

**DEMİR ÇELİK VE DEMİR ALAŞIMLARI İMALATI SEKTÖRÜNDE
STOKASTİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ**

HAKAN GEDİK

**DOKTORA TEZİ
ENDÜSTRİYEL TEKNOLOJİ EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Şubat 2010
ANKARA**

Hakan GEDİK tarafından hazırlanan DEMİR ÇELİK VE DEMİR ALAŞIMLARI İMALATI SEKTÖRÜNDE STOKASTİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ adlı bu tezin Doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mahmut İZCİLER
Tez Danışmanı, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı

Prof. Dr. Hasan BAL
Ortak Tez Danışmanı, İstatistik Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ayşen APAYDIN
İstatistik Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Mahmut İZCİLER
Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Ülkü GÜRLER
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bilkent Üniversitesi

Prof. Dr. Hamza GAMGAM
İstatistik Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. H. Güçlü YAVUZCAN
Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tarih:23/02/2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Doktora derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hakan GEDİK

**DEMİR ÇELİK VE DEMİR ALAŞIMLARI İMALATI SEKTÖRÜNDE
STOKASTİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ**

(Doktora Tezi)

Hakan GEDİK

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Şubat 2010

ÖZET

İşletmelerin etkinliği, minimum girdi kullanarak maksimum çıktı elde etmeye dayanmaktadır. Etkinlik, daha fazla kazanç elde etmek ve daha çok çıktı sağlamak amacıyla hammadde, iş gücü, enerji vb.den tasarruf edilerek sağlanır.

Veri Zarflama Analizi (VZA), çoklu çıktı elde etmek için çoklu girdi kullanan karar verme birimlerinin etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılan bir tekniktir. Klasik VZA'da girdi ve çıktılar deterministiktir, bu nedenle döviz kuru ve enflasyon oranı gibi değişimler dikkate alınmamaktadır ve gelecekteki tutarsızlıklara karşı alınabilecek önlemler öngörülememektedir. Bu da deterministik VZA modelini eleştiriye açık bırakmaktadır.

Bu çalışmada BCC (Banker, Charnes, Cooper) modele dayanılarak geliştirilen toplamsal model, deterministik VZA'daki yetersizliklerin üstesinden gelmek için şans kısıtlı programlama formülleri ile genişletilmiş, ve "Ana Demir ve Çelik Ürünleri ile Demir Alaşımları İmalat Sektörü"nde teknik analiz gerçekleştirilmiştir. Etkin olmayan KVB (Karar Verme Birimi) belirlendikten sonra etkin hale getirebilmek için referans KVB'ler belirlenmiş ve referans KVB'lerden yola çıkılarak etkin olmayan KVB için potansiyel iyileştirme önerileri yapılmıştır.

Bilim Kodu : 705.1.148
Anahtar Kelimeler : Etkinlik, Şans Kısıtlı VZA
Sayfa Adedi : 102
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Mahmut İZCİLER

**EFFICENY MEASURMENT IN MANUFACTURE OF BASIC IRON AND
STEEL AND FERRO-ALLOYS BY STOCHASTIC DATA ENVELOPMENT
ANALYSIS**

(Ph.D. Thesis)

Hakan GEDİK

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

February 2010

ABSTRACT

The efficiency of an establishment depends on obtaining the maximum output by using the minimum input. The effectiveness can be achieved by savings in raw material, labor, energy, etc. in order to produce the highest output.

Data Envelopment Analysis (DEA) is a technique used in the evaluation of the efficiencies of decision making units (DMUs) that use multiple inputs for producing multiple outputs. The inputs and outputs are deterministic in classical DEA, therefore the changes in exchange rate, inflation rate, etc. aren't considered, and the precautions for future inconsistencies are not foreseen. This leads to critics of deterministic DEA models.

In this thesis, the additive model developed depending on the BCC model is extended by chance constrained programming formulations in order to overcome the insufficiencies in deterministic DEA, and the technical analysis of "Manufacture of Basic Iron and Steel and Ferro-Alloys" sector is performed. Inefficient DMUs were determined and after that, in order to overcome the inefficiency, reference DMUs are determined, and potential improvement is realized for inefficient DMUs by considering the reference DMUs.

Science Code : 705.1.148
Key Words : Efficiency, Chance Constrained DEA
Page Number : 102
Adviser : Prof. Dr. Mahmut İZCİLER

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Prof. Dr. Mahmut İZCİLER'e , kıymetli tecrübelerinden, engin bilgisinden faydalandığım hocam Prof. Dr. Hasan BAL'a ayrıca tez izleme komitesi (TİK) üyeleri Prof. Dr. H. Güçlü YAVUZCAN, Prof. Dr. Hamza GAMGAM ve tüm bildiklerimin yol göstericisi Prof. Dr. Özkan ÜNVER'e çalışmalarım boyunca her türlü maddi ve manevi desteği esirgemeyen iş arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. Murat ATAN Arş. Gör. M. Ozan İNÇETAŞ, Arş. Gör. Ufuk TANYERİ, Arş. Gör. Abdullah ORMAN, Arş. Gör. Murat DENER, sabır ve anlayışından dolayı eşim Nurdan GEDİK, varlık sebebim kızlarım Ekin ve Defne'ye teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE TEMEL YAKLAŞIMLAR	4
2.1. Veri Zarflama Analizinin Teorik Yapısı	4
2.2. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı	10
2.3. Veri Zarflama Analizi Modelleri	14
2.4. Toplamsal Model	21
3. ŞANS KISITLI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ.....	24
3.1. Tek Girdi ve Tek Çıktı İçin Grafiksel Gösterim	34
4. DEMİR ÇELİK VE DEMİR ALAŞIMLARI İMALATI SEKTÖRÜNDE STOKASTİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ UYGULAMASI.....	36
4.1. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi	36
4.1.1. Girdi Değişkenleri	36
4.1.2. Çıktı Değişkenleri.....	38
4.2. Veri Zarflama Analizinin Uygulaması	39
4.2.1. BCC-Toplamsal model ve verilerin modele uyarlanması.....	40
4.2.2. Şans kısıtlı BCC toplamsal model ve verilerin modele uyarlanması	41
5. BULGULAR.....	42
5.1. Referans Karar Verme Birimlerinin Belirlenmesi	62

Sayfa

5.2. Etkin Olmayan KVB İçin Potansiyel İyileştirme	63
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	73
KAYNAKLAR.....	80
EKLER.....	85
Ek-1. Deterministik Veri Zarflama Analizi Sonuçlarına Göre Referans Noktaları ..	86
Ek-2. Deterministik Veri Zarflama Analizi için Potansiyel İyileştirme.....	87
Ek-3. Demir çelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe stokastik VZA ile etkinlik ölçümünde kullanılan deterministik Veri Zarflama Analizi ve $\alpha=0,05$ için şans kısıtlı VZA modelleri.....	91
ÖZGEÇMİŞ.....	101

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Ana Demir ve Çelik Ürünleri ile Demir Alaşımları İmalatı sektöründe girdi ve çıktı değişkenlerine göre özet istatistikler.....	40
Çizelge 5.1. Deterministik VZA sonuçları	42
Çizelge 5.2. $\alpha = 0,01$ için stokastik VZA sonuçları.....	44
Çizelge 5.3. $\alpha = 0,05$ için stokastik VZA sonuçları.....	46
Çizelge 5.4. $\alpha = 0,10$ için stokastik VZA sonuçları.....	47
Çizelge 5.5. $\alpha = 0,20$ için stokastik VZA sonuçları.....	49
Çizelge 5.6. $\alpha = 0,40$ için stokastik VZA sonuçları.....	51
Çizelge 5.7. $\alpha = 0,60$ için stokastik VZA sonuçları.....	52
Çizelge 5.8. $\alpha = 0,80$ için stokastik VZA sonuçları.....	54
Çizelge 5.9. $\alpha = 0,90$ için stokastik VZA sonuçları.....	56
Çizelge 5.10. $\alpha = 0,95$ için stokastik VZA sonuçları.....	57
Çizelge 5.11. $\alpha = 0,99$ için stokastik VZA sonuçları.....	59
Çizelge 5.12. Deterministik ve α 'nın farklı seviyeleri için etkinlik değerleri	61
Çizelge 5.13. KVB 2 için referans olan KVB'lerin referans yüzdeleri ve imalat girdi değerleri.....	64
Çizelge 5.14. α seviyeleri ve değişim oranları	68
Çizelge 5.15. Değişkenler açısından etkinsizlik sayıları (α 'nın tüm seviyeleri için girdi değişkenlerinin fazlalığı, çıktı değişkenlerinin eksikliği görünen firma sayıları).	70
Çizelge 5.16. α 'nın tüm seviyeleri için en çok ve en az etkinlik sayısı görünen firma ve bu firmalara ait değişim katsayıları.....	71

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Ölçeğe göre ve yönelime göre VZA modelleri	15
Şekil 2.2. VRS ile CRS arasında farkın grafiksel gösterimi	16
Şekil 3.1. En iyi uygulama çıktısı ile gözlemlenen çıktı arasındaki açıklayıcı olasılık yoğunluk fonksiyonu [Land ve ark., 2006]	34
Şekil 3.2. Tek girdili tek çıktılı deterministik üretim süreci	35
Şekil 3.3. Tek girdili tek çıktılı stokastik üretim süreci	35
Şekil 5.1. α 'nın tüm seviyeleri için en çok ve en az etkinlik sayısı görünen firmalara ait girdi ve çıktı değişkenlerinin değişim katsayıların gösterimi.	72

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
Z	Etkinlik Değeri
λ	Değerlendirilen KVB'nin en iyi uygulamasını belirleyen ağırlık değeri
i	$1, \dots, m$ girdi sayısı
r	$1, \dots, s$ çıktı sayısı
j	$1, \dots, n$ KVB sayısı
s^+	Girdi değişkenlerin aylak değişkenlerinin sütun vektörü
s^-	Çıktı değişkenlerin aylak değişkenlerinin sütun vektörü
x_{ij}	j. karar birimi tarafından kullanılan i. girdi
y_{rj}	j. karar birimi tarafından üretilen r. çıktı
x_{j0}	Ele alınan belirli bir KVB'nin girdilerinin sütun vektörü
y_{r0}	Ele alınan belirli bir KVB'nin çıktıların sütun vektörü
$1 - \alpha$	Gözlemlenen çıktıların en iyi çıktıdan büyük olmama olasılığı
α	Gözlemlenen çıktıların en iyi çıktıdan daha büyük olma olasılığı
e_k	k karar biriminin etkinliği
u_{rj}	j karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık
v_{ij}	j karar birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık
n	Karar verme birimi sayısı
Kısaltmalar	Açıklama
BCC	Banker, Charnes ve Cooper tarafından önerilen ölçeğe göre değişken getiri modeli
CCDEA	Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi

CCP	Şans Kısıtlı Programlama
CCR	Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından önerilen ölçeğe göre sabit getiri modeli
CRS	Ölçeğe göre sabit getiri
DEA	Data Envelopment Analysis (Veri Zarflama Analizi)
KVB	Karar verme birimi
SNBO	Standart Normal Birikimli Olasılık
SMAA-2	Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi
SFA	Stochastic Frontier Analysis
SMAA-D	DEA ve SMAA-2 metotlarının birleşimi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
VRS	Ölçeğe göre değişken getiri
VZA	Veri Zarflama Analizi

1. GİRİŞ

Bir işletmenin başarılı olması en uygun girdiler bileşeni ile en iyi çıktılar bileşeni elde etmelerine bağlıdır. İşletmenin verimliliği; kullandığı hammadde, işgücü, enerji ve benzeri girdilere bağlı olmakla birlikte en karlı çıktıları elde etmekle mümkündür. Aynı özelliklere sahip diğer işletmelere göre kaynakların daha verimli ve etkin kullanımı bir firmayı rekabet açısından öne geçirecektir.

Belirli girdi miktarı ile maksimum çıktı elde etme becerisini yansıtan teknik etkinlik ve firmanın mevcut üretim teknolojisi ve verilen girdi fiyatlarını kullanarak girdilerin optimal oranda kullanma becerisini yansıtan tahsis etkinliği olmak üzere iki bölümden oluştuğu bilinmektedir. Bir teknik etkinlik ölçümü yöntemi olan Veri zarflama analizi (VZA), ortak girdileri ve çıktıları olan firmalar, bölümler ya da yönetsel birimler olarak tanımlanan çok girdi kullanarak çok çıktı üreten karar verme birimlerinin (KVB) verimliliğinin değerlendirilmesinde kullanılan yararlı bir yöntemdir. Matematiksel programlama tabanlı bir teknik olan VZA, girdileri ve çıktıları deterministik olarak kabul eder. Bu tip deterministik VZA uygulamalarının en önemli eksikliği, temelde önceden tahmin edilmiş performansın değerlendirilmesinde kullanılmasıdır. Bu çalışmada Banker, Charnes ve Cooper (BCC) tarafından 1984 yılında geliştirilen modele dayanan ve Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz (1985) tarafından geliştirilen toplamsal model, deterministik VZA'da karşılaşılan eksiklikleri giderebilmek amacıyla şans kısıtlı programlama (CCP - Chance-Constrained Programming) fonksiyonları kullanılarak genişletilmiştir.

Farrell (1957) tarafından üretim etkinliğine ilişkin yapılan ilk çalışmanın ardından, etkinlik ölçülmesine ilişkin birçok yöntem denenmiştir. Bir etkinlik sınırının oluşturulmasına ilişkin en yaygın olarak kullanılan yöntem ekonometrik stokastik sınır yaklaşımı SFA (Stochastic Frontier Analysis) ve matematiksel programlama yöntemi olan veri zarflama analizidir [Farrell, 1957].

SFA ekonometrik bir modele dayanmaktadır ve bir fonksiyonel yapının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle SFA kısıtlayıcı bulunmakta, buna rağmen SFA yöntemi istatistiksel hataları, etkinsizlikten kaynaklanan hatalardan ayırıştırması nedeniyle birçok çalışmada tercih edilmektedir [Greene, 1997]. Buna rağmen VZA ekonometrik yöntemlerden farklı olarak üretim fonksiyonu, maliyet fonksiyonu gibi fonksiyonel yapı gereksinimi olmadığından yaygın olarak kullanılmaktadır [Turgutlu ve ark., 2005].

Üretim süreci; işletmelerin, siyasi istikrarsızlık, döviz kur değişimi, seçim atmosferi, enflasyonun sabit olmaması, dünyada ekonomik ve siyasi değişimler, iklimsel etkiler gibi nedenlerden dolayı farklı belirsizlikler içermektedir. Bu nedenle yapılacak bir analizde bu etmenler göz önüne alınmalı ve esneklik sağlanmalıdır.

Veri zarflama analizi farklı girdi ve çıktı birimlerinin kullanıldığı sektörlerde sıkça kullanılmaktadır. Şans kısıtlı veri zarflama analizi, kısıtların çok sık olmamakla birlikte esnetilmesine, ihlal edilmesine olanak tanımakta, böylece VZA'yı rassal bir yapıya dönüştürmektedir.

Farklı nedenlerden dolayı ortaya çıkan belirsizlikler göz önüne alındığında Ana Demir ve Çelik Ürünleri ile Demir Alaşımları İmalatı sektöründe yer alan kuruluşların etkinlik analizinde Şans Kısıtlı VZA (CCDEA-Chance Constrained Data Envelopment Analysis) tercih edilmelidir. Bu çalışmada; Türkiye’de “Ana Demir ve Çelik Ürünleri ile Demir Alaşımları İmalatı” sektöründe faaliyet gösteren girişimlerin teknik etkinlik düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu tarafından derlenen söz konusu sektöre ait mikro düzeyde veriler değerlendirilmiştir. Bu veriler yayımlanan en son verilerdir.

Kamu sektörü ve özel sektöre ilişkin üretim birimlerinin 2004 yılına ait mikro verileri kullanılarak deterministik VZA BCC- toplamsal modeli ve belirsizlik varsayımı altında Şans Kısıtlı VZA BCC toplamsal modeli ile Ana Demir ve Çelik Ürünleri ile Demir Alaşımları İmalatı sektörünün teknik etkinliği analiz yapılmıştır.

Çalışmanın iki yönlü katkısından söz edilebilir; Deterministik VZA ve Şans Kısıtlı VZA (CCDEA) yöntemi ile daha önce yapılan bilimsel çalışmalar ışığı altında panel veri yerine üretim birimi bazında mikro verilerin kullanılmasıyla teknik etkinlik ölçülüp ve etkin olmayan KVB'lere potansiyel iyileştirme yapılacaktır. Diğer yandan da “Ana Demir ve Çelik Ürünleri ile Demir Alaşımları İmalatı” sektöründe ilk uygulama gerçekleştirilecektir.

Bölüm 2 de VZA temel yaklaşımlar başlığı altında VZA'nın teorik yapısı, VZA'nın matematiksel yapısı ayrıca Temel VZA modelleri verilecektir. Bölüm 3 de Şans kısıtlı VZA analizi ve VZA analizinde kullanılacak Şans kısıtlı VZA analizi modeli oluşturularak gösterilecektir. Bölüm 4 de analizde kullanılacak değişkenler tanımlanıp, deterministik ve stokastik süreçte α 'nın farklı değerleri için etkin karar birimleri ve etkin olmayan karar birimleri tespit edilip, etkin olmayan KVB'nin etkin olması için duyarlık analizi yapılarak ve referans karar birimlerine göre yapmaları gereken girdi azaltmaları ve çıktı arttırmaları belirlenecektir. Bölüm 5'de deterministik VZA ve stokastik VZA analizlerinin sonuçları çizelge halinde gösterilerek yorumlanacaktır. Bölüm 6 da sonuç ve önerilere yer verilecektir.

2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE TEMEL YAKLAŞIMLAR

VZA temel yaklaşımlar bölümünde VZA'nın teorik yapısı, VZA'nın matematiksel yapısı ayrıca Temel VZA modelleri verilmiştir.

2.1. Veri Zarflama Analizinin Teorik Yapısı

VZA ürettikleri mal ve hizmet açısından birbirine benzer karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilen Parametrik olmayan bir etkinlik ölçüm yöntemidir.

Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR), etkinlikleri ölçülecek ortak girdileri ve çıktıları olan firmalar, bölümler ya da yönetsel birimler gibi toplulukları tanımlamak için "Karar Verme Birimi" (KVB) sınıflama terimini tanıtmışlardır. [Charnes ve ark., 1978]

VZA'nın kullanılabilmesi için öncelikle aynı kararların uygulandığı ve benzer organizasyona sahip olan KVB'lerin seçilmesi gerekmektedir.

KVB'nin ölçülebilmesi için bu birimlere ait girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmelidir. VZA modelinin ayırtırma yeteneğinin etkin olabilmesi için girdi ve çıktı sayısının çok olması arzulanır. Bu nedenle mümkün olduğunca çok sayıda girdi ve çıktı elemanı seçilmelidir. Ancak seçilen girdi ve çıktı elemanlarının her karar birimi için kullanılıyor olması gerekmektedir. Seçilen girdi sayısı m , çıktı sayısı da s ise araştırmanın güvenilirliği açısından en az $m + s + 1$ tane karar birimi gerekli bir kısıttır. Diğer bir kısıt ise değerlendirmeye alınan karar verme birimi sayısı, değişken sayısının en az iki katı olmalıdır[Boussofianee., 1991].

Etkinlik ölçümlerinde matematiksel çözüm yaklaşımların son dönemlerde oldukça sık kullanıldığı görülmektedir. Bu yaklaşımların kullanımı KVB'ne olası üç fayda sağlayacaktır. Birincisi, benzer KVB'ler arasında karşılaştırma yapılarak, karar vermeyi kolaylaştıracak nispi etkinlik analiz edilebilir. İkincisi, KVB'lere ait etkinlik değişimlerinin yönü ve büyüklüğü belirlenebilir. Son olarak, analizler sonunda elde

edilen ve parametrelerle ifade edilen etkinliğin artırılmasına yönelik politikalar üretilebilir [Kalirajan ve Shand, 1999].

