü ve onayı, hatalı numuneler, su kaçağı testi vb.)	(7)		
	* İzlenebilirlik	(3)		
6	* Yayınlanmış iş tanımları (iş istasyonlarında çizimler, fotoğraflar, uyarılar vb.)	(2)		

	* Kontrol planları var mı? (operasyon adı ve numarası, hata önleme, gerekli aletler vb.)	(7)		
	* Fonksiyonel olarak test etme yeteneği (mühendislik testleri, güvenilirlik, tasarım doğrulama planı ve raporu, başarısız testlerin tekrarı vb.)	(1)		
7	* İstatistiksel tekniklerin uygulanmasını sağlamak ve kontrol etmek amaçlı yayınlanmış prosedürler var mı?	(10)		
8	* Etkin olarak kullanılan bir bakım sistemi var mı? (çizelge, proses yeteneğini geliştirme, proses ve makine iş zamanlarının azaltılması, sezgisel metotlar vb.)	(10)		
9	* Tedarikçi problem çözme metodu kullanılıyor mu? (karar verme matrisi, 5 neden ve kök nedenleri, insan hatası, poka yoke, eğitim vb.)	(4)		
	* Müşteri şikayetleri efektif olarak ele alınıyor mu?	(3)		
	* Yeni model devreye alınmasında müşteri nasıl destekleniyor?	(3)		
10	* Tedarikçi iç kalite denetimlerini gerçekleştiriyor mu?	(6)		
	* Tedarikçinin içinde sürekli kalite ve üretim iyileştirmenin bir ana elemanı olduğuna dair kanıt var mı? (6 sigma, kaizen, geliştirme projeleri vb.)	(4)		
	Firmadaki kalite ve üretim performansını ölçmek için kullanılan dokümanların kopyaları teslim edilmelidir.			
	— İç hurda			
	— Müşteri dönüşleri			
	— Kalite denetimleri			
	Maksimum Toplam Puan	100	Gerçek Puan	

ÖZGEÇMİŞ

28.03.1979 İstanbul doğumlu Z.Didem Çolakel 1997–2001 tarihleri arasında İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Lisans öğrenimini tamamlamıştır. 2001 tarihinde İstanbul Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans İşletme Mühendisliği öğrenime başlamıştır. 2003 yılında bir otomotiv firmasında Ürün Geliştirme Mühendisi olarak göreve başlamış ve halen bu görevini sürdürmektedir