Veri Zarflama Analizi yöntemi, doğrusal programlama tabanlı, parametrik olmayan bir yöntem olduğundan dolayı “parametrik olmayan programlama tekniği” olarak da bilinmektedir. Parametrik olmayan ifadesi, VZA’nın üretim teknolojisini belirlemek için belli sayıda parametresi olan ve fonksiyonel bir formla ifade edilen bir yöntem olmadığındandır.

VZA, merkezi eğilime yani ortalama değerlere göre değil sınırlara (frontiers) yönelen bir yöntemle göre analiz yapar ve gözlenen en etkin KVB değerlerini kapsayan doğrusal bir yüzeyin oluşturmasını kapsar. Bu yöntemin en önemli özelliği karar birimlerinin etkinsizlik düzeyini ve kaynağını belirleyebilmesidir [Bakırıcı, 2006].

Veri zarflama analizi, geçmiş 1951 yılında Debreu’nun yaptığı çalışmaya dayanan ve Forrel tarafından 1957 yılındaki ilk tanıtımına kadar pek bilinmeyen bir etkinlik ölçme tekniğidir. 1957 ve 1966 yılları arasından sonra yöntemin adı 1978’de Charnes, Cooper ve Rhodes’in araştırmasıyla anılmaya başlamış ve kullanılır hale gelmiştir [Wheelock ve Wilson, 1995]. Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen kesirli programlama VZA matematiğinin temelini oluşturmaktadır [Charnes ve ark., 1978].

Basit bir etkinlik oranı olan kesirli programlama formülü çıktıların ağırlıklı toplamın girdilerin ağırlıklı toplamına bölümü olarak formüle edilir. Bu formül Kesirli VZA başlığı altında incelenecektir.

VZA kısa bir geçmişi olmasına rağmen Seiford (1997) ve Gattoufi ve ark. (2004) tarafından iki kez VZA biyografisi hazırlanmıştır [Seiford, 1997; Gattoufi ve ark., 2004]. VZA birçokları tarafında farklı şekilde tanımlanmış ve açıklanmıştır. Tanımların ve VZA ile ilgili açıklamaların bazıları aşağıda verilmiştir.

VZA kullanılarak yapılacak araştırma kapsamında belirlenen her karar birimindeki etkin olmamanın miktarı ve kaynakları tanımlanabilir. Bu şekilde, etkin olmayan birimlerin girdi ne kadar bir azalış ve-veya çıktı miktarında ne kadar bir artış yapmak gerektiğine ilişkin KVB'ye yol gösterebilir.

VZA, aynı tür girdiler kullanarak aynı tür çıktıları üreten ve birbirlerine benzer ekonomik karar birimlerinin karşılaştırmalı “etkinliklerinin” ölçülmesi amacıyla geliştirilen parametresiz bir yöntemdir [Yolalan, 1993].

VZA, birçok girdi ve çıktının gözlemlendiği ve bu gözlenen girdi ve çıktıların tek bir toplam girdi ve çıktıya dönüştürülemeyeceği durumlarda üretim verimliliğini ölçmek için kullanılan bir yöntemdir. VZA'da bir karar verme biriminin görel verimliliği, toplam ağırlıklı çıktıların toplam ağırlıklı girdilere oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım ilk olarak Farrell tarafından ifade edilmiş ve daha sonra da Farrell ve Fieldhouse tarafından geliştirilmiştir [Ersen, 1999].

VZA birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş veya farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıların karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda KVB'lerin görel performansını ölçmeye amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir [Karacaer, 1998]. Karacaer VZA tanımında farklı ölçeklerde ölçülmüş veya farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktı demesine rağmen son çalışmalarda girdi ve çıktıların ölçü birimlerinin farklı olmamasına dikkat edilmektedir. Bu çalışmada, tüm girdi ve çıktıları TL cinsinden değerlendirilmiştir.

Charnes ve ark.'nın (1985) yaptıkları etkinliğin formal tanımı da bu tanımlamalara eklenebilir.

Bir birim için %100 verimliliğe aşağıdaki koşullar sağlandığı zaman ulaşılabilir:

- Çıktıların hiçbir girdilerden birini veya daha fazlasını artırmadan veya diğer çıktıların bazılarını azaltmadan artırılmıyorsa,

- Girdilerin hiçbirisi çıktılarından bazıları azaltılmadan veya diğer girdilerin hiçbirisi artırılmadan azaltılamıyorsa [Charnes ve ark.,1985].

Yukarıda verilen bu tanım ekonomistlerin Pareto ya da (Pareto–Koopmans) kavramıyla uyum sağlamaktadır, mutlak standardı olan gerçek ya da teorik bir etkinlik modeli ortaya konulamıyorsa, tanımımızı benzer koşullarda ulaşılan göreceli etkinlik düzeylerini açıklayabilecek şekilde adapte etmek zorunluluğu vardır [Norman ve Stoker, 1991].

Çoklu girdi ve çıktı olduğu durumlarda göreceli etkinliğin ölçümü, hipotetik olarak etkin olan (varsayılan) bir birime göre oluşturulmalıdır. Bu da etkin birimlerin ağırlıklı ortalaması olarak alınabilir. [Dyson ve ark., 1990].

Göreceli etkinliğe ait ortak bir ölçüm aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\text{Etkinlik} = \text{Çıktıların Ağırlıklı Toplamı} / \text{Girdilerin Ağırlıklı Toplamı}.$$

Girdi maliyeti ve Çıktı ürün/kâr verileri elde edildiğinde, VZA yöntemi firmaların etkinliğini analiz etmede kullanılan en iyi yöntemlerden birisidir. Girdi, Çıktı yönelimli ve yönelimsiz etkinlik analizi yapabilen VZA; KVB’ler arasında minimum çıktıyı kullanarak maksimum ürün ya da kar elde edebilen etkin KVB’leri tespit ederek her KVB’nin durumunu nispi bir etkinlik skoru halinde vermektedir. Ayrıca Etkin KVB’lerin oluşturduğu etkinlik sınırı referans alınarak, Etkin olmayan KVB’nin sınıra uzaklığı veya etkinsizlik değerleri belirlenir ve referans KVB’ye göre girdi azaltımlı ve/veya çıktı artırımına giderek etkin hale nasıl gelebilecekleri belirlenir. Herhangi bir Parametrik istatistik yöntem merkezi eğilim yaklaşımıyla KVB’leri ortalama bir değere göre değerlendirirken VZA her bir KVB’yi en etkin KVB ile karşılaştırmaktadır.

VZA'nın Özellikleri

VZA, etkin KVB’lerinin belirlenmesine ve etkin KVB’lerin oluşturduğu etkinlik sınırının belirlenmesine ve etkin olmayan KVB’lerin Referans KVB’lere göre

izleyecekleri girdi ve çıktı bileşenleri ortaya koymaya yarayan bir tekniktir. Bu nedenlerden dolayı hastaneler, okullar, imalat sanayi, toptancılar, işletmeler, bankalar, askeri birlikler vb alanlarda oldukça uygun bir etkinlik ölçümü olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde etkinlik ölçümü olarak VZA birçok alanda uygulanmıştır. Örneğin Çingi ve Tarım (2000) çalışmasında Türk banka sisteminin 1989-1996 yıllarına ait verileriyle VZA tekniği kullanılarak gerçekleştirilen bu çok yönlü verimlilik ölçme çalışması incelenmiştir [Çingi ve Tarım, 2000]. Bu çalışmada, Etkinlik ölçümünde kullanılan temel banka modelleri incelenmiş ve yeni bir banka modeli sunulmuştur. Etkinlik ölçümü için önerilen yeni banka modelinin Türk Banka Sistemi performans ölçümüne uygulanmasında kullanılan temel veri yapısını açıklamaktadır. Ayrıca eğitim alanında Kutlar ve ark. (2004) Cumhuriyet Üniversitesinin öğrenci alan sekiz Fakültesinin VZA ile performans değerlendirmesi yapmıştır [Kutlar ve ark., 2004]. Sağlık alanında da birçok VZA ile etkinlik analizi yapılmıştır. Örneğin Temür ve Bakırcı (2008) çalışmalarında Türkiye’de Sağlık Bakanlığına bağlı hizmet veren 81 ilde 846 adet Devlet Hastanesinin (yataklı tedavi kurumlarının) iller ve bölgeler bazında 2003, 2004, 2005, 2006 yılları itibariyle performanslarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Analiz sonrasında etkin olan ve olmayan hastaneler tespit edilecek, olmayanların etkinliği için potansiyel iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. Bu çalışmasında yıllara ait panel veri kullanmışlardır [Temür ve Bakırcı, 2008].

Ayrıca teorik alanda VZA’nın zayıf yönleri de tartışılmış bu konuda çalışmalar yapılmıştır. Kılılı (2004), etkinlik kavramı ve ölçüm yöntemleri ayrıntılı olarak vermiş, VZA modelleri detaylı olarak verildikten sonra etkinlik ölçümü gerçekleştirmek amacıyla kullanılan Veri Zarflama Analizi tekniğinin farklı çalışmalarda farklı ve eksik uygulamaları tespit edilmiş ve bu farklılıkları detaylı olarak incelenmiştir [Kılılı, 2004].

VZA tekniğinin avantajları ve uygulanması sonucu elde edilecek sonuçları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür [Charnes ve ark., 1995].

- Ortalama yoğunluğun aksine bireysel gözlemlere dayanan sonuçları verir,

- Etkin ve etkin olmayan karar birimini belirleyerek etkinsizliğin kaynağını tespit eder,
- Optimal çıktıları üretmek için en uygun girdi bileşimini dönemler itibariyle tek bir toplam değer halinde verebilir,
- Etkin olmayan KVB'lerine referans oluşturacak birimlerin belirlenmesine yardımcı olabilir,
- Hesaplamalarda çoklu girdi ve çıktı setini hatta göstermelik değişkenleri (dummy variables) bile kullanabilir,
- VZA hesaplamaları dış kaynaklı değişimler için uygun sonuçlar vermektedir,
- Üretim ilişkisinin fonksiyonel form üzerine sınırlandırılması gerektirmez,
- VZA her bir KVB'nin nispi gelişimindeki en uygun kriterleri belirleyebilir,
- Etkinlik sınırının altında kalan KVB için (etkin olmayan KVB) iyileştirici tavsiyelerde bulunabilir.

VZA'nın özellikleri arasında farklı ölçüm birimleri ile ölçülmüş değişkenler kullanıldığı varsayımı da yer almaktadır, buna rağmen son yıllarda özellikle üretim alanında tüm değişkenler aynı birim ile ölçülmekte ve analiz bu şekilde yapılmaktadır.

Yukarıda verilen VZA'nın özelliklerinin yanı sıra VZA etkinlik analizi sonucunda elde edilen sonuçlar ana hatlarıyla aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- En Etkin KVB'lerinden bir etkinlik sınırı elde edilir,
- KVB'leri etkin olandan etkin olmaya doğru bir sıralamasına ulaşılır,

- Etkin olmayan her bir KVB için bir etkin referans kümesi oluşturulur,
- Etkin olmayan KVB daha etkin hale getirecek girdi ve çıktı hedefleri belirlenir.

2.2. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı

Matematiksel olarak VZA etkinlik ölçümü, bir KVB'nin ağırlıklandırılmış çıktı toplamının ağırlıklandırılmış girdiler toplamı oranına dayanır.

Gözlemlenen KVB'nin her biri m tane girdi s tane çıktıya sahip olduğu varsayılın. e_j . KVB'nin etkinlik skoru, Charnes ve ark. (1978)'nin sunduğu aşağıdaki modelin (Eş. 2.1 ve Eş. 2.2) çözümü ile elde edilir [Charnes ve ark., 1978];

Amaç fonksiyonu :

$$Max e_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}} \quad (2.1)$$

Kısıtlar:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}} \leq 1 \quad , \quad j = 1, \dots, n \quad (2.2)$$

$$\begin{aligned} u_{rj} &\geq 0 \quad , \quad r = 1, \dots, s \\ v_{ij} &\geq 0 \quad , \quad i = 1, \dots, m \end{aligned}$$

Modelde yer alan terimlerin tanımları aşağıda ki gibidir;

e_j : j. karar biriminin etkinliği

u_{rj} : j. karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık

v_{ij} : j. karar birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık

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

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

n : Karar birimi sayısı

s : Çıktı sayısı

m : Girdi sayısı

Eş. 2.2 de gözlem kümesindeki her bir KVB ele alınarak diğer KVB'ler ile karşılaştırmalı teknik etkinlik düzeyi ölçülmektedir. Modelden de anlaşılabacağı gibi her KVB için göreceli teknik etkinlik, ağırlıklı çıktıların ağırlıklı girdilere oranı şeklinde tanımlanır. Etkinlik ölçütü maksimizasyona çalışırken etkinlik ölçütü en fazla 1 olabilmektedir. Pozitif kısıt ise girdi ve çıktı ağırlık değerlerinin (v, u) negatif olması engellenmektedir.

Eş. 2.2 de verilen kesirli model doğrusallık şartını sağlamadığından dolayı etkinlik hesabı kullanılmaz. Bu nedenle Doğrusal Programlama modeline dönüştürme gerçekleştirilmiştir.

Doğrusal Programlama ve primal model

Kesirli programlama modelinin dönüşümü ile sonsuz elemanlı çözüm kümesini temsil eden bir çözüm bulunur. Bir KVB için bir doğrusal program, kesirli fonksiyondaki, amaç fonksiyonunun paydasını 1'e eşitleyerek yapılır. Aşağıda primal model (Eş. 2.3 ve Eş. 2.4) görülmektedir.

Amaç Fonksiyonu

$$\max e_j = \sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj} \quad (2.3)$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} &= 1 \\
 \sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} &\leq 0 \quad , \quad j = 1, \dots, n \\
 u_r &\geq 0 \quad , \quad r=1, \dots, s \\
 v_i &\geq 0 \quad , \quad i=1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{2.4}$$

Burada yer alan model bir doğrusal denklem olup, girdilerin ağırlıklı toplamı 1 ile kısıtlanır. Doğrusal programlama modeli ile tespit edilen optimal çözüm, dualite (ikincil) yöntemi ile oluşturulacak yeni bir modelle, yani problemin ikincil formülasyonu ile daha kolay elde edilebilmektedir. Doğrusal modelin Dual formunu yazmak için öncelikle dual model aşağıdaki gibi açıklanmıştır;

Dual Model

Herhangi bir Doğrusal Programlama modeli için, aynı veri kümesini kullanarak eş bir Doğrusal Programlama modeli oluşturmak mümkündür. Özgün Doğrusal Programlama modeli (primal) ya da eşi olan Doğrusal Programlama modeli'ne (dual) ilişkin çözüm, modellenen problem için aynı bilgiyi sağlar. VZA'da buna bir istisna oluşturmamaktadır [Dyson ve ark., 1990]. Temel (primal) modeldeki amaç bir maksimizasyon durumu ise, aynı problemi bir minimizasyon durumuna dönüştürmekle de ulaşılabilir. Ters bir durum da söz konusudur. Bir başka deyişle temel problem bir minimizasyonu amaçlıyorsa, aynı amaca problemi maksimize etmekle de ulaşabiliriz. Aynı amaca yönelik olan bu yöntemlerden dual olanının kullanılmasının sağladığı yararlar şunlardır:

- Primal model, bazen dual modelden daha fazla sayıda kısıtlayıcıya sahip olabilir. Genelde doğrusal programlar ne kadar çok kısıt içerirlerse çözümleri de o oranda zorlaşmaktadır. Problemin boyutu büyüdükçe bu özellik dual yöntemi avantajlı kılmaktadır.

- Doğrusal programlama (DP) teorisinden bilinmektedir ki bir dual problemin çözümündeki dual değişkenlerin değerleri primal modeldeki gölge fiyatları açıklayabilmektedir. Bir VZA çözümlemesinde de bu özellikten yararlanılarak, dual değişkenleri, her bir KVB'nin etkinliğinin 1'den büyük olmasını engelleyen kısıtlara ilişkin gölge fiyatlar olarak değerlendirilebilir. Kanonik formda verilen DP probleminin genel matematiksel modelindeki amaç fonksiyonu maksimizasyondur ve tüm kısıtların eşitsizliği ($\leq$) yönündedir. Bu eşitsizlik dual model haline dönüştürüldüğünde;
- Kanonik şekildeki maksimizasyon, minimizasyon ve kısıtlamanın yönü ($\geq$) olur.
- Dual modelin değişkenlerinin amaç fonksiyonlarındaki katsayıları olarak, primal modelin kısıtlarının sağ tarafındaki sabitler alınır.
- Dual modelin kısıtlarının sağ tarafındaki sabitler, primal modelin amaç fonksiyonundaki katsayılarıdır.
- Primal modelin kısıtlarının sol tarafındaki teknolojik katsayılar, dual modelin kısıtlarının sütun katsayıları olur.
- Dual modeldeki kısıtlayıcı sayısı primal modelin değişken sayısına eşittir ve modellerdeki değişkenler negatif değerli değerlerdir.

Kesirli modelden elde edilen ağırlıklı doğrusal VZA modelinin duali Eş. 2.5 ve Eş. 2.6'daki gibidir:

Amaç Fonksiyonu

$$\min w_j = q_j \quad (2.5)$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned}
\sum_{j=1}^n \lambda_{rj} y_{rj} &\geq y_{rk} & ; r = 1, \dots, s \\
\sum_{j=1}^n \lambda_{ij} x_{ij} + q_j x_{ik} &\geq 0 & ; i = 1, \dots, m \\
-\infty &\leq q_j \leq +\infty
\end{aligned} \tag{2.6}$$

W_j : Dual modelde k karar biriminin etkinliği

q_j : j. karar biriminin Etkinlik değeri

λ_{rj} : j. karar birimi tarafından r.inci çıktıya verilen ağırlık

λ_{ij} : j. karar birimi tarafından i.inci girdiye verilen ağırlık

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

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

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

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

Eşitlik 2.6 da görüldüğü üzere dualite yöntemi kullanılması ile birlikte, her bir karar birimi için ayrı bir λ ve bir de q tanımlanmıştır. Dualitenin sonucu ile ilk modelin sonucu birbirine eşit olmalıdır. Sonuç olarak, maksimum e_k ile q_k birbirine eşit değerler almaktadırlar.

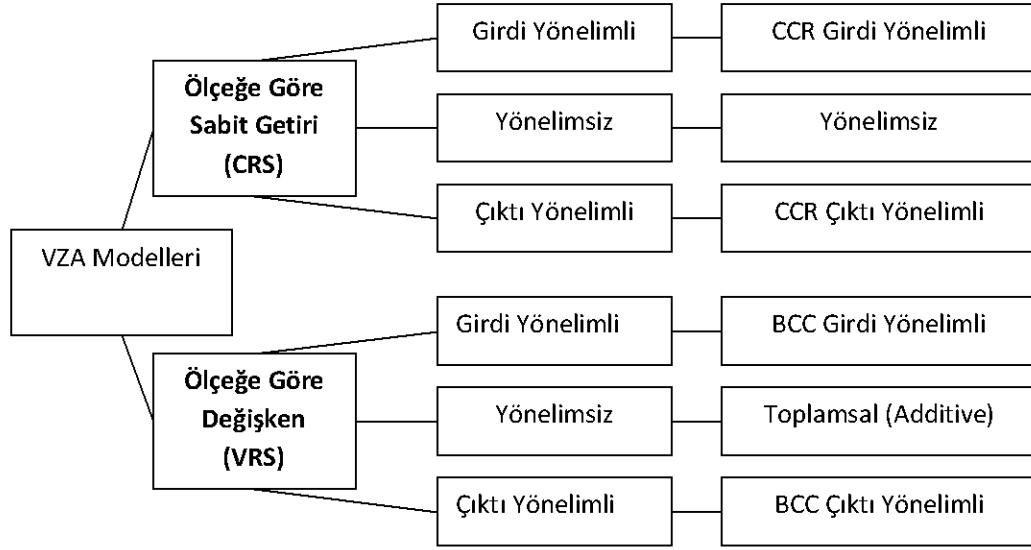
2.3. Veri Zarflama Analizi Modelleri

Veri Zarflama Analizinde pek çok model kullanılmaktadır. Bunların önemlileri aşağıda sıralanmıştır

* Ölçeğe Göre Sabit Getirili Model (Constant Return Scale Model) (CRS)

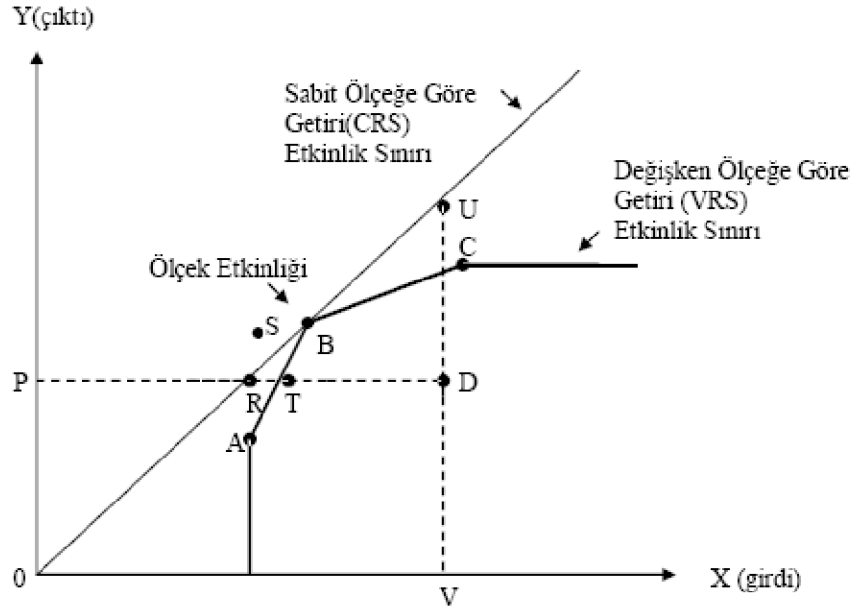
* Ölçeğe Göre Değişken Getirili Model (Variable Return Scale Model) (VRS)

VZA'daki temel yaklaşımlar Şekil 2.1'de verilen ağaç grafiğinde açıkça görülmektedir;



Şekil 2.1. Ölçeğe göre ve yönetime göre VZA modelleri

Şekil 2.1’de görüldüğü üzere VZA modelleri, ölçeğe ve getiri durumlarına göre iki ana grupta incelenebilir. Bunlardan birincisi ölçeğe göre sabit getirili (CRS), ikincisi ise ölçeğe göre değişken getirili (VRS) modellerdir [Brown ve ark., 1997]. Ölçeğe göre sabit getirili modellerde, girdi miktarında meydana gelebilecek herhangi bir artış, çıktı miktarında da aynı oranda olmaktayken, ölçeğe göre değişken getirili modellerde ise, girdi miktarındaki her artış çıktı miktarında farklı oranlarda görülmektedir. Ölçeğe göre sabit getirili ve ölçeğe göre değişken getirili modelleri arasındaki farkı grafik üzerinde bir örnekle Şekil 2.2’de görülmektedir.



Şekil 2.2. VRS ile CRS arasında farkın grafiksel gösterimi

Şekil 2.2’de yer alan grafikte VRS’nin yarattığı kendine ait etkin sınır ve sabit ölçeğe göre çizilen etkin sınır görülmektedir. A, B, C, D, R, S ve T birer karar birimi iken, her bir karar biriminin etkin olup olmadığı, etkin sınırlardan yararlanılarak rahatlıkla tespit edilebilmektedir. Şekil 2.2’ye göre, D noktası hem sabit ölçeğe hem de değişken ölçeğe göre etkin bir karar birimi olarak gözükmemektedir. D noktasının girdi yönelimli modellerde AB doğru parçası, çıktı yönelimli modellerde ise BC doğru parçası başvuru grubunu oluşturmaktadır. Her iki yaklaşımla elde edilecek teknik etkinlik değerleri farklı olmaktadır.

A ve C noktası CRS etkin sınırı üzerinde bulunmamakta ve sabit getiri varsayımına göre etkin olmamaktadır. Ancak, A ve C noktası ölçeğe göre değişken getiri varsayımına göre etkin sınır üzerinde yer aldığından etkin birer karar birimi durumundadırlar.

D noktasının ölçeğe göre sabit getiri etkinlik sınırına göre etkinlik ölçütü girdi yönelimli ise $|PR| / |PD|$ kadar, çıktı yönelimli ise $|VD| / |VU|$ kadardır. Ölçeğe göre değişken getirili etkinlik sınırında ise girdi yönelimli olması durumunda $|RD| / |PD|$ ve çıktı yönelimli olması durumunda da $|VD| / |DU|$ oranı kadardır.

Ölçek etkinliği veya etkinsizliği Şekil 2.2’de ölçeğe göre sabit getiri etkin sınırı ile ölçeğe göre değişken getiri etkin sınırı arasındaki uzaklık olarak ifade edilmektedir.

B noktası her iki etkin sınır üzerinde yer alması nedeniyle ölçek etkinliğini temsil eden optimal noktadır. Bu optimal noktanın altında kaldığı görülen T ve S noktaları ölçeğe göre artan getiri (IRS) alanını temsil ederken, B noktasının üzerinde kalan C noktası ile azalan getiri (DRS) alanını temsil etmektedir. DRS alanında yer alan nokta optimal noktaya ulaşmaya kadar girdi ve çıktı bileşiminin azaltılması gerekirken, IRS alanında yer alan noktalar ise girdi ve çıktı bileşiminin artırılması gerekmektedir. Sabit ölçekli etkin sınıra göre D noktasının teknik etkinsizliği RD mesafesi kadarken, değişken ölçekli etkin sınıra göre ise TD mesafesi kadardır. Bu iki mesafe arasındaki fark RT uzaklığı ise ölçek etkinsizliğidir. Ölçek etkinliği birden küçükse ölçek etkinsizliği, bire eşit ve ölçeğe göre sabit ve değişken etkinlik değerlerinin her ikisinin de değerinin tam olarak 1’e eşit olduğu durumda, ölçeğin etkin olduğuna karar verilmektedir [Coelli ve ark., 1998].

CRS ve VRS sınıflandırması, yönlendirme durumlarına göre, yönlendirmesiz (non-oriented), girdi yönlendirmeli (input-oriented), çıktı yönlendirmeli (output-oriented) olmak üzere üçe ayrılabilir.

Bunlardan girdi azaltmalıda (input reduction) amaç, verilen çıktı seviyesini elde edebilmek için girdilerin nasıl düşürüleceği iken çıktı arttırmalıda (output augmentation) amaç verilen girdi seviyesi ile olanaklı en yüksek çıktının nasıl elde edileceğidir [Charnes ve ark., 1995].

Ayrıca CCR ve BCC modelleri gibi temel olan VZA modelleri haricinde geliştirilen girdi odaklı ve çıktı odaklı olduğu söylenemeyen yani odağı bulunmayan etkinlik ölçümü için de diğer VZA modelleri arasından toplamsal model bulunmaktadır. Eş. 2.7, Eş. 2.8, Eş. 2.9 ve Eş. 2.10’da CCR ve BCC modelleri sırasıyla verilmiştir. Daha sonra toplamsal model verilecektir.

CCR Girdi Yönlü – Primal Modeli:

$$\min z_k = \theta$$

Kısıtlar :

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{rj} y_{rj} - s_r^+ = y_{rk} \quad , \quad r = 1, \dots, s \quad (2.7)$$

$$\theta x_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_{ij} x_{ij} - s_i^- = 0 \quad , \quad i = 1, \dots, m$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

CCR Girdi Yönlü – Dual Modeli:

$$\min w_k = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk}$$

Kısıtlar :

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad (2.8)$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$\mu, v \geq 0$$

Modelde yer alan terimlerin tanımları aşağıdadır;

z_k : k. karar biriminin etkinliği

λ_{rj} : j. karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık değeri

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

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

s_i^- : Karar verme biriminin i. girdisine ait atıl değer

s_r^+ : Karar verme biriminin r. çıktısına ait atıl değer

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

v_{ij} : j. karar birimi tarafından i.girdiye verilen ağırlık değeri

μ_r : r. karar biriminin aldığı ağırlık değeri

w_k : CCR çıktı yönlü primal modelde k. karar birimi etkinliği

Eş. 2.7 ve Eş. 2.8'den görüleceği üzere, girdi yönlü CCR modelinde sırayla her bir KVB'nin çıktıların ağırlıklı ortalaması maksimum yapılmaya çalışılır. Kısıtlarda ise ilgilenilen KVB'nin girdilerinin ağırlıklı ortalaması 1'e eşitlenmiştir, böylece

girdilerin ağırlıklı ortalaması her bir KVB için 1 olmaktadır. Daha sonraki kısıt çıktıların ağırlıklı ortalamasının girdilerin ağırlıklı ortalamasından küçük olmasını sağlamaktadır. Bu sayede çıktı/girdi oranı her bir karar verici için en fazla 1 olabilir. Bu bilgilerin ışığında bir karar verici için bulunabilecek optimum çıktı ortalaması en fazla 1 olabilir, bu ise o karar vericinin etkin olduğu anlamına gelir. Etkin olmayan, yani etkinlik sınırının altında kalan KVB'ler için ise çıktıların ağırlıklı ortalaması, yani etkinlik değeri 1'den küçük olacaktır.

CCR Çıktı Yönlü – Primal Modeli:

$$\max z_k = \phi$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned} \phi y_{rk} - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ &= 0, \quad r = 1, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= x_i, \quad i = 1, \dots, m \end{aligned} \quad (2.9)$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

CCR Çıktı Yönlü – Dual Modeli:

$$\min q_k = \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\ \mu, v &\geq 0 \end{aligned} \quad (2.10)$$

Eş. 2.9 ve Eş. 2.10'da s çıktı; m girdi ve n karar verici sayılarını göstermektedir. Eş. 2.9 ve Eş. 2.10'nun yorumu da girdi yönlülere benzerdir. Dual modelde ilgili KVB'nin girdilerinin ağırlıklı ortalamasının minimum yapılması amaçlanmaktadır. Karar vericinin çıktıların ağırlıklı ortalaması 1'e eşitlenmektedir. Ayrıca her KVB için ağırlıklı çıktı ortalamalarının, ağırlıklı girdi ortalamalarından küçük olması bir

diğer şarttır. Bu şarta göre etkinlik değeri hesaplanmak istenen KVB'nin girdilerinin ağırlıklı ortalaması minimum 1 olmaktadır. Böylece etkin bir karar verici için etkinlik değeri 1, etkin olmayan bir karar verici için bu değer 1'den büyük olmaktadır.

BCC Girdi Yönlü Primal Modeli

$$\min z_k = \theta$$

Kısıtlar :

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rk} \quad r = 1, \dots, s \quad (2.11)$$

$$\theta x_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - s_i^- = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

BCC Girdi Yönlü Dual Modeli:

$$\max w_k = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} + u_k$$

Kısıtlar :

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad (2.12)$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + u_k \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$\mu, v \geq 0$$

$$u_k \text{ serbest}$$

Dikkat edilirse Eş. 2.11 ve Eş. 2.12 girdi yönlü CCR modellerine oldukça benzemektedirler. Primal modeldeki fark, λ' ların toplamının 1'e eşit olmasıdır. Dual modele ise yeni bir değişken (u_0) eklenmiştir. Bu değişikliklerle etkinlik sınırının yapısı değişmiştir. CCR modelinde orijinden geçen etkinlik doğrusu BCC modelinde orijinden geçmek zorunda değildir. Bu yapıyla BCC modeli CCR modelinden ayrılmaktadır. Modellerin diğer değişkenler açısından yorumunda bir farklılık yoktur.

BCC Çıktı Yönlü Primal Modeli:

$$\max z_k = \varphi$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned} \varphi y_{rk} - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ &= 0 \quad , \quad r = 1, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= x_{ik} \quad , \quad i = 1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda, s^+, s^- &\geq 0 \end{aligned} \quad (2.13)$$

BCC Çıktı Yönlü Dual Modeli:

$$\begin{aligned} \min q_k &= \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + v_k \\ \text{Kısıtlar :} \\ \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - v_k &\leq 0 \quad j = 1, \dots, n \\ \mu, v &\geq 0 \\ v_0 &\text{ serbest} \end{aligned} \quad (2.14)$$

Eş.2.13 ve Eş. 2.14'den görüldüğü üzere girdi yönlü BCC modelinde olduğu gibi burada da model CCR modeline benzemektedir. Çıktı yönlü CCR modelinden farklı olarak primal modelde λ 'ların toplamı 1'e eşittir. Dual modelde ise v_0 değişkeni kullanılmaktadır. Buradaki amaç ölçeye göre sabit olmayan getiriye sağlamaktır.

2.4. Toplamsal Model

Charnes ve ark. (1985) tarafından geliştirilen bir modeldir. CCR ve BCC modelleri girdiye ve çıktıya yönelik olarak ayrı ayrı değerlendirme yapmaktadırlar [Charnes ve ark., 1985]. Toplamsal modelde girdi-çıktı yönelimi yoktur, model bu iki tür yönelimi beraber değerlendirmektedir. Ölçeğe göre getiri varsayımı söz konusudur.

Toplamsal model bazı durumlarda tercih edilir; özellikle modele şans kısıtı katıldığında şans kısıtı adı altında modele eklendiği düşünülen etmenler (bazı kaynaklarda gürültü) sadece girdiyi ve sadece çıktıyı etkilemez hem girdi hem çıktı şans kısıtından etkilenecektir. Bu durumda girdi yönelimlide ya da çıktı yönelimlide etki sadece girdi veya çıktıda görülürken Toplamsal modelde ise yönelim kısıtı olmadığından hem girdi değişkeni hem çıktı değişkeni etkilenmiş olacaktır. Aynı modelde girdinin minumum olması çıktının ise maksimum olması yönlendirmeli modellere göre daha kapsamlı olmaktadır.

Toplamsal modelin pek çok versiyonu vardır ancak temel olanı doğrusal programlama destekli olanıdır [Cook ve Seiford, 2009]. Formülasyonu ise şu şekildedir [Land ve ark., 2006].

Toplamsal primal model

$$\begin{aligned}
 & \max \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^-, \\
 & \text{kısıtlar :} \\
 & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{ij} + s_i^- = x_{ik} \quad , \quad \forall i \text{ için} \\
 & \sum_{j=1}^n y_{ij} \lambda_{ij} - s_r^+ = y_{rk} \quad , \quad \forall r \text{ için} \\
 & s_r^+, s_i^-, \lambda_j \geq 0, \quad , \quad \forall r, i, j. \text{ için} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1
 \end{aligned} \tag{2.15}$$

Toplamsal Dual Model

$$\min w_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} + u_k$$

kısıtlar :

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} + u_k \leq 0 \quad (2.16)$$

$$u_r, v_i \geq 0; u_k \text{ serbest}$$

$$j = 1, \dots, n; r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m$$

Toplamsal primal model’de asıl amaç girdi fazlası s_i^- ve çıktı eksikliğini s_r^+ beraber ele alıp etkinlik sınırı üzerinde etkinsiz olan karar birimine en uzak noktayı hesaplamaktır. Bu model sonucu etkinlik değeri elde edilmemektedir, ancak karar birimlerinin etkin olup olmadığı aylak değişken değerlerine bakılarak söylenmektedir ve Pareto-Koopmans etkinliği yoktur şeklinde de ifade edilmektedir [Charnes ve ark., 1985]. Her iki aylak değişken $s_i^- = 0$ ve $s_r^+ = 0$ tespit edilirse o karar birimi toplamsal modele göre etkindir denilmektedir. Eğer herhangi biri veya ikisi sıfır değilse, sıfırdan farklı olanların değerlerinin kaynakları ve uygun girdi ve çıktılardaki etkin olmama miktarlarını tanımladığı söylenmektedir.

3. ŞANS KISITLI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

VZA hakkında yapılan ilk kritik bu yöntemin girdi ve çıktıları deterministik olduğu varsayımıdır. Etkin olan bir KVB rastsal bir değişkenle karşılaştığında etkinsiz kabul edilebilir. Bunun gibi nedenlerden dolayı CCDEA çalışmaları yapılmış ve bu çalışmalar devam etmektedir. Şans kısıtlı programlama modeli ilk kez 1963 yılında Charnes ve Cooper tarafından ortaya atılmıştır. Temel CCDEA modeli ise ilk kez Land ve ark. (1988) tarafından geliştirilmiştir. Grasskopf (1996) CCDEA modellerinden bazılarını “duyarlık analizi” başlığı altında açıklamaktadır. CCDEA alanında diğer önemli çalışmaları Sengupta (1987, 1988a, 1988b, 1989), Banker (1993), Land ve ark. (1994), Olesen ve Petersen (1995), Cooper ve ark. (1996a), Li (1998) yapmıştır.

Land ve ark. (2006) LLT modeli, Olesen ve Petersen (1995) OP(Olesen Petersen) modelini geliştirmişlerdir. OP-modelinde gözardı edilen KVB’lerin aktivite vektörleri arasındaki kovaryans şans kısıtlı LLT-modelinde açıkça dahil edilmektedir. Diğer taraftan bu modelde, OP-modeldekinin tersine, aktivite vektörlerin çıktıları arasındaki, girdileri arasındaki ve girdileri ile çıktıları arasındaki kovaryans gözardı edilmektedir. Olesen (2006) bu iki modeli birlikte ele alıp geliştirmiştir.

Cooper ve ark. (2004) Stokastik Veri Zarflama Analizindeki Tıkanıklık İçin Şans Kısıtlı Programlama yaklaşımları çalışmasında VZA’daki tıkanıklıkları elimine etmek (arıtmak, ıslah etmek) için burada bahsedilen modeller şans kısıtlı programlama formülasyonları ile genişletilmiştir [Cooper ve ark., 2004]. CCP’de genel olarak yapıldığı gibi stokastik (şans kısıtlı) modeller, deterministik modeller ile yer değiştirmiştir. Bu da doğrusal olmayan parametreler sınıfının oluşması ile sonuçlanmaktadır. Ancak belirli durumlarda deterministik VZA modellerinin ikame edilmesiyle bu doğrusal olmayan modellerle uğraşmaya gerek kalmamaktadır.

Ruggiero (2004), Stokastik Veriler ile VZA isimli çalışmasında verimlilik tahmini için panel veri modelleri kullanılmıştır [Ruggiero, 2004]. Zamana bağlı olarak

bölümler arası verimlilik tahmini ortalamaları kullanan bir VZA modelinin oldukça iyi çalıştığı gözlenmektedir. Bu yaklaşımın verimlilik tahminleri ile sonuçlandığı ve bu problemi düzelten alternatif bir model oluşturduğu gösterilmektedir. Yaklaşımlar, gösterim amacı ile simule edilmiş veriler kullanarak karşılaştırılmıştır. Desai ve ark., (2005), veride rastgele değişkenliklere izin veren, şans kısıtlı VZA formülasyonundan bahsetmektedir [Desai ve ark., 2005]. Stokastik işlemlerin sonucu olan ve çoklu girdisiyle tek çıktısı arasındaki ilişki (korelasyon) bulunan küçük bir örnek kullanılarak, sonuç olarak ortaya çıkan verimlilik ölçütünün özellikleri üzerinde durulmaktadır. Monte Carlo simülasyonunu kullanarak analiz tekrarlanmıştır ve simülasyon kullanımının daha esnek ve işlemsel olarak daha az hantal bir yaklaşımla verideki (gürültünün) karmaşasının etkilerini incelediğini sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, VZA'daki geleneksel yaklaşımlar da göz ardı edilmeden, simülasyon yaklaşımının kullanıcıya istediği gibi veri üretmesine imkan sağlaması ve veride stokastik değişimler olması durumunda VZA uygulamalarında esneklik sağlaması nedeniyle önerilmektedir.

Şans kısıtlı VZA alanında alternatif çalışmalarda yapılmıştır, Lahdelma ve Salminen (2006) çalışmasında, Alternatif bir yöntem SMAA-2 (Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi) ortaya koymuştur [Lahdelma ve Salminen, 2006]. VZA ve SMAA-2, çok kriterli alternatifleri değerlendirme yöntemleridir. VZA, genel olarak seçenekleri verimli ve verimsiz olarak değerlendiren son araçtır. SMAA-2 ise çoklu kriterli karar verme süreçlerini destekleyen giriş aracıdır. Her ikisi de kriterin önemini önceden ağırlıklı olarak modelleyen bir çeşit değer fonksiyonu kullanır. Birçok yöntemden farklı olarak, ne VZA ne de SMAA-2 karar vericinin ağırlığına girdi olarak ihtiyaç duymaz bunun yerine, parametrik olmayan olarak ifade edilen bu yöntemler, her alternatif için en iyi ağırlığı belirleyebilmek için ağırlık değerlerini genişletir. Böylece makalede VZA ve SMAA-2 yöntemlerinin birleşimi olan SMAA-D yöntemi ortaya konmuştur. SMAA-D, stokastik verimlilik ölçütlerini sağlamak üzere belirsiz ya da kesin olmayan verileri kapsayan VZA'nın bir uzantısı olarak karakterize edilebilir.

Forrester ve Anderson (1999) çalışmasında, veride stokastik değişiklik ve verimsizlik nedeniyle ortaya çıkan değişimlerde, regresyon ve VZA tarzları arasındaki teorik farkları tartışmışlardır [Forrester ve Anderson, 1999]. Biri parametrik bir yöntem olan regresyon, diğeri parametrik olmayan bir yöntem olan VZA yöntemi kullanılarak yapılmış iki bağımsız çalışmanın ampirik sonuçları incelenmektedir. Çalışmalar bağımsız takımlar tarafından aynı veriler kullanılarak ve aynı sorulara cevap verilerek bir yıl ara ile yapılmıştır. Her iki çalışma, yeniden düzenleme kapsamında kamuya ait elektrik sağlayıcıların verimliliğinin izlenmesine odaklanmıştır.

Ülkemizde yapılan CCDEA kullanılarak etkinlik analizi çalışmasında, Turgutlu ve ark., (2005) hem tam bilgi varsayımına dayanan geleneksel (deterministik) VZA yöntemi hem de diğer çalışmalardan farklı olarak Land ve ark., (2006) tarafından geliştirilen belirsizlik varsayımı altında Şans-Kısıtlı Veri Zarflama Analizi kullanılarak sigorta şirketlerinin teknik etkinliklerinin belirlenmekte ve yöntemler arasındaki tutarlılık istatistiksel olarak sınanmıştır [Turgutlu ve ark, 2005; Land ve ark., 2006].

Ayrıca Ersen (1999), Veri Zarflama Analizinin Stokastik Değişiklikler Altında Geçerliliği- Gürültünün Verimsizlik Bileşeni isimli doktora tezinde VZA karşılaşılan sorunları çözecek bir model geliştirmeyi amaçlamıştır [Ersen, 1999]. Çalışmada önce parametrik etkinlik ölçme yöntemleri ile VZA karşılaştırılmış, daha sonra VZA'nın matematiksel yapısı hakkında bilgi verilmiştir. Etkinlik ölçümünde VZA tekniği kullanılırken, incelenen verinin stokastik değişiklikler altında geçerliliğinin önemli bir problem olduğu ve bu problemin VZA ve stokastik süreçler ile birlikte çözülmesinin olanaklı olduğu belirtmiştir.

Şans kısıtlı veri zarflama analizi kısıtların çok sık olmamakla birlikte esnetilmesine, ihlal edilmesine olanak tanımakta, böylece VZA'yı rastsal bir yapıya dönüştürmektedir. Bu nedenden dolayı deterministik VZA yerine etkinlik analizinde CCDEA tercih edilmelidir.

VZA’da temel yaklaşımlar bölümlerde bahsedilen BCC model ve Toplamsal Model birlikte derlendiğinde ve şans kısıdı eklendiğinde aşağıdaki model ortaya çıkmaktadır.

BCC-Toplamsal modelden türeyen CCBCC-Toplamsal modeli

$$\begin{aligned}
 & \max \quad z_k \\
 & \text{kısıtlar :} \\
 & P \left\{ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk} \right\} \geq 1 - \alpha \\
 & r = 1, \dots, s \\
 & P \left\{ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{ik} \right\} \geq 1 - \alpha \\
 & i = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

Eş. 3.1 de $1 - \alpha$ gözlenen çıktıların maksimum çıktıdan fazla olmama olasılığını, ya da gözlenen girdilerin minimum girdiden az olmama olasılığını göstermektedir.

Eş. 3.1 matematiksel olarak çözülememektedir. Çözümüne ulaşmak için deterministik eşitliğinin yazılması gerekmektedir. BCC-toplamsal modelden türeyen CCBCC-toplamsal modelin deterministik eşitliği aşağıdaki dönüşümler sonucu elde edilir.

Land ve ark., (1993) göre CCDEA modeline ulaşmak için ortaya koyduğu varsayım gereği girdilerin ve çıktıların rassal bir yapıya sahip olduğu; girdilerin (x_i) ve çıktıların (y_r) birleşik olasılık yoğunluk fonksiyonunun ortalaması μ_j varyansı σ_j^2 olan normal dağılıma sahip olduğu varsayılmaktadır. Çıktı kısıdı ele alındığında aşağıdaki dönüşümler gerçekleşir:

$$P\left\{\sum_{j=1}^n y_j \lambda_j \geq y_{rk}\right\} \geq 1 - \alpha$$

Yeni bir rasgele değişken

$$u = \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - y_k$$

biçiminde tanımlansın.

Bu değişken için çıktı ve girdi değişkenlerinin normal dağılım varsayımından;

$$E(u) = \sum_{j=1}^n \mu_j \lambda_j - y_k = \mu_u \quad (3.2)$$

$$\text{Var}(u) = \sum_{j=1}^n \sigma_j^2 \lambda_j^2 + (\lambda_k - 1)^2 \sigma_k^2 = \sigma_u^2 \quad (3.3)$$

olarak bulunur. Buradan, u değişkeni de ortalaması μ_u ve varyansı σ_u^2 olan normal dağılıma sahiptir ve z değişkeni

$$Z = \frac{u - \mu_u}{\sigma_u} \quad (3.4)$$

olarak tanımlanır. Böylece;

$$P\left\{\sum_{j=1}^n y_j \lambda_j \geq y_k\right\} = P\{u \geq 0\} = P\left\{Z \geq -\frac{\mu_u}{\sigma_u}\right\} \quad (3.5)$$

olur ve Normal dağılım simetri özelliğine sahip olduğundan dolayı.

$$P\left\{Z \geq -\frac{\mu_u}{\sigma_u}\right\} = P\left\{Z \leq \frac{\mu_u}{\sigma_u}\right\} = \Phi\left(\frac{\mu_u}{\sigma_u}\right) \quad (3.6)$$

biçiminde yazılabilir. Eş. 3.6 da Φ birikimli standart normal dağılım fonksiyonudur.

$$\Phi\left(\frac{\mu_u}{\sigma_u}\right) \geq (1 - \alpha) \quad (3.7)$$

eşitsizliğinden

$$\mu_u \geq \Phi^{-1}(\alpha)\sigma_u$$

biçiminde elde edilir. α 0 ile 1 arasında değişen yanılma olasılığıdır.

Böylece Şans Kısıtlı VZA modelinde çıktı kısıdı.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \mu_j \geq \mu_k + \Phi^{-1}(\alpha) \sqrt{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j^2 \sigma_j^2 + (\lambda_k - 1)^2 \sigma_k^2} \quad (3.8)$$

olarak elde edilir.

Land ve ark., (1993) CCDEA modeline ulaşmak için ortaya koyduğu varsayım gereği $\text{cov}(y_i, y_j) = \sigma_{ij} = 0$ olduğundan dolayı $\sigma_j^2 = \sigma^2$ olur [Land ve ark., 1993]. Bu durumda Eş 3.8

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \mu_j - \Phi^{-1}(\alpha) \sigma \sqrt{\sum_{j=1}^n \lambda_j^2 + (\lambda_k - 1)^2} \geq y_k \quad (3.9)$$

biçimine dönüşür.

Girdi kısıdı ele alındığında, Eş.3.10 ile Eş. 3.21 arasındaki dönüşümler gerçekleşir:

$$P\left\{\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_k\right\} \geq 1 - \alpha$$

yeni bir rasgele değişken,

$$v = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - x_k, \text{ biçiminde tanımlansın.}$$

Bu değişken için girdi ve çıktı değişkenlerinin normal dağılım varsayımından;

$$E(v) = \sum_{j=1}^n \mu_j \lambda_j - x_k = \mu_v \quad (3.10)$$

$$Var(v) = \sum_{j=1}^n \sigma_{ij}^2 \lambda_j^2 + (\lambda_k - 1)^2 \sigma_k^2 = \sigma_v^2 \quad (3.11)$$

olarak bulunur. Buradan v değişkeni de ortalaması μ_v ve varyansı σ_v^2 olan normal dağılıma sahiptir ve z değişkeni

$$Z = \frac{v - \mu_v}{\sigma_v} \quad (3.12)$$

olarak tanımlanır Böylece;

$$P\left\{\sum_{j=1}^n x_k \lambda_j \leq x_k\right\} = \Pr\{v \leq 0\} = \Pr\left\{Z \leq -\frac{\mu_v}{\sigma_v}\right\} \quad (3.13)$$

olur ve normal dağılım simetri özelliğine sahip olduğundan dolayı

$$\Pr\left\{Z \leq -\frac{\mu_v}{\sigma_v}\right\} = -\Phi\left(\frac{\mu_v}{\sigma_v}\right) \quad (3.14)$$

biçiminde yazılabilir Eş.3.14 de Φ birikimli standart normal dağılım fonksiyonudur.

$$-\Phi\left(\frac{\mu_v}{\sigma_v}\right) \geq 1 - \alpha \quad (3.15)$$

eşitsizliğinden

$$\mu_v \geq -(\Phi^{-1}(\alpha)\sigma_v)$$

biçiminde elde edilir. α 0 ile 1 arasında değişen yanılma olasılığıdır.

Böylece şans kısıtlı VZA modeli girdi kısıdı

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \mu_j - \mu_k \geq \Phi^{-1}(\alpha) \sqrt{\sum_{j=1}^n \lambda_j^2 \sigma_j^2 (\lambda_k - 1)^2 \sigma_k^2} \quad (3.16)$$

olarak elde edilir.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \mu_j \geq \mu_k - \Phi^{-1}(\alpha) \sigma \sqrt{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j^2 + (\lambda_k - 1)^2} \quad (3.17)$$

Land ve ark., (1993) CCDEA modeline ulaşmak için ortaya koyduğu varsayım gereği $\text{cov}(x_i, x_j) = \sigma_{ij} = 0$ olduğundan dolayı $\sigma_j^2 = \sigma^2$ olur [Land ve ark., 1993]. Son olarak Eş. 3.17.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \mu_j - \Phi^{-1}(\alpha) \sigma \sqrt{\sum_{j=1}^n \lambda_j^2 - 2\lambda_k + 1} \geq x_k \quad (3.18)$$

biçimine dönüşür.

Eş.3.1 ve Eş.3.18 arasındaki formülasyonlardan yola çıkarak BCC- toplamsal modelden türeyen şans kısıtlı modelin deterministik eşitliğini Eş. 3.19’de ve Eş.3.20’de gösterebilir.

$$\begin{aligned}
 & \max \quad \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^- \\
 & \text{kısıtlar :} \\
 & x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- + \Phi^{-1}(\alpha) \sigma_i^I(\lambda) = 0 \quad , \quad \forall i \text{ için} \\
 & y_{r0} - \sum_{j=1}^m y_{rj} \lambda_j + s_r^+ - \Phi^{-1}(\alpha) \sigma_r^O(\lambda) = 0 \quad , \quad \forall r \text{ için} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j \geq 0, s_r^+ \geq 0, s_i^- \geq 0, j = 1, \dots, n \\
 & r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{3.19}$$

$$\begin{aligned}
 & \max \quad \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^- \\
 & \text{kısıtlar :} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- - \Phi^{-1}(\alpha) \sigma \sqrt{\sum_{j=1}^n \lambda_j^2 - 2\lambda_k + 1} = x_{i0} \\
 & \sum_{j=1}^m \lambda_j y_{rj} - s_r^+ + \Phi^{-1}(\alpha) \sigma \sqrt{\sum_{j=1}^m \lambda_j^2 + 2\lambda_k + 1} = y_{r0} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j \geq 0, s_r^+ \geq 0, s_i^- \geq 0, j = 1, \dots, n \\
 & r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{3.20}$$

Eş. 3.19 ve Eş.3.20 deki Φ standart normal dağılımı, $\Phi^{-1}(\alpha)$ ise “standart normal birikimli olasılık” tablosundan alınan değerleri göstermektedir.

α için 0 ve 1 arasında farklı değerler atanarak farklı veri zarfları elde edilmektedir. $\alpha_i = 0,50$ olduğunda $\Phi^{-1}(\alpha)$ 0'a eşittir.

α 'nın 0.50'den farklı olduğu seviyeler için şans kısıdının etkisi ile zarfın yeri değişir. Bu durumda zarf, geçerli altkümeye ait sınırlarda bulunmamakta, bu noktalardan belirli bir uzaklıkta yer almaktadır. Şans kısıtları etkisiyle oluşan bölge güven aralığı anlamına gelmez, $(1-\alpha)*100$ 'ü gösteren yeni bir sınıra yol açar [Land ve ark., 1993].

α farklı seviyelerde olabilir (0.01, 0.05, 0.95, 0.99 vb.). Eğer α , 0.50'den büyük bir değere sahipse KVB'lerin çoğunluğu referans karar birimlerinden daha fazla performans gösterir.

Eğer α 'nın değeri 0.50'den küçükse KVB'lerin az bir kısmı referans karar birimlerinden daha iyi performans gösterir.

CCDEA modellerinden elde edilen bir diğer bilgi ise, diğer yöntemlerin aksine, etkin olmayan KVB'lerin ait girdi ve çıktı tamponlarının seviyesidir. Bu değer $\Phi^{-1}(\alpha)\sigma(\lambda)$ 'e eşittir ve etkin olmayan KVB'lerin belirsizliğe karşı koruması gereken optimum çıktıyı ve optimum girdiyi belirlemektedir. Eş. 3.1'de yer alan çıktı

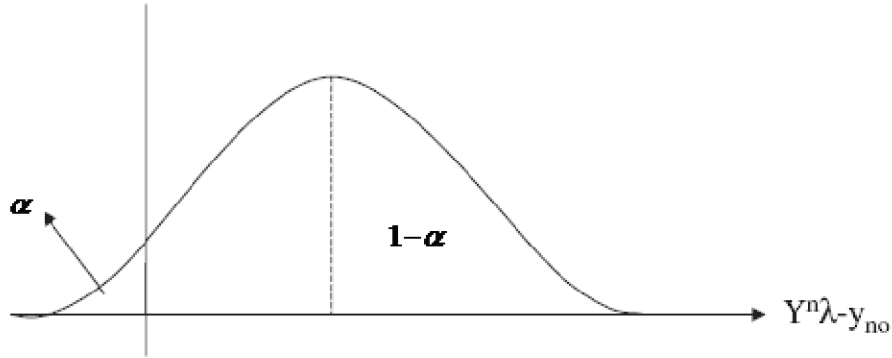
kısıdı $P\left\{\sum_{j=1}^n y_{rj}\lambda_j \leq y_{rk}\right\} \leq \alpha$ şans kısıdı, ele alınan karar birimlerinin en fazla yüzde

α kadar kısmının, referans karar biriminden fazla üretim yapabileceğini belirtmektedir. Başka bir deyişle gözlemlenen çıktıların en iyi çıktıları aşma olasılığını bir eşik seviyesine eşit ya da az olmasını garanti eder. Eş. 3.1'de yer alan

girdi kısıdı $P\left\{\sum_{j=1}^n x_{ij}\lambda_j \geq x_{ik}\right\} \leq \alpha$ şans kısıdı, ele alınan KVB'lerin en fazla α kadar

kısmının, referans karar biriminden daha az girdi kullanacağını garanti eder.

Diğer bir deyişle, en iyi çıktıları aşan gözlenen çıktıların olasılığının bir eşik seviyesine eşit ya da daha az olmasını garanti eder [Desai ve ark. 2005].



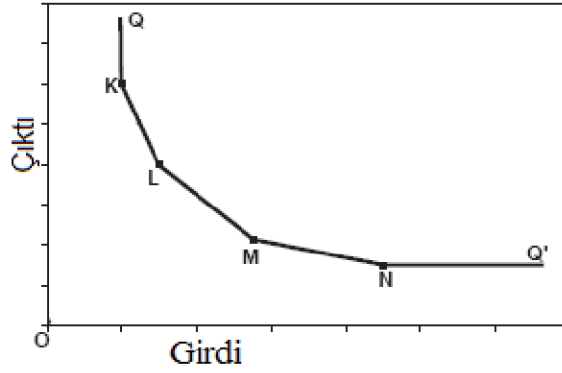
Şekil 3.1. En iyi uygulama çıktısı ile gözlemlenen çıktı arasındaki açıklayıcı olasılık yoğunluk fonksiyonu [Land ve ark., 2006]

Şekil 3.1’de α ile gösterilen bölge gözlemlenen çıktının en iyi çıktıdan daha büyük olma olasılığını gösterir. $1-\alpha$ bölgesi ise gözlemlenen çıktının en iyi çıktıdan büyük olmama olasılığını gösterir.

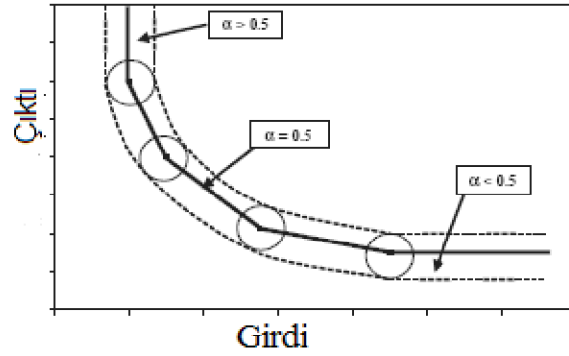
α_i değeri VZA modeline göre daha esnek bir etkinlik sınırı oluşturmaktadır. Bununla birlikte, her iki yöntemden elde edilen bulgular uyumlu bir yol izlemektedir. CCDEA modelinin stokastik yapısı, VZA’ya göre daha esnek bir üretim sınırı belirlenmesini sağlar. Yukarıda anlatılan CCDEA yapısı tüm VZA yaklaşımlarında kullanılabilir.

3.1. Tek Girdi ve Tek Çıktı İçin Grafiksel Gösterim

α ’nın 0.50 dışında verilen düzeyi için şans kısıdının etkisi sınırı taşır. Şöyle ki geçerli olan alt kümeye ait sınırda (zarfta) yer almaz ama bu noktalardan belli uzaklıkta yer alır. Şans kısıtları ortalama etrafında güven aralıklarını vermez. Şekil 3.2’de deterministik üretim süreci ($\alpha = 0,50$) etkinlik sınırı ve Şekil 3.3’de şans kısıtlı üretim süreci grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Tek girdili tek çıktı deterministik üretim süreci



Şekil 3.3. Tek girdili tek çıktı stokastik üretim süreci

Şekil 3.2 tek girdili tek çıktı deterministik üretim sürecini ve sınırı $Q-Q'$ eğrisi gösterir. K, L, M, N noktaları ise alt kümeyi yani etkin olan KVB'leri tanımlar. $Q-Q'$ deterministik bir etkin küme olduğundan dolayı zarf sabittir.

Şekil 3.3'de ise girdilerin her noktası için ortalama ve varyans ile ilgili bilgilere sahip olduğundan aritmetik ortalama merkezli ve $Z(\alpha_i)$ 'nin fonksiyonu olan yarıçapa sahip çember vardır [Srinivas ve ark. 1999].

Oluşturulan bu çembere teğet geçen sınır, α 'nın farklı seviyeleri için oluşturulan yeni etkinlik sınırındır.

4. DEMİR ÇELİK VE DEMİR ALAŞIMLARI İMALATI SEKTÖRÜNDE STOKASTİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ UYGULAMASI

Bu bölümde analizde kullanılacak değişkenler tanımlanacak daha sonra Eş. 2.15 ve Eş. 3.23 tanımlanan modelde deterministik ve stokastik süreçte α 'nın farklı değerleri için etkin karar birimleri ve etkin olmayan karar birimleri tespit edilecektir. Tespit edilen etkin olmayan karar birimlerinin etkin olması için duyarlık analizi yapılacak ve referans karar birimlerine göre yapmaları gereken girdi azaltmaları ve çıktı arttırmaları belirlenecektir.

4.1. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Çalışmada, demir çelik ve demir alaşımları sektöründe etkinlik ölçümü yapılması amacıyla, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2004 yılı “Yapısal İş İstatistikleri Girişim Soru Kağıdı” aracılığıyla “Ana metal sanayi” (27) başlığı altında yer alan “Ana demir ve çelik ürünleri ile demir alaşımları imalatı” (27.10) alt sektörüne ait girişimlerden derlenen mikro veriler kullanılmıştır. Ancak TÜİK Başkanlığı, verilerin dışarı çıkartılmaması ve yayınlanmaması koşulu ile mikro verilerin kullanımına izin vermiş ve Yapısal İş İstatistikleri Takımı bünyesinde tahsis edilen bir bilgisayarda söz konusu mikro veriler analiz edilmiştir. Bu aşamada ham veri ve TÜİK tarafından oluşturulan değişkenlerin incelenmesi neticesinde girdi olarak, imalat gideri (İmalat Girdisi{I}), istihdam gideri (istihdam{I}), ticari mal giderleri ve sair giderler (Diğer girdi {I}) girdisi, üretim sürecinde kullanılan elektrik, doğalgaz gibi enerji giderlerini TL olarak enerji girdisi (Yakıt{I}) ve çıktı olarak ise imalat gelirleri (imalat çıktısı {O}) ve ticari mal ve sair gelirleri (Diğer çıktı {O}), TL olarak yapılan ihracat (ihracat{I}) çıktısı başlığı kullanılmıştır.

4.1.1. Girdi Değişkenleri

Bu kesimde; İmalat, İstihdam, Diğer ve Yakıt girdisi değişkenlerinin açıklaması yapılmıştır.

İmalat girdisi

SO401: Mal ve hizmet üretiminde kullanılmak üzere satın alınan malzeme, hammadde ve yardımcı madde giderleri

SO601YB: Yılbaşı hammadde, yardımcı malzeme ve yakıt stokları değeri

SO601YS: Yılsonu hammadde, yardımcı malzeme ve yakıt stokları değeri

$$\text{İmalat girdisi} = \text{SO401} + \text{SO601YB} - \text{SO601YS} \quad (4.1)$$

İstihdam girdisi

D13310: İstihdam Toplam gideri

$$\text{İstihdam} = \text{D13310} \setminus \text{çalışan sayısı} \quad (4.2)$$

Diğer girdi

SO402: Üzerinde değişiklik yapılmadan alındığı gibi satılan malların satın alış giderleri (ticari mal)

SO641: Yılbaşı stok üzerinde değişiklik yapılmadan alındığı gibi satılan malların satın alış giderleri (ticari mal)

$$\text{Diğer girdi} = \text{SO402} + \text{SO641} \quad (4.3)$$

Yakıt girdisi

S0403: Elektrik satın alış giderleri

S0404: Yakıt giderleri (ısı, buhar ve sıcak su giderleri dahil elektrik hariç)

$$\text{Yakıt} = \text{S0403} + \text{S0404} \quad (4.4)$$

4.1.2. Çıktı Değişkenleri

Bu kesimde İmalat, Diğer ve İhracat çıktı değişkenlerinin açıklaması yapılmıştır.

İmalat çıktısı

SO501:İmalat sanayi üretiminin satışından elde edilen gelirler

SO602YS: Yılsonu ham mamul stok değeri (imalat safhasında olup henüz satışa hazır olmayan malların değeri)

SO602YB: Yılbaşı ham mamul stok değeri (imalat safhasında olup henüz satışa hazır olmayan malların değeri)

SO603YS: Yılsonu mamul stok değeri

SO603YB: Yılbaşı mamul stok değeri

$$\text{İmalat çıktısı} = SO501 + SO602YS - SO602YB + SO603YS - SO603YB \quad (4.5)$$

Diğer çıktı

SO507: Toptan ticaret (ticari mal satışı) faaliyetlerinden elde edilen gelirler

SO508: Perakende ticaret (ticari mal satışı) faaliyetlerinden elde edilen gelirler

SO604YS: Üzerinde değişiklik yapılmadan satılmak üzere alınan malların yılsonu stok değerleri (ticari mal)

$$\text{Diğer çıktı} = SO507 + SO508 + SO604YS \quad (4.6)$$

İhracat çıktısı

SO701: Mal ihracat değeri

$$\text{İhracat} = SO701 \quad (4.7)$$

4.2. Veri Zarflama Analizinin Uygulaması

VZA yaklaşımının performans ölçmede elde ettiği sonuçlar özetle şu şekilde sıralandırılabilir:

- Etkin karar birimleri
- Etkin olmayan karar birimleri
- Etkin olmayan karar birimleri tarafından kullanılan fazla kaynak miktarı
- Etkin olmayan karar birimlerinin şu anki çıktı düzeyleri ile üretmeleri gereken çıktı düzeyi farkı [Jahanshahloo ve ark., 2005].

Analizde, sektöre ait VZA koşullarını sağlayan 54 firma kapsamıştır. Elde edilen veriler LINGO 9 programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Karar verme birimlerinin etkinliğini ölçmede kullanılacak uygun doğrusal programlama modelleri Eş. 4.8 ile 4.10 da yeniden verilmiştir. Ek-3'de LINGO 9 programına yüklenen modeller görülmektedir.. Her bir KVB için ayrı model oluşturulmuş ve deterministik VZA ve 10 farklı α (alfa) düzeyi için 54 farklı model çözüme sokulmuş ve sonuçlar her düzey için tablolştırılmış, ayrıca tüm etkinlikler Çizelge 5.12'de birleştirilmiştir.

Çizelge 4.1'de Ana Demir ve Çelik Ürünleri ile Demir Alaşımları İmalatı 2004 yılı verilerine göre 54 KVB ait girdi ve çıktı değişkenlerine göre özet istatistikler verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ana Demir ve Çelik Ürünleri ile Demir Alaşımları İmalatı sektöründe girdi ve çıktı değişkenlerine göre özet istatistikler

DEĞİŞKENLER	Std. Sapma	Ortalama	Değişim katsayısı	Min değer	Max değer
İMALAT GİRDİSİ{I}	274567018,4	199354647,1	1,377279	1046262	1433535208
İSTİHDAM{I}	10246,52065	16921,07872	0,605548	5231,631579	50398,40353
DİĞER GİRDİ{I}	66722064,42	37718679,37	1,76894	83554	430050793
YAKIT{I}	31806986,27	17968766,2	1,770126	22103	150073357
İMALAT ÇIKTISI{O}	502909093,4	299999017	1,676369	2392067	3060606277
DİĞER ÇIKTI{O}	38594206,14	25620039,43	1,506407	44402	153839171
İHRACAT{O}	166088319	99561207,35	1,668203	15572	655721043

Çizelge 4.1’de sektöre ait VZA koşullarını sağlayan 54 firma hakkında özet bilgiler verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi değişken değerleri oldukça yüksek değerlerden oluşmaktadır. Değerler TL cinsinden verilmiştir. Değişkenlerin standart sapmaları yüksek görülmektedir. Değişkenlerin en küçük değerleri ve en büyük değerleri arasındaki farkın büyük oldukları görülmektedir.

4.2.1. BCC-Toplamsal model ve verilerin modele uyarlanması

BCC toplamsal modele verilerin uyarlanması deterministik model uyarlanmasına denk düşmektedir. Eş.4.8 ve 4.9 da deterministik model görülmektedir.

Amaç Fonksiyonu

$$\max \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^- \quad (4.8)$$

Kısıtlar

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- &= x_{ij}, \quad \forall i \quad \text{için} \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ &= y_{rj}, \quad \forall r \quad \text{için} \\ s_r^+, s_i^-, \lambda_j &\geq 0, \quad \forall r, i, j \quad \text{için} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \end{aligned} \quad (4.9)$$

4.2.2. Şans kısıtlı BCC toplamsal model ve verilerin modele uyarlanması

Şans kısıtlı BCC toplamsal model analizde α farklı seviyeleri için uyarlanmıştır. Eş. 4.10 ve Eş 4.11’de model görülmektedir.

$$\max \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^- \quad (4.10)$$

kısıtlar :

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- - \Phi^{-1}(\alpha) \sigma \sqrt{\sum_{j=1}^N \lambda_j^2 - 2\lambda_k + 1} &= x_{io} \\ \sum_{j=1}^m \lambda_j y_{rj} - s_r^+ + \Phi^{-1}(\alpha) \sigma \sqrt{\sum_{j=1}^N \lambda_j^2 - 2\lambda_k + 1} &= y_{ro} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j &\geq 0, s_r^+ \geq 0, s_i^- \geq 0, j = 1, \dots, n \\ r &= 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m \end{aligned} \quad (4.11)$$

Eş. 4.8 ve Eş. 4.9’da görülen BCC toplamsal model ve Eş.4.10 ve Eş 4.11’de görülen şans kısıtlı BCC toplamsal modelin $\alpha=0,05$ seviyesinde Ana Demir ve Çelik Ürünleri ile Demir Alaşımları İmalatı verilerine uyarlanması Ek-3’de verilmiştir.

5. BULGULAR

Bu bölümde deterministik VZA ve stokastik VZA analizlerinin sonuçları Çizelge 5.1’den Çizelge 5.11’e kadar verilmiş ve etkin/etkin olmayan KVB’ler, en büyük ve en küçük etkinsizlik değerleri gösterilmiştir. Bu çizelgelerden hareketle Çizelge 5.12’de deterministik VZA ve α ’nın farklı seviyeleri için etkinlik değerleri toplu olarak verilmiştir. Daha sonra kesim 5.1.’de etkin olan KVB’nin etkin olmayan KVB’ye referans olması kullanılan modele dayalı olarak anlatılmıştır. Çizelge 5.13’den Çizelge 5.23’e kadar ise deterministik VZA ve stokastik VZA analizlerinin sonuçlarına göre referans noktaları belirlenmiştir. Kesim 5.2.’de ise etkin olmayan KVB’lerin performanslarını iyileştirmek amacıyla girdiler azaltılıp çıktıları artırılarak nasıl etkin hale getirileceği özetlenmiştir. Çizelge 5.24’den Çizelge 5.34’e kadar ise deterministik ve stokastik VZA sonuçlarına göre potansiyel iyileştirme sonuçları verilmiştir. Çizelge 5.24’den Çizelge 5.34’e kadar da potansiyel iyileştirme değişim oranlarının dağılımları belirlenmiştir.

Çizelge 5.1. Deterministik VZA sonuçları

[illegible]

Çizelge 5.1. (Devam) Deterministik VZA sonuçları

KVB20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB21	44763950,00	5242906,00	0,00	0,00	0,00	1182382,00	0,00	38338660,00
KVB22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB23	21626550,00	0,00	2040,07	11031,69	0,00	3831534,00	0,00	17781950,00
KVB24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB25	54014780,00	17592950,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5383704,00	31038130,00
KVB26	39475170,00	12032500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3060713,00	24381960,00
KVB27	30929460,00	0,00	7280,25	0,00	0,00	2215301,00	2661806,00	26045070,00
KVB28	10232780,00	0,00	4236,62	2900722,00	0,00	1120117,00	0,00	6207708,00
KVB29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB33	9324239,00	0,00	6866,54	0,00	0,00	8542097,00	0,00	775276,00
KVB34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB36	49692650,00	15221350,00	0,00	0,00	0,00	34471300,00	0,00	0,00
KVB37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB38	142074500,00	0,00	0,00	5367699,00	5530391,00	99693680,00	31482730,00	0,00
KVB39	356921200,00	0,00	879,08	0,00	3939276,00	120329200,00	42276690,00	190375200,00
KVB40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB43	17894810,00	0,00	0,00	0,00	12746840,00	0,00	848049,00	4299921,00
KVB44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB46	411497900,00	0,00	0,00	64571630,00	5180015,00	126404300,00	0,00	215342000,00
KVB47	47367230,00	0,00	0,00	22455150,00	10466090,00	3754580,00	10691410,00	0,00
KVB48	212390400,00	0,00	12618,60	0,00	0,00	57532410,00	58631180,00	96214230,00
KVB49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Deterministik VZA analizi sonuçları için Çizelge 5.1 incelendiğinde; 54 KVB arasında 33 KVB etkin ve 21 KVB'nin de etkin olmadığı görülmektedir. En büyük etkinsizlik değeri KVB 46'nın değeri olan 411497900'dir. En küçük etkinsizlik değeri KVB 5 değeri olan 8735909'dur. Etkinsizlik değerleri stokastik VZA analizi sonucu elde edilen etkinsizlik değerlerine göre çok yüksek görünmektedir.

Girdi ve çıktı değişkenleri açısından Çizelge 5.1 incelendiğinde, girdi değişkenleri için 54 KVB arasında 5 KVB İmalat girdi fazlalığı, 8 KVB istihdam girdi fazlalığı, 5 KVB diğer girdi fazlalığı ve 2 KVB’de yakıt girdi fazlalığı gösterirken, çıktı değişkenleri için; 14 KVB imalat çıktı eksikliği, 9 KVB diğer çıktı eksikliği ve 15 KVB’de ihracat çıktı eksikliği göstermektedir.

Çizelge 5.2. $\alpha = 0,01$ için stokastik VZA sonuçları

$\alpha=0.01$	ETKİNLİK	GİRDİLER				ÇIKTILAR		
		İMALAT	İSTİHDAM	DİĞER	YAKIT	İMALAT	DİĞER	İHRACAT
KVB1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB3	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB5	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB6	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB7	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB8	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB9	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB10	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB11	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB12	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB13	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB14	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB15	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB16	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB17	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB18	2,89049	0,00000	0,14351	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2,74698
KVB19	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB21	3,46035	0,00000	0,00000	0,00000	3,46035	0,00000	0,00000	0,00000
KVB22	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB23	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB24	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB25	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB26	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB27	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB28	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB29	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB30	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB31	11,84954	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	11,84954	0,00000	0,00000
KVB32	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB33	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB34	2,47802	0,00000	0,00000	0,78430	0,14006	0,00000	0,00000	1,55366

Çizelge 5.2. (Devam) $\alpha = 0,01$ için stokastik VZA sonuçları

KVB35	126,22940	0,00000	23,41624	0,00000	24,11342	8,48659	0,00000	70,21320
KVB36	1,31413	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1,31413	0,00000	0,00000
KVB37	12,06017	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	12,06017
KVB38	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB39	17,05724	5,45620	2,08721	0,45640	3,95576	1,79298	0,45640	2,85229
KVB40	18,88045	0,03288	2,38064	16,39934	0,00000	0,00000	0,03605	0,03154
KVB41	43,04546	0,00000	0,94030	2,18459	0,00000	39,92057	0,00000	0,00000
KVB42	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB43	6,35797	0,00000	0,00000	0,00000	2,65945	0,00000	0,00000	3,69852
KVB44	116,84370	41,79530	0,00000	41,79545	33,25282	0,00000	0,00013	0,00000
KVB45	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB46	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB47	390,20780	0,00000	14,90115	10,32579	2,31950	362,66140	0,00000	0,00000
KVB48	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB49	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB50	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB51	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB52	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB53	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB54	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

$\alpha = 0,01$ stokastik VZA sonuçları için Çizelge 5.2 incelendiğinde; 54 KVB arasında 41 KVB etkin ve 13 KVB'nin de etkin olmadığı görülmektedir. En büyük etkinsizlik değeri KVB 47'nin değeri olan 390,2087 dır. En küçük etkinsizlik değeri KVB 36 değeri olan 1,31413'dür.

Girdi ve çıktı değişkenleri açısından Çizelge 5.2 incelendiğinde, girdi değişkenleri için 54 KVB arasında 3 KVB imalat girdi fazlalığı, 9 KVB istihdam girdi fazlalığı, 9 KVB diğer girdi fazlalığı ve 9 KVB'de yakıt girdi fazlalığı gösterirken çıktı değişkenleri için 9 KVB imalat çıktı eksikliği, 4 KVB diğer çıktı eksikliği ve 9 KVB'de ihracat çıktı eksikliği göstermektedir. Değerler deterministik VZA sonuçlarına göre oldukça küçük değerler olduğu görülmektedir etkin KVB sayısı 41 olmasına rağmen etkin olmayan KVB'lerin etkinsizlik değerleri düşüktür.

Çizelge 5.3. $\alpha = 0,05$ için stokastik VZA sonuçları

$\alpha=0.05$	ETKİNLİK	GİRDİLER				ÇIKTILAR		
		İMALAT	İSTİHDAM	DİĞER	YAKIT	İMALAT	DİĞER	İHRACAT
KVB1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB2	35,96616	0,00000	15,92533	0,00000	14,64973	5,39110	0,00000	0,00000
KVB3	17,01955	0,00000	0,00000	0,00000	12,20730	4,81225	0,00000	0,00000
KVB4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB5	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB6	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB7	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB8	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB9	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB10	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB11	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB12	20,29178	0,00000	7,59766	0,00000	7,50863	5,18549	0,00000	0,00000
KVB13	5,33460	0,00000	1,76933	0,00000	1,59860	1,96668	0,00000	0,00000
KVB14	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB15	20,95784	0,00000	7,05166	0,00000	5,81921	8,08697	0,00000	0,00000
KVB16	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB17	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB18	18,40971	0,00000	1,53044	0,00000	1,21324	8,03228	0,00000	7,63375
KVB19	47,07243	0,00000	10,95734	15,57363	7,16989	3,08731	0,00000	10,28427
KVB20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB21	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB22	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB23	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB24	99,17178	0,00000	33,64357	15,36353	26,13192	24,03275	0,00000	0,00000
KVB25	12,31821	0,00000	6,77369	0,00000	5,54452	0,00000	0,00000	0,00000
KVB26	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB27	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB28	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB29	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB30	19,41628	0,00000	9,20798	10,20363	0,00376	0,00090	0,00000	0,00000
KVB31	28,63312	0,00000	11,31700	0,00000	10,08044	7,23568	0,00000	0,00000
KVB32	5,11198	0,00000	1,13026	0,00000	1,08833	1,61959	0,00000	1,27380
KVB33	120,45380	0,00000	49,71084	0,00000	50,73237	20,01061	0,00000	0,00000
KVB34	39,87773	0,00000	0,00000	7,39217	7,37848	0,00000	0,00000	25,10708
KVB35	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB36	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB37	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB38	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB39	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB40	159,30160	0,00000	15,43660	0,00000	0,00000	143,86500	0,00000	0,00000
KVB41	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB42	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB43	70,00486	0,00000	0,00000	0,00000	9,33418	0,00000	4,51451	56,15617

Çizelge 5.4. (Devam) $\alpha = 0,10$ için stokastik VZA sonuçları

KVB13	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB14	494,12080	0,00000	239,95750	0,00000	182,39270	71,77061	0,00000	0,00000
KVB15	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB16	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB17	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB18	25,89483	0,00000	4,15730	7,99556	3,84541	0,00000	0,00000	9,89657
KVB19	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB21	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB22	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB23	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB24	2,03301	0,00000	0,40743	0,34978	0,49891	0,77688	0,00000	0,00000
KVB25	7,40061	0,00000	3,70131	0,00000	3,69930	0,00000	0,00000	0,00000
KVB26	0,41655	0,00000	0,00000	0,41655	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB27	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB28	1,67365	0,00000	0,73769	0,00000	0,51806	0,41790	0,00000	0,00000
KVB29	2,99242	0,00000	0,00000	1,73446	0,00000	1,25796	0,00000	0,00000
KVB30	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB31	292,25400	0,00000	108,69580	37,45314	91,32421	54,78088	0,00000	0,00000
KVB32	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB33	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB34	16,55711	0,00000	0,00000	3,26372	0,00000	0,00000	0,00000	13,29339
KVB35	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB36	8,83757	0,00000	2,36476	0,00000	0,00000	6,47281	0,00000	0,00000
KVB37	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB38	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB39	17,51687	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	17,51687
KVB40	3,97420	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	3,26759	0,00000	0,70662
KVB41	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB42	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB43	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB44	29,99488	0,00000	0,00000	0,98862	0,02658	8,95096	6,14308	13,88563
KVB45	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB46	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB47	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB48	13,41967	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	13,41967
KVB49	2,65626	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2,65626	0,00000	0,00000
KVB50	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB51	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB52	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB53	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB54	1500,45600	145,76310	145,76310	145,76310	0,00000	229,07090	392,97350	441,12220

$\alpha = 0,10$ stokastik VZA sonuçları için Çizelge 5.4 incelendiğinde; 54 KVB arasında 37 KVB etkin ve 17 KVB'nin de etkin olmadığı görülmektedir. En büyük etkinsizlik değeri KVB 54'nin değeri olan 1500,456'dır. En küçük etkinsizlik değeri KVB 26 değeri olan 0,41655'dir.

Girdi ve çıktı değişkenleri açısından Çizelge 5.4 incelendiğinde, girdi değişkenleri için 54 KVB arasında 1 KVB İmalat girdi fazlalığı, 9 KVB istihdam girdi fazlalığı, 9 KVB diğer girdi fazlalığı, 8 KVB'de yakıt girdi fazlalığı gösterirken, çıktı değişkenleri için 11 KVB İmalat çıktı eksikliği, 2 KVB diğer çıktı eksikliği, 8 KVB'de ihracat çıktı eksikliği görülmektedir.

Çizelge 5.5. $\alpha = 0,20$ için stokastik VZA sonuçları

$\alpha=0.20$	ETKİNLİK	GİRDİLER				ÇIKTILAR		
		İMALAT	İSTİHDAM	DİĞER	YAKIT	İMALAT	DİĞER	İHRACAT
KVB1	10,99	0,00	4,71	0,39	3,71	2,17	0,00	0,00
KVB2	3883,70	0,00	1744,57	0,00	1500,22	638,91	0,00	0,00
KVB3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB7	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB8	0,00	0,00	0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,23
KVB9	1,45	0,00	0,15	0,39	0,00	0,00	0,00	0,91
KVB10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB13	12971710,00	0,00	6179340,00	0,00	4555712,00	2234146,00	0,00	2510,21
KVB14	18774990,00	0,00	7019982,00	0,00	4956344,00	6798661,00	0,00	0,00
KVB15	300288400,00	0,00	92455780,00	7258165,00	72658560,00	127915900,00	0,00	0,00
KVB16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB17	856,53	0,00	398,44	0,00	349,56	108,51	0,00	0,01
KVB18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB22	194534800,00	0,00	68536680,00	0,00	53372600,00	72625480,00	0,00	0,00
KVB23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB24	25,02	0,00	7,88	3,98	8,30	4,86	0,00	0,00
KVB25	31,99	0,00	0,16	0,00	0,00	19,29	0,00	12,54
KVB26	69730460,00	0,00	25943580,00	0,00	20578330,00	19999850,00	0,00	3208710,00

Çizelge 5.5. (Devam) $\alpha = 0,20$ için stokastik VZA sonuçları

KVB27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB32	165,92	0,00	65,07	0,00	55,60	45,25	0,00	0,00
KVB33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB35	24,55	0,00	0,00	0,01	0,00	24,55	0,00	0,00
KVB36	6931,67	0,00	2784,34	0,00	2415,81	1731,52	0,00	0,00
KVB37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB38	29,62	0,00	7,09	0,00	9,52	13,01	0,00	0,00
KVB39	55,95	0,00	8,28	0,00	9,98	16,74	0,00	20,95
KVB40	37,87	0,00	5,81	0,00	0,00	0,00	0,00	32,06
KVB41	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	0,00	0,00
KVB42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB44	85,88	0,00	0,00	0,00	0,00	85,88	0,00	0,00
KVB45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB46	28,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,02
KVB47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB50	75,60	0,00	3,45	9,11	0,00	63,05	0,00	0,00
KVB51	1866,96	0,00	93,30	0,00	107,51	1666,15	0,00	0,00
KVB52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB53	179,60	0,00	9,42	46,12	28,33	66,63	0,00	29,10
KVB54	30,19	0,00	0,00	0,00	0,00	30,19	0,00	0,00

$\alpha = 0,20$ stokastik VZA sonuçları için Çizelge 5.5 incelendiğinde; 54 KVB arasında 30 KVB etkin ve 24 KVB'nin de etkin olmadığı görülmektedir. En büyük etkinsizlik değeri KVB 15'nin değeri olan 300288400'dır. En küçük etkinsizlik değeri KVB 41 değeri olan 1,04000'dur.

Girdi ve çıktı değişkenleri açısından Çizelge 5.5 incelendiğinde, girdi değişkenleri için 54 KVB arasında KVB imalat girdi fazlalığı görülmemektedir , 19 KVB istihdam girdi fazlalığı, 7 KVB diğer girdi fazlalığı, 15 KVB'de yakıt girdi fazlalığı gösterirken, çıktı değişkenleri için 22 KVB imalat çıktı eksikliği, KVB diğer çıktı eksikliği bulunmamaktadır, 7 KVB'de ihracat çıktı eksikliği göstermektedir.

$\alpha = 0,20$ stokastik VZA sonuçları diğer stokastik sonuçlarla karşılaştırıldığında girdi fazlaları ve çıktı eksiklikleri değerleri oldukça yüksek görülmektedir. Özellikle KVB 13, 14, 15, 22, 26, 36 ve 51'in etkinlik değeri oldukça yüksektir.

Çizelge 5.6. $\alpha = 0,40$ için stokastik VZA sonuçları

$\alpha=0.40$	ETKİNLİK	GİRDİLER				ÇIKTILAR		
		İMALAT	İSTİHDAM	DİĞER	YAKIT	İMALAT	DİĞER	İHRACAT
KVB1	2772339,00	0,00	643095,60	187525,30	200984,50	994867,00	0,00	745866,20
KVB2	30233720,00	0,00	5196613,00	0,00	3811135,00	14287020,00	0,00	6938945,00
KVB3	52178370,00	0,00	6533724,00	0,00	2882926,00	19883780,00	0,00	22877940,00
KVB4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB5	5870348,00	0,00	1449678,00	0,00	749106,50	243348,70	0,00	3428215,00
KVB6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB7	6866963,00	0,00	838449,50	276370,00	0,00	959781,40	0,00	4792362,00
KVB8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB12	21183150,00	0,00	4562626,00	0,00	4128382,00	11997020,00	0,00	495122,90
KVB13	16659260,00	0,00	2013631,00	0,00	524969,10	6159952,00	0,00	7960710,00
KVB14	17666730,00	0,00	2216137,00	0,00	124781,90	7672219,00	0,00	7653594,00
KVB15	269187200,00	0,00	26863900,00	0,00	468783,20	117622200,00	0,00	124232300,00
KVB16	11973640,00	0,00	1478301,00	0,00	1178351,00	2145131,00	0,00	7171861,00
KVB17	110277400,00	0,00	11747230,00	0,00	4111014,00	30422390,00	0,00	63996780,00
KVB18	12538810,00	0,00	4155005,00	1857565,00	4115089,00	0,00	0,00	2411147,00
KVB19	71,01	0,00	8,53	6,83	4,79	18,57	0,00	32,29
KVB20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB21	67549790,00	0,00	10219770,00	0,00	3510489,00	23678760,00	0,00	30140770,00
KVB22	195405700,00	0,00	20504960,00	0,00	702465,40	68072380,00	0,00	106125900,00
KVB23	25032560,00	0,00	4708377,00	0,00	2618524,00	9308376,00	0,00	8397285,00
KVB24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB25	103614400,00	0,00	10452250,00	0,00	2012807,00	18890680,00	0,00	72258690,00
KVB26	82014310,00	0,00	7665113,00	0,00	1594217,00	23075810,00	0,00	49679170,00
KVB27	51463220,00	0,00	8189711,00	0,00	2797702,00	16279820,00	0,00	24195980,00
KVB28	14987710,00	0,00	3846495,00	91459,18	1826983,00	5256999,00	0,00	3965769,00
KVB29	31632640,00	0,00	4317457,00	0,00	1231512,00	13892480,00	0,00	12191200,00
KVB30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB31	107935900,00	0,00	18325670,00	0,00	11607920,00	48036910,00	0,00	29965390,00
KVB32	90867770,00	0,00	15622960,00	0,00	9512412,00	50156660,00	0,00	15575740,00
KVB33	36354780,00	0,00	10776790,00	0,00	6878641,00	15668570,00	0,00	3030787,00
KVB34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KVB35	190351800,00	0,00	35516140,00	0,00	11271350,00	88728340,00	0,00	54835950,00
KVB36	123789400,00	0,00	16244270,00	0,00	6969760,00	63909420,00	0,00	36665930,00
KVB37	150024700,00	0,00	16498270,00	0,00	16396000,00	30483340,00	0,00	86647100,00

Çizelge 5.8. (Devam) $\alpha = 0,80$ için stokastik VZA sonuçları

KVB22	12,10393	0,00000	0,89807	0,00000	0,00000	3,50453	0,00000	7,70133
KVB23	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB24	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB25	78,50503	0,00000	0,00000	0,59659	0,00000	31,72604	0,00000	46,18240
KVB26	5,00343	0,00000	0,60706	0,40251	0,00000	0,93304	0,08935	2,97146
KVB27	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB28	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB29	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB30	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB31	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB32	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB33	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB34	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB35	57,38967	0,00000	3,66201	0,00000	0,00000	34,88420	0,00000	18,84346
KVB36	4,21587	0,00000	0,59824	0,00000	0,00000	3,61763	0,00000	0,00000
KVB37	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB38	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB39	36,29966	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	20,43587	0,66219	15,20160
KVB40	118,73070	0,00000	5,81247	0,00000	3,80259	45,77276	61,16682	2,17601
KVB41	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB42	103,29130	0,00135	0,00000	0,00000	0,00135	100,99090	0,00000	2,29766
KVB43	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB44	79,04027	0,00000	2,90913	0,00000	0,00000	48,09107	0,00000	28,04006
KVB45	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB46	1,85154	0,00000	0,00000	1,79577	0,00000	0,05577	0,00000	0,00000
KVB47	144,49120	0,00000	1,87854	0,00000	0,00000	130,29140	0,00000	12,32123
KVB48	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB49	20,14007	0,00000	0,72196	0,00000	0,00000	17,67142	0,00000	1,74669
KVB50	71,13283	11,07370	3,37718	0,00000	0,00000	33,13582	0,00000	23,54614
KVB51	43,63304	3,16515	0,00000	16,80177	2,80943	0,00000	0,00000	20,85670
KVB52	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB53	10,66832	0,00000	0,00000	0,00000	0,00024	0,72701	0,00000	9,94107
KVB54	18,01880	0,00000	0,12917	0,00000	0,12669	17,76294	0,00000	0,00000

$\alpha = 0,80$ için stokastik VZA sonuçları için Çizelge 5.8 incelendiğinde; 54 KVB arasında 31 KVB etkin 23 KVB'nin etkin olmadığı görülmektedir. En büyük etkinsizlik değeri KVB 47'nin değeri olan 144,4912'dır. En küçük etkinsizlik değeri KVB 18 değeri olan 0,79844'dur.

Girdi ve çıktı değişkenleri açısından Çizelge 5.8 incelendiğinde, girdi değişkenleri için 54 KVB arasında 3 KVB imalat girdi fazlalığı, 16 KVB istihdam girdi fazlalığı, 5 KVB diğer girdi fazlalığı, 7 KVB'de yakıt girdi fazlalığı gösterirken çıktı değişkenleri için 19 KVB imalat çıktı eksikliği, 3 KVB diğer çıktı eksikliği, 19 KVB'de ihracat çıktı eksikliği göstermektedir.

Çizelge 5.9. $\alpha = 0,90$ için stokastik VZA sonuçları

$\alpha=0,90$	ETKİNLİK	GİRDİLER				ÇIKTILAR		
		İMALAT	İSTİHDAM	DİĞER	YAKIT	İMALAT	DİĞER	İHRACAT
KVB1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB3	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB5	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB6	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB7	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB8	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB9	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB10	75,64258	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	42,03331	0,00000	33,60926
KVB11	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB12	1,56561	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1,56561	0,00000	0,00000
KVB13	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB14	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB15	57,71753	0,00000	0,00000	1,41290	0,80652	36,30433	16,31830	2,87547
KVB16	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB17	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB18	11,51310	0,00000	0,88272	0,00000	0,00000	6,08081	0,00000	4,54957
KVB19	21,63227	0,00000	0,21025	0,00000	0,00000	4,13898	0,00000	17,28304
KVB20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB21	20,24046	0,00000	1,30479	0,00000	0,00000	17,38971	0,00000	1,54596
KVB22	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB23	23,44444	0,00000	0,94178	0,00000	0,00000	12,01329	0,00000	10,48937
KVB24	13,97360	0,00000	4,80315	0,00000	1,55702	3,28716	0,00000	4,32626
KVB25	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB26	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB27	56,86952	0,00000	7,08360	20,63451	21,14401	0,40517	0,00000	7,60223
KVB28	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB29	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB30	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB31	12,57480	0,00000	0,63191	0,00000	0,00000	5,55333	0,00000	6,38956
KVB32	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB33	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB34	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB35	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB36	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB37	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB38	27,23762	0,00000	3,99613	4,49272	0,00000	8,17361	3,57915	6,99601
KVB39	141,05440	0,00000	2,56256	6,15807	0,00000	22,35309	0,00000	109,98070
KVB40	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB41	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB42	7,63327	0,00000	0,00000	1,14471	0,24018	5,14444	0,00000	1,10394

Çizelge 5.9. (Devam) $\alpha = 0,90$ için stokastik VZA sonuçları

KVB43	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB44	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB45	17,10556	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	3,03217	0,00000	14,07338
KVB46	89,90996	0,00000	0,00000	6,75538	0,35121	50,54685	0,00000	32,25653
KVB47	0,97032	0,00000	0,00000	0,27981	0,01233	0,25253	0,00000	0,42563
KVB48	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB49	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB50	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB51	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB52	4,86962	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	4,86962
KVB53	461,37480	0,00000	86,60392	9,44025	77,01931	259,45410	0,00000	28,85720
KVB54	814,71670	432,37200	0,00000	67,41925	67,41925	67,41925	114,11910	65,96787

$\alpha=0,90$ için stokastik VZA sonuçları için Çizelge 5.9 incelendiğinde; 54 KVB arasında 35 KVB etkin 19 KVB'nin etkin olmadığı görülmektedir. En büyük etkinsizlik değeri KVB 54'ün değeri olan 814,7167'dır. En küçük etkinsizlik değeri KVB 47 değeri olan 0,97032'dir.

Girdi ve çıktı değişkenleri açısından Çizelge 5.9 incelendiğinde, girdi değişkenleri için 54 KVB arasında 1 KVB imalat girdi fazlalığı, 11 KVB istihdam girdi fazlalığı, 9 KVB diğer girdi fazlalığı, 8 KVB'de yakıt girdi fazlalığı gösterirken, çıktı değişkenleri için 19 KVB imalat çıktı eksikliği, 3 KVB diğer çıktı eksikliği, 17 KVB'de ihracat çıktı eksikliği göstermektedir.

Çizelge 5.10. $\alpha = 0,95$ için stokastik VZA sonuçları

$\alpha=0,95$	ETKİNLİK	GİRDİLER				ÇIKTILAR		
		İMALAT	İSTİHDAM	DİĞER	YAKIT	İMALAT	DİĞER	İHRACAT
KVB1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB3	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB5	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB6	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB7	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB8	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB9	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB10	5,88607	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	5,88607	0,00000	0,00000

Çizelge 5.10. (Devam) $\alpha = 0,95$ için stokastik VZA sonuçları

KVB11	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB12	6,25760	0,00000	047386	0,00000	0,00000	2,65117	0,00000	3,13257
KVB13	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB14	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB15	41,57072	0,00000	3,89333	0,00000	0,00000	19,54150	0,00000	18,13588
KVB16	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB17	3,53443	0,00000	0,70626	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2,82817
KVB18	8,46116	0,00000	2,45719	0,78329	0,00000	3,04481	0,00000	2,17586
KVB19	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB21	22,27827	0,00000	0,44852	0,00000	0,00000	10,48325	0,00000	11,34649
KVB22	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB23	2,82175	0,00000	0,27701	0,00000	0,00000	0,90815	0,00000	1,63658
KVB24	1,35902	0,00000	0,05457	0,38555	0,00000	0,26697	0,00000	0,65193
KVB25	1,61802	0,00000	0,00000	0,37714	0,00000	0,20633	0,00000	1,03455
KVB26	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB27	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB28	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB29	5,07370	0,00000	0,19486	0,00000	0,00000	4,87884	0,00000	0,00000
KVB30	2,45280	0,00000	0,25760	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2,19520
KVB31	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB32	50,19655	0,00000	8,43942	8,15436	4,41969	26,40362	2,77947	0,00000
KVB33	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB34	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB35	32,97386	0,00000	3,31813	0,00000	0,00000	13,01201	0,00000	16,64372
KVB36	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB37	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB38	2,03779	0,00000	0,00000	0,00000	0,10632	1,93147	0,00000	0,00000
KVB39	20,15464	0,00000	1,33033	0,00000	0,62603	9,75531	0,00000	8,44298
KVB40	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB41	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB42	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB43	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB44	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB45	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB46	191,36250	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	75,50695	79,33494	36,52062
KVB47	11,52085	0,00000	0,17539	0,00000	0,00000	11,34546	0,00000	0,00000
KVB48	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB49	46,86058	0,00000	0,31412	5,09694	12,62722	26,98877	0,00000	1,83353
KVB50	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB51	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB52	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB53	32,00921	0,00000	0,00000	1,57897	1,40411	29,02613	0,00000	0,00000
KVB54	81,85004	0,00000	0,00000	9,93505	10,32463	30,48917	1,22159	29,87960

Çizelge 5.11. (Devam) $\alpha = 0,99$ için stokastik VZA sonuçları

KVB27	3,25768	0,00000	0,25627	0,00000	0,00000	1,56300	0,00000	1,43840
KVB28	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB29	4,98007	0,00000	0,49411	0,00000	0,00000	1,86679	0,00000	2,61917
KVB30	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB31	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB32	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB33	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB34	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB35	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB36	135,23950	0,00000	5,24248	0,91261	0,00000	114,81640	0,94287	13,32521
KVB37	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB38	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB39	130,39980	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	96,23146	3,21457	30,95380
KVB40	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB41	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB42	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB43	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB44	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB45	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB46	61,77973	0,00000	0,00000	3,26531	0,00000	15,87008	15,68086	26,96348
KVB47	4,96998	0,00000	0,00000	1,87451	0,00000	2,38174	0,00000	0,71373
KVB48	89,93008	0,00000	3,32118	0,00000	0,00000	79,93114	1,19241	5,48534
KVB49	13,63894	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	13,63894	0,00000	0,00000
KVB50	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB51	1,51853	0,40331	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1,11522
KVB52	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB53	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KVB54	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

$\alpha=0,99$ için stokastik VZA sonuçları için Çizelge 5.11 incelendiğinde; 54 KVB arasında 38 KVB etkin 16 KVB'nin etkin olmadığı görülmektedir. En büyük etkinsizlik değeri KVB 36'nin değeri olan 135,2395'dir. En küçük etkinsizlik değeri KVB 20 değeri olan 1,41941'dir.

Girdi ve çıktı değişkenleri açısından Çizelge 5.11 incelendiğinde, girdi değişkenleri için 54 KVB arasında 1 KVB imalat girdi fazlalığı, 10 KVB istihdam girdi fazlalığı, 4 KVB diğer girdi fazlalığı, 3 KVB'de yakıt girdi fazlalığı gösterirken çıktı değişkenleri; 14 KVB imalat çıktı eksikliği, 4 KVB diğer çıktı eksikliği, 13 KVB'de ihracat çıktı eksikliği göstermektedir.

Çizelge 5.12. Deterministik ve α 'nın farklı seviyeleri için etkinlik değerleri

		Stokastik									
		$\alpha=0.01$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.10$	$\alpha=0.20$	$\alpha=0.40$	$\alpha=0.60$	$\alpha=0.80$	$\alpha=0.90$	$\alpha=0.95$	$\alpha=0.99$
	Deterministik	$\theta^{-1}(\alpha)=2.33$	$\theta^{-1}(\alpha)=1.64$	$\theta^{-1}(\alpha)=1.28$	$\theta^{-1}(\alpha)=0.84$	$\theta^{-1}(\alpha)=0.25$	$\theta^{-1}(\alpha)=0.25$	$\theta^{-1}(\alpha)=0.84$	$\theta^{-1}(\alpha)=1.28$	$\theta^{-1}(\alpha)=1.64$	$\theta^{-1}(\alpha)=2.33$
KVB'lerin ETKİNLİK DEĞERLERİ											
KVB1	0	0	0	0	10,9855	2772339	0	0	0	0	0
KVB2	24513900	0	35,96616	0	3883,702	30233720	0	1,7376	0	0	4,3219
KVB3	36900790	0	17,01955	0	0	52178370	0	14,59843	0	0	0
KVB4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KVB5	8735909	0	0	0	0	5870348	0	0	0	0	0
KVB6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KVB7	0	0	0	0	0	6866963	0	0	0	0	0
KVB8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KVB9	0	0	0	0	1,45193	0	0	0	0	0	0
KVB10	0	0	0	164,2819	0	0	0	3,48875,64258	5,88607	32,37833	0
KVB11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KVB12	0	0	20,29178	0	0	21183150	0	0	1,56561	6,2576	2,33088
KVB13	12846020	0	5,3346	0	12971710	16659260	0	0	0	0	2,63632
KVB14	0	0	0	494,1208	18774990	17666730	0	0	0	0	0
KVB15	0	0	20,95784	0	300288400	269187200	0	46,66071	57,71753	41,57072	0
KVB16	13450760	0	0	0	0	11973640	0	0	0	0	0
KVB17	63325570	0	0	0	856,5269	110277400	0	17,03948	0	3,53443	0
KVB18	15883900	2,89049	18,40971	25,89483	0	12538810	0	0,79844	11,5131	8,46116	0
KVB19	0	0	47,07243	0	0	71,00912	1,32509	126,9396	21,63227	0	16,22823
KVB20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,41941
KVB21	44763950	3,46035	0	0	0	67549790	0	0	20,24046	22,27827	74,5466
KVB22	0	0	0	0	194534800	195405700	0	12,10393	0	0	0
KVB23	21626550	0	0	0	0	25032560	0	0	23,44444	2,82175	0
KVB24	0	0	99,17178	2,03301	25,01829	0	37,48745	0	13,9736	1,35902	0
KVB25	54014780	0	12,31821	7,40061	31,98997	103614400	0	78,50503	0	1,61802	0
KVB26	39475170	0	0	0,41655	69730460	82014310	0	5,00343	0	0	0
KVB27	30929460	0	0	0	0	51463220	0	0	56,86952	0	3,25768
KVB28	10232780	0	0	1,67365	0	14987710	0	0	0	0	0
KVB29	0	0	0	2,99242	0	31632640	11,28737	0	0	5,0737	4,98007
KVB30	0	0	19,41628	0	0	0	0	0	0	0	2,4528
KVB31	0	11,84954	28,63312	292,254	0	107935900	72,99868	0	12,5748	0	0
KVB32	0	0	5,11198	0	165,9204	90867770	0	0	0	50,19655	0
KVB33	9324239	0	120,4538	0	0	36354780	0	0	0	0	0
KVB34	0	2,47802	39,87773	16,55711	0	0	0	0	0	0	0
KVB35	0	126,2294	0	0	24,55337	190351800	10,8315	57,38967	0	32,97386	0
KVB36	49692650	1,31413	0	8,83757	6931,673	123789400	0	4,21587	0	0	135,2395
KVB37	0	12,06017	0	0	0	150024700	0	0	0	0	0
KVB38	142074500	0	0	0	29,62316	200208000	0	0	27,23762	2,03779	0
KVB39	356921200	17,05724	0	17,51687	55,9513	396197900	0	36,29966	141,0544	20,15464	130,3998
KVB40	0	18,88045	159,3016	3,9742	37,86927	303407200	0	118,7307	0	0	0
KVB41	0	43,04546	0	0	1,03792	22,63288	0	0	0	0	0
KVB42	0	0	0	0	0	10,90328	0	103,2913	7,63327	0	0
KVB43	17894810	6,35797	70,00486	0	0	38,45088	0	0	0	0	0
KVB44	0	116,8437	183,1852	29,99488	85,88292	12,29874	0	79,04027	0	0	0
KVB45	0	0	65,4264	0	0	12,29874	0	0	17,10556	0	0
KVB46	411497900	0	0	0	28,01714	307,1422	0	1,8515489,90996	191,3625	61,77973	0
KVB47	47367230	390,2078	13,4537	0	0	0	0,89028	144,4912	0,97032	11,52085	4,96998
KVB48	212390400	0	17,48779	13,41967	0	287512500	0	0	0	0	89,93008
KVB49	0	0	0	2,65626	0	0	0	20,14007	0	46,86058	13,63894
KVB50	0	0	0	0	75,60398	0	0	71,13283	0	0	0
KVB51	0	0	0	0	1866,959	249,5639	0	43,63304	0	0	1,51853
KVB52	0	0	0	0	0	0	0	0	4,86962	0	0
KVB53	0	0	20,03859	0	179,6039	0	0	10,66832	461,3748	32,00921	0
KVB54	0	0	0	1500,456	30,19494	0	0	18,01888	814,7167	81,85004	0
Etkin	33	41	33	37	30	16	48	31	35	34	38
Etkinsiz	21	13	21	17	24	38	6	23	19	20	16

Deterministik ve α 'nın farklı değerleri için etkinlik değerlerinin verildiği Çizelge 5.12 KVB açısından incelendiğinde KVB 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 20,22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38 ,41,42,43, 45, 48, 49, 50 ,51 ve 52 toplam 38 KVB deterministik ve α 'nın farklı değerleri için etkin olma durumu etkin olmama durumundan fazladır. KVB 2, 15, 18,19,21, 24, 25 35, ,39, 40, 44,46, 47, 53 ve 54 Etkinlik sayıları etkinsizlerden daha azdır. Hiç etkin olmayan KVB bulunmamakla beraber KVB 4, 6, 8 ve 11 her seviyede etkin olmuştur. KVB 7 sadece $\alpha = 0,40$ iken etkin olamamış diğer durumlarda etkin olmuştur.

5.1. Referans Karar Verme Birimlerinin Belirlenmesi

VZA etkin olmayan KVB'lerinin göreceli olarak etkin KVB'lerin yönetim ve organizasyon yöntemlerini uygulayarak, aynı etkinlik düzeyine ulaşabilecekleri varsayımı üzerine kurulmuştur. Buna göre Etkin KVB'nin varlığı (referans Kümesi), etkin olmayan bir KVB için aynı girdi- çıktı bileşenleri ile daha iyi bir üretim performansına ulaşacağının kanıtıdır. Etkin bir KVB' nin kaç kez ve hangi Etkin olmayan KVB'ye referans olması dışarıdan müdahale edilmeksizin kullanılan modele dayalı olarak çözümleme sonucu belirlenmiştir [Bakırcı, 2006].

Ek-1'de VZA sonuçlarına göre referans noktaları verilmiştir. Bu çizelgelerde, KVB sütununda verilen KVB'ler etkin olmayan KVB'lerdir ve bunlar, Referans KVB olarak verilen sütunlardaki KVB'lerin yüzde değeri kadar iyileştirildiğinde etkin hale gelecektir. Ek-1 üzerinden bir örnek vermek gerekirse, ilk 5 satır incelendiğinde KVB 2'nin referans KVB'leri olarak L04, L10, L24, L50 ve L53 görülmektedir. Bu da KVB 4, KVB 10, KVB 24, KVB 50 ve KVB 53'ün, KVB 2'ye referans olduklarını göstermektedir. Buna göre, KVB 2'nin etkin hale gelebilmesi için bu KVB'nin tüm değişkenlerinin, Referans KVB'lerin yüzde oranına göre iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu işlem kesim 5.2.'de ayrıntılı olarak açıklanmış ve yine bu kesimdeki çizelgelerde, sonuçlara yer verilmiştir.

5.2. Etkin Olmayan KVB İçin Potansiyel İyileştirme

VZA'nın, etkin ve etkin olmayan KVB'lerin belirlemesinin yanı sıra en önemli özelliklerinden biri de bu KVB'lerin performanslarını iyileştirebilmek amacıyla, girdileri azaltıp çıktıları arttırarak bunların etkin hale gelmesi için hedeflerinin belirlenmesini sağlamasıdır. Model çözümlemesinde etkin KVB elde edilmesi amaçlandığı ve bu yönde hesaplamalar yapılması varsayıldığı için etkin KVB teknolojisi etkin olmayan KVB için de ulaşılabilir kabul edilir.

Aynı sektör içerisinde benzer birimlerin karşılaştırılmalı olarak yapılan analiz BCC-toplamsal modeline göre bir KVB'nin etkinlik değeri 0'a eşitse bu KVB'ye etkin KVB denilir ve Etkinlik değeri 0'dan farklı olan KVB'ler Etkin KVB'ye benzetilmeye çalışılır. Literatürde bu işleme Potansiyel iyileştirme denir [Bakırcı, 2006].

Potansiyel iyileştirme işleminde Etkin olmayan KVB'lerin gözlemlenen girdi ve çıktı değişkenleri ile Model çözümlemesinde tespit edilen referans KVB'lerine göre elde edilen beklenen girdi ve çıktı değerlerinin aralarındaki farkın yüzde olarak oranı belirlenir. Deterministik VZA analizi sonucu etkin olmayan KVB'ler ile bunlara referans olan KVB'ler ve referans değerleri (yüzde olarak) Ek-1'de verilmiştir. Bu çizelgelerin potansiyel iyileştirme değerleri ise Ek-2'de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki potansiyel iyileştirme değerlerinin hesaplanması şu şekilde yapılmıştır;

Öncelikle Etkin olmayan KVB ve bu KVB'ye Referans olan KVB'ler belirlenir. Daha sonra her bir değişken için Referans KVB'lerin değerleri ile referans yüzdeleri çarpılarak, ortaya çıkan değerler toplanır ve hedef değer elde edilir. Örnek vermek gerekirse Deterministik VZA sonucuna göre etkin olmayan ilk KVB, Ek-1'in ilk 5 satırında görülen etkin olmayan KVB 2'ye referans olan KVB'ler ve bunların referans yüzdelerinin nasıl belirlendiği Bölüm 5.1.'de ayrıntılı olarak açıklanmıştı. Bu değerlere göre etkin olmayan KVB 2, imalat girdisi değişkeni hedeflenen değeri belirleyebilmek için, bu KVB'ye referans olan KVB'lerin referans yüzdeleri ve imalat girdi değerleri Çizelge 5.13'de verilmiştir.

Çizelge 5.13. KVB 2 için referans olan KVB'lerin referans yüzdeleri ve imalat girdi değerleri

REF. KVB	KVB2'ye Ref. % Değeri		İmalat Girdisi	Değişken*Ref. Değeri
KVB4	0,836835	*	2375992	= 1988314,2
KVB10	0,06478	*	144743575	= 9376523,5
KVB24	0,067719	*	47401393	= 3209983,5
KVB50	0,01313	*	717604685	= 9422120,8
KVB53	0,017535	*	731248262	= 12822562,6
			Hedef Değer	= 36819504,6

Çizelge 5.13 görülen hesaplamalar sonucu elde edilen bu Hedef değer, Ek-2'de KVB 2'nin İmalat Girdisi için Hedef değer olarak verilmiştir. Ek-2'deki tüm değerler, bu şekilde hesaplanmıştır. Daha sonra ise Potansiyel İyileştirme yüzde değeri hesaplanarak aynı çizelgelere eklenmiştir. Bunun için de aşağıdaki formül uygulanmıştır.

$$\text{Potansiyel İyileştirme (\%)} = ((\text{Hedef} / \text{Gerçekleşen}) * 100) - 100$$

Buna göre KVB 2'ye ait İmalat Girdisinin, Potansiyel İyileştirme (%) değeri;

$((36819504,6/36819510)*100)-100 = -0,00001$ olacaktır. Gerçekleşen değer, hedef değere ulaşabilmesi için İmalat Girdisinin 0,00001 oranında azaltılması gerekmektedir. Bu hesaplamalar tüm değerler için yapılmış ve elde edilen bu değerlerin de ilave edilmesiyle Ek-2 oluşturulmuştur. Bu çizelgelerde, bazı KVB'ler ve bunların değişken değerleri için, alışılagelmiş optimizasyon tekniklerinden farklı olarak Girdi değişkenlerinin arttırılması, Çıktı değişkenlerinin azaltılması yönünde Potansiyel İyileştirme sonuçları ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni, çalışmada ortaya konulan BCC-toplamsal modelinin sadece girdi ya da sadece çıktı yönelimli olmamasıdır. Böylece girdilerin arttırılmasıyla ya da Çıktıların azaltılmasıyla, KVB'nin etkin hale gelmesi sağlanmaktadır.

Ek-2'de Hedef sütunu, KVB'nin etkili olabilmesi için ilgili değişkeninin alması gereken değeri göstermektedir. Potansiyel iyileştirme sütunu ise bu değişkendeki artış ya da azalışa işaret etmektedir. Buna göre, negatif (-) değerli potansiyel

iyileştirme, değişkenin değerinin azaltılması gerektiğine işaret ederken, pozitif (+) değerli potansiyel iyileştirme, değişkenin değerinin artırılması gerektiğine işaret etmektedir.

Deterministik VZA için Potansiyel İyileştirme Sonuçları'na göre etkin olmayan 21 KVB'nin İmalat Girdisi değişkeni için KVB'lerin 16'sındaki değişimin, yani KVB'lerin %76'sının, %1 oranında artma ve azalma ile etkin hale gelebileceği görülmektedir. Yine aynı değişken için 4 KVB'nin yani KVB'lerin %19'unun da %10-%25 aralığında azalarak etkin hale gelebileceği görülmektedir. %50 civarında bir değişim ise görülmemiştir.

İstihdam Girdisi değişkeni için 9 KVB'nin, yani etkin olmayan KVB'lerin %42'sinin %1 oranında artma ve azalma ile etkin hale gelebileceği görülmektedir. Ancak KVB'lerin 3'ünün %10-%25 oranında, 7'sinin %25-%50 oranında ve 1'inin de %50'den fazla oranda azalarak etkin hale gelebileceği görülmektedir. Dolayısıyla KVB'lerin 11'inin, yani %52'sinin görece yüksek bir oranda azalması ile etkin hale gelecektir. Diğer Girdi değişkeni ele alındığında, KVB'lerin %71'inin etkin olabilmesi için değişim oranının %1 oranında olması, bu değişkenin de deterministik çözümlemede bu sektörde homojen bir yapıya sahip olduğunun göstergesidir. Aynı durum Yakıt Girdisi için de geçerlidir. İmalat Çıktısı değişkeni ele alındığında KVB'lerin 5 tanesinin, yani %23'ünün %1'lik değişimle etkin olabileceği görülürken, 9'unun, yani %42'sinin %1-%10 aralığında, 5'inin, yani %23'ünün %10-%25 aralığında, 2 tanesinin de %25-%50 aralığında artış ile etkin hale gelebileceği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, KVB'lerin yaklaşık olarak %76'sının büyük bir artışa ihtiyaç duyduğu görülmektedir. Benzer durumlar Diğer Çıktı ile İhracat Çıktısı Değişkenlerinde de görülmektedir. Bu değişkenlerin de etkin olabilmeleri için gereken değişim oranları da çok büyüktür.

Stokastik VZA sonuçlarına göre yapılan Potansiyel İyileştirme işlemi gerçekleştirilmiş ve yapılan analiz sonucu aşağıda verilmiştir.

$\alpha = 0,01$ için Stokastik VZA sonuçlarına göre İmalat Girdisi değişkeni açısından etkin olmayan KVB'lerin 26'sının, yani %52'sinin, %1 oranındaki bir değişim ile etkin hale gelebilirken, 24'ünün, yani %48'inin %10-%25 aralığında artarak etkin hale gelebilmektedir. Aynı şekilde İstihdam Girdisi ele alındığında, etkin olabilmeleri için büyük oranlarda artış ve azalışlara ihtiyaç duyan çok sayıda KVB'nin olduğu görülebilecektir.

$\alpha = 0,05$ ve $\alpha = 0,10$ için Stokastik VZA'da homojen bir yapıda olduğu göze çarpmaktadır.

Benzer şekilde $\alpha = 0,20$ için Stokastik VZA sonuçlarına verilere göre de etkin olmayan KVB'lerin etkin olabilmeleri için gereken değişim oranları da çok büyüktür. $\alpha = 0,40$ için Stokastik VZA sonuçlarına bakıldığında, etkin olmayan KVB'lerin bu sektörde heterojen olduğu göze çarpmaktadır.

Ancak etkin olmayan tüm KVB'lerin bütün değişkenlerinin bu sektörde, sırasıyla $\alpha = 0,60$, $\alpha = 0,80$, $\alpha = 0,90$, $\alpha = 0,95$ ve $\alpha = 0,99$ değerleri için Stokastik VZA'da etkin olabilmeleri için gereken değişim oranları büyük değildir ve dolayısıyla bu etkin olmayan KVB'lerin bu sektör için homojen yapıda oldukları rahatlıkla söylenebilir.

Analiz çıktıları başlığı altında yer alan çizelgeler incelendiğinde Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.11 arasında deterministik ve stokastik VZA etkinlik analizi sonuçları görülmektedir. Her bir çizelgenin altında açıklamalar verilmiştir.

Çizelge 5.1'de yer alan Deterministik VZA etkin olmayan KVB değerleri oldukça yüksek görülmektedir, özellikle İhracat çıktısı değişkeni ölçüm değerleri yüksektir. Bunun nedeni ihracata yönelik imalat yapılmaması ya da ihracat konusunda girişimler arasında yaklaşım farkı olması olarak düşünülebilir. Ayrıca bu çalışmada temel alınan imalat değişkenlerinde, imalat çıktısı eksikliği ikinci sıradadır. Bu durum girişimin etkin olmasına yetecek kadar üretim yapmadığı anlamına gelebilir. Çalışmada ortaya konulan modelde girdi ve çıktıların birlikte değerlendirildiği göz

önüne alındığından, girdi değişkenleri fazlası ve çıktı değişkenleri eksikliği karşılaştırıldığında çıktı eksikliği girdi fazlalığına oranla daha yüksek görülmektedir.

Çizelge 5.2’de 0,01 yani Etkin olmayan KVB’lerin %1 oranında etkin KVB’den daha az girdi ve daha fazla çıktı kullandığında etkin KVB sayısı Deterministik VZA da 33 iken $\alpha=0,01$ olduğunda etkin KVB sayısı 41 olmaktadır bununla beraber en önemli fark Deterministik VZA analizi sonucu en yüksek etkinsizlik değeri 411497900’den 390,2087’e düşmüştür. Girdi fazlalığı yada çıktı eksikliğinde değişkenler birbirlerine yakındır.

Çizelge 5.3’de stokastik VZA sonuçları incelendiğinde $\alpha=0,05$ iken, etkin KVB’lerin sayısı 33 olarak bulunmuştur. %5’lik bir değişim sektörü etkin KVB sayısı açısından deterministik analiz sonucuna göre eşit kalmaktadır. Diğer taraftan en yüksek etkinsizlik değeri 183,1852’dir. Etkin KVB sayısı eşit kalsa da TL cinsinden değerlendirilen girdi fazlası ve çıktı eksikliği değerleri küçülmektedir. Çizelge değişkenler açısından incelendiğinde girdi değişkenlerinin fazlasının, çıktı değişkenleri eksikliğinden fazla olduğu söylenebilir. Özellikle istihdam harcaması ve yakıt harcamaları oldukça yüksek görülmektedir. Çıktı fazlalığı olarak imalat çıktısı eksikliği olan KVB’ler artmıştır, ihracat çıktı eksikliği deterministik VZA analizi sonuçlarına göre bu analizde azalmamıştır.

Çizelge 5.4’de stokastik VZA sonuçları incelendiğinde $\alpha=0,10$ iken, etkin KVB’lerin sayısı 37 olarak bulunmuştur. KVB 54’ün etkinsizlik değeri 1500,456 gibi yüksek bir değer olsa da genel olarak Çizelge 5.4’de girdi fazlalığı değerleri ve çıktı eksikliği değerleri azalmaktadır. Değişkenler açısından bakıldığında her hangi bir değişken ön plana çıkmamaktadır girdi fazlalığı ve çıktı eksikliği belirli değişkenlerde yığılmamaktadır.

Çizelge 5.5’de stokastik VZA sonuçları incelendiğinde $\alpha=0,20$ iken, etkin KVB’lerin sayısı 30 olarak bulunmuştur. 22 KVB İmalat çıktı eksikliği ile öne çıkmaktadır. 0,20 iken özellikle KVB 13, 14, 15, 22, 26 ve 36’da çok yüksek etkinsizlik değeri

görülmektedir her ne kadar etkin ve etkin olmayan KVB sayısı eşit olsa da etkin olmayan KVB'lerin girdi fazlalığı ve çıktı eksikliği oldukça yüksek görülmektedir.

Çizelge 5.6'da stokastik VZA sonuçları incelendiğinde 0,40 iken, etkin KVB'lerin sayısı 16 olarak bulunmuştur. $\alpha=0,40$ iken analiz sonuçları incelendiğinde girdi fazlalığı ve çıktı eksikliği değerleri oldukça yüksek görülmektedir. 34 KVB Yakıt girdi fazlalığı, 35 KVB İmalat çıktı eksikliği, etkinsiz KVB sayısını arttırmaktadır. Etkinsizlik değerleri KVB 40 dan sonra küçülmekte olduğu görülmektedir.

$\alpha>0,50$ seviyelerde olduğu durumlarda analiz sonuçlarını yorumlamadan önce Çizelge 5.14'de görülen α seviyeleri ve değişim oranlarının değerlendirilmesi gerekmektedir.

Çizelge 5.14. α seviyeleri ve değişim oranları

SNBO Tablo Değeri	2,33	1,64	1,28	0,84	0,25	0	-0,25	-0,84	-1,28	-1,64	-2,83
Değişim	%1	%5	%10	%20	%40	0	(-)%40	(-)%20	(-)%10	(-)%5	(-)%1
α	0,01	0,05	0,10	0,20	0,40	Det	0,60	0,80	0,90	0,95	0,99

Çizelgede 5.14 görüldüğü gibi $\alpha>0,50$ olduğunda Standart Normal Dağılım tablosundan elde edilen değerlerin işaretleri gereği, gözlemlenen firmaların, en iyi performans gösteren firmaların girdilerinden α kadar daha az girdi kullanmaları ve en iyi performans gösteren firmaların çıktılarından α kadar daha fazla çıktı elde ettikleri anlamına gelmemektedir. $\alpha>0,50$ olduğunda % değişimlerin önünde yer alan (-) işareti bu durumu göstermektedir.

Çizelge 5.7'de stokastik VZA sonuçları incelendiğinde $\alpha=0,60$ iken, etkin KVB'lerin sayısı 48 olarak bulunmuştur. Deterministik VZA değerine en yakın değerden bir diğeri olan 0,60 iken analiz sonuçları incelendiğinde En büyük etkinsizlik değeri KVB 31'nin değeri olan 72,99868'dir. 6 KVB İhracat çıktı eksikliği ile öne

çıkmaktadır. En küçük etkinsizlik değeri KVB 40 değeri olan 0.81505'dur. Değişkenler açısından çizelge incelendiğinde 0,60 iken girdi fazlası ve çıktı eksikliği değerleri düşük görülmektedir.

Çizelge 5.8'de stokastik VZA sonuçları incelendiğinde $\alpha=0,80$ iken, etkin KVB'lerin sayısı 31 olarak bulunmuştur. Çıktı eksikliği olarak 19 KVB İmalat çıktı eksikliği, 19 KVB İhracat çıktı eksikliği ile öne çıkmaktadır. En büyük etkinsizlik değeri KVB 47'nin değeri olan 144,4912 dir. En küçük etkinsizlik değeri KVB 18 değeri olan 0,79844'dur. Etkin KVB sayısı az olsa da girdi eksikliği ve çıktı fazlası değerleri deterministik VZA sonuçlarına göre oldukça düşüktür.

Çizelge 5.9'da stokastik VZA sonuçları incelendiğinde $\alpha=0,90$ iken, etkin KVB'lerin sayısı 35 olarak bulunmuştur. 19 KVB'de İmalat çıktı eksikliği, 17'da KVB İhracat çıktı eksikliği görülmektedir. En büyük etkinsizlik değeri KVB 54'nin değeri olan 814,7167'dir. En küçük etkinsizlik değeri KVB 47 değeri olan 0,97032'dir. Girdi eksikliği ve çıktı fazlası değerleri deterministik VZA sonuçlarına göre oldukça düşüktür.

Çizelge 5.10'da stokastik VZA sonuçları incelendiğinde $\alpha=0,95$ iken, etkin KVB'lerin sayısı 34 olarak bulunmuştur. En büyük etkinsizlik değeri KVB 46'nın değeri olan 191,3625'dir. En küçük etkinsizlik değeri KVB 24 değeri olan 1,35902'dur. Çıktı değişkenleri; 18 KVB İmalat çıktı eksikliği öne çıkmaktadır. Girdi eksikliği ve çıktı fazlası değerleri deterministik VZA sonuçlarına göre oldukça düşüktür.

Çizelge 5.11'de stokastik VZA sonuçları incelendiğinde $\alpha=0,99$ iken, etkin KVB'lerin sayısı 38 olarak bulunmuştur. 14 KVB İmalat çıktı eksikliği, 13 KVB İhracat çıktı eksikliği görülmektedir. En büyük etkinsizlik değeri KVB 36'nın değeri olan 135,2395'dir. Girdi eksikliği ve çıktı fazlası değerleri deterministik VZA sonuçlarına göre oldukça düşüktür.

Çizelge 5.15’de tüm α seviyeleri için değişkenler açısından etkinsizlik sayıları görülmektedir.

Çizelge 5.15. Değişkenler açısından etkinsizlik sayıları (α ’nın tüm seviyeleri için girdi değişkenlerinin fazlalığı, çıktı değişkenlerinin eksikliği görünen firma sayıları).

		Girdi değişkenleri			Çıktı değişkenleri			
		İmalat	İstihdam	Diğer	Yakıt	İmalat	Diğer	İhracat
Det	$\theta^{-1}(\alpha) = 0$	5	12	7	5	17	12	18
$\alpha=0.01$	$\theta^{-1}(\alpha) = 2,33$	3	9	9	9	9	4	9
$\alpha=0.05$	$\theta^{-1}(\alpha) = 1,64$	1	16	8	15	15	2	8
$\alpha=0.10$	$\theta^{-1}(\alpha) = 1,28$	1	9	9	8	11	2	8
$\alpha=0.20$	$\theta^{-1}(\alpha) = 0,84$	0	19	7	15	22	0	7
$\alpha=0.40$	$\theta^{-1}(\alpha) = 0,25$	2	35	8	34	35	0	35
$\alpha=0.60$	$\theta^{-1}(\alpha) = -0,25$	0	4	3	1	5	2	6
$\alpha=0.80$	$\theta^{-1}(\alpha) = -0,84$	3	16	5	7	19	3	19
$\alpha=0.90$	$\theta^{-1}(\alpha) = -1,28$	1	11	9	8	19	3	17
$\alpha=0.95$	$\theta^{-1}(\alpha) = -1,64$	0	14	7	6	18	3	14
$\alpha=0.99$	$\theta^{-1}(\alpha) = -2,33$	1	10	4	3	14	4	13

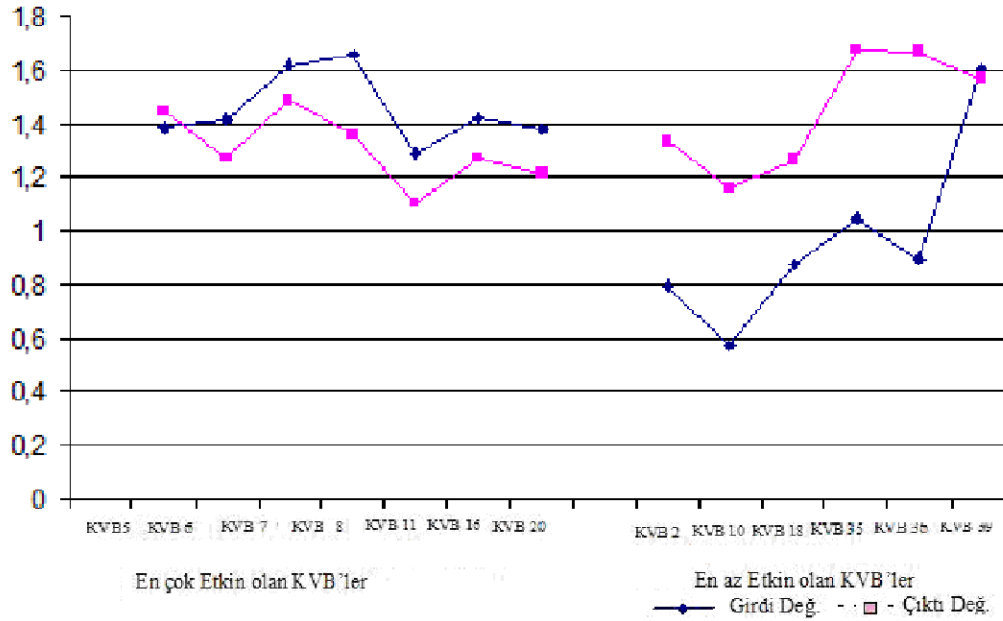
Çizelge 5.15’de görüldüğü gibi sonuçlar değişkenler açısından paralellik göstermektedir. Tüm seviyelerde imalat girdi değişkenleri en az değişim gösteren değişkendir. İstihdam girdisi ve Yakıt girdisi ise girdiler açısından en çok değişim gösteren değişkendir.

Bazı firmalar Deterministik VZA ve α 'nın tüm seviyeleri için daha fazla etkin görülmüş bazıları ise daha az etkin görülmüştür. Bu firmalar tespit edilip aradaki farkı incelemek için Çizelge 5.16 oluşturulmuş ve bu çizelgeye ait grafik Şekil 5.1'de çizilmiştir.

Çizelge 5.16. α 'nın tüm seviyeleri için en çok ve en az etkinlik sayısı görünen firma ve bu firmalara ait değişim katsayıları.

	α 'nın tüm seviyeleri için en çok etkinlik sayısı	Çıktı Değişkeni Değişim katsayısı	Girdi Değişkeni Değişim katsayısı
FİRMA 5	9	1,381969009	1,444833
FİRMA 6	10	1,416554237	1,269347
FİRMA 7	9	1,617080852	1,485657
FİRMA 8	11	2,4891286	2,5475245
FİRMA 11	10	1,291214605	1,098767
FİRMA 16	9	1,419982823	1,269355
FİRMA 20	9	1,376102586	1,216036
	α 'nın tüm seviyeleri için en az etkinlik sayısı	Çıktı Değişkeni Değişim katsayısı	Girdi Değişkeni Değişim katsayısı
FİRMA 2	5	0,79095985	1,334178
FİRMA 10	5	0,570224079	1,156665
FİRMA 18	3	0,877463227	1,268004
FİRMA 35	4	1,043719075	1,67109
FİRMA 36	3	0,893825013	1,666797
FİRMA 39	2	1,606412435	1,566875

Çizelge 5.16'e ait grafik Şekil 5.1'de görülmektedir.



Şekil 5.1. α 'nın tüm seviyeleri için en çok ve en az etkinlik sayısı görünen firmalara ait girdi ve çıktı değişkenlerinin değişim katsayılarının gösterimi.

Şekil 5.1'de α 'nın tüm seviyeleri için en çok etkin olan firmaların (KVB) girdi ve çıktı değişkenlerine ait değişim katsayısı grafiği incelendiğinde; Etkin firmaların, çıktı değişkenlerinin değişim katsayıları girdi değişkenlerine göre, firma 5 hariç daha küçük değerlerden oluşmaktadır. Değişim katsayısı hesaplanırken firmaların işlem hacminin yüksek olması ortalamadan arındırıldığından önem taşımamaktadır. Bu firmaların çıktıları daha homojen yapıda olup girdilere oranla değişkenler arasında büyük farklar bulunmamaktadır. Ayrıca etkinliği az olan firmalara göre girdi ve çıktı değişkenlerine ait değişim katsayıları, birbirlerine yakın değerlerdir. Bu firmaların girdi ve çıktıları arasında daha dengeli bir yapısı vardır. Etkinlik sayıları daha az olan firmaların etkinliği fazla olan firmalardan temel farkı, girdi değişkenlerine ait değişim katsayılarının çıktılarına oranla daha düşük olmasıdır. Bu çalışmada VZA sonucunda etkinsizliğe neden olarak genellikle çıktı değişkenleri rol oynadığını daha önce belirtilmiştir. Bu grafikte de firma 39 hariç bu bulguya paralel olarak çıktı değişkenleri değişim katsayılarının girdiye oranla daha yüksek olduğu ve firmadan firmaya, etkin olanlara oranla farklılık gösterdiği görülmektedir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Metal sanayi istatistikleri verileri; Türkiye İstatistik Kurumu, Sanayi İstatistikleri daire başkanlığı, Sanayi ve iş istatistikleri takımı yıllık iş istatistikleri grubu tarafından, İmalat sanayi Avrupa topluluğunda ekonomik faaliyetlerin istatistik (EFİS, 1. 1 Rev.) sınıflamasına göre toplanmaktadır. Ana metal sanayi ana başlığı altında, Demir-çelik ve demir alaşımları imalatı, Boru imalatı, Dökme demirden boru imalatı, Çelik boru imalatı, Demir ve çeliğin diğer ilk işlemleri, Soğuk çekme, Dar şeritlerin soğuk haddelenmesi, soğuk şekillendirme ve katlama, Tel çekme, Demir-çelik dışındaki ana metal sanayi, değerli metal üretimi, Alüminyum üretimi, Kurşun, çinko ve kalay üretimi, Bakır üretimi, Demir dışındaki diğer metallerin üretimi, Metal döküm sanayi Demir döküm, Çelik döküm, Hafif metallerin dökümü, Demir dışındaki diğer metallerin dökümü alanlarında veriler elde edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında, Demir-çelik ve Demir Alaşımları İmalatı verileri etkinlik ölçümü VZA yöntemi ile değerlendirilmiştir. Metal sanayi alanında en çok faaliyet gösteren sektör Demir-çelik ve demir alaşımları imalatı sektörüdür. TÜİK tarafından 2004 yılında bu sektördeki 192 işletmeden veri toplanmıştır. Yapılan inceleme sonucu 192 işletme arasında VZA analizi yapabilecek özelliklere sahip 54 işletme olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen 54 işletme belirlenen tüm girdi ve çıktı değişkenlere ait verilere sahiptir. Yapılan VZA analizinde önce deterministik daha sonra α 'nın 10 farklı seviyesi için şans kısıtlı VZA etkinlik analizi yapılmıştır.

Demir Çelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe girdi ve çıktı değişkenlerine göre özet istatistikler incelendiğinde, sektörün imalat sektörü olması sebebiyle doğal olarak en yüksek girdi ortalamasının hammadde girdisine ait olduğu görülmektedir. Seçilen tüm işletmelerde çalışan kişi başına düşen yıllık ortalama gider 16 921 TL'dir. Çalışan başına düşen aylık ortalama gider ise 1 410,0898 TL'dir. Karar verme birimlerinin (KVB, firma) sektör içerisinde etkinliğinin belirlenmesi süreci sadece imalat girdisi ve çıktısı ile sınırlanmadığından, giderlerin ve gelirlerin farklı değişkenler tarafından belirlendiği de göz önüne alınmıştır. Firmaların imalatla birlikte üstünde değişiklik yapılmadan alınıp satılan mal, araç giderleri gibi giderler

“diğer girdi” değişkeni olarak tanımlanmış ve ortalama “diğer girdi” değeri 37 718 679,37 olarak bulunmuştur. Bu gider değişkeni imalat giderlerinin yaklaşık beşte biri oranındadır. Yakıt giderleri işletmelerin elektrik ve hammadde üretimi için kullanılan enerji birimlerini kapsamaktadır. Yakıt girdisinin imalat girdisine oranının yaklaşık %10 düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

Girdi değişkenlerinin değişim katsayıları incelendiğinde istihdam girdi değişkeninin diğer değişkenlere oranla homojen bir yapıda olduğu görülmektedir. Bu sonuçtan hareketle asgari ücretin devlet tarafından belirlenmesi ve sektörün istihdam politikalarının büyük oranda farklılık göstermediği söylenebilmektedir.

Ana Demir ve Çelik Üretimleri ile Demir Alaşımları İmalatı sektöründe girdi ve çıktı değişkenleri özet istatistikler çizelgesi çıktı değişkenlerine göre değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- a) En yüksek çıktı değişkeninin imalat çıktısıdır. Ortalama imalat girdisi ve ortalama imalat çıktısı oranının 2/3 olduğu anlaşılmaktadır. En düşük imalat girdi değeri ve en düşük imalat çıktı değeri oranı ortalama imalat girdi değeri ve ortalama imalat çıktı oranından farklılık göstermektedir. En yüksek imalat girdi ile en yüksek imalat çıktı değeri oranı ise ortalama imalat girdi değeri ve ortalama imalat çıktı oranına ulaşmaktadır.
- b) “Diğer çıktı” değişkeni, “diğer girdi” değişkenine oranla %53 daha fazladır. Bu fark firma “diğer girdi” maliyetlerinin “diğer çıktı” ile karşılanamadığını göstermektedir.
- c) İhracat çıktısı, analizde bir gösterge olarak yer almaktadır. İhracat çıktısının imalat çıktısına oranı 0,331’dir. Ortalama üretilen ürünlerin üçte biri ihraç edilmektedir. İthalat girdisi analize katılmamıştır. Çok az sayıda firmanın hammadde ithal ettiği görülmüştür. Bu durum, Ana Demir ve Çelik ürünleri ile Demir Alaşımları İmalatı sektörü için yeterli hammaddenin ülkemizden karşılandığını göstermektedir.

VZA analizi sonucunda bir KVB’ de herhangi bir girdide olabilecek artık değerin etkinsizliğe neden olduğu bilinmektedir. Bu çalışma kapsamında Deterministik VZA sonuçları incelendiğinde; Etkin olmayan bir KVB’ de tek başına girdi değişkenleri herhangi bir etkinsizliğe neden olmamıştır. Etkinsizliğe neden olan girdi değişkenleri ile birlikte en az bir etkinsiz çıktı değişkeni görülmüştür. İmalat girdisi sektör gereği en yüksek değerlere sahiptir. 5 firmada imalat girdi fazlası görülmektedir. Söz konusu 5 firmada imalat girdi fazlası ile birlikte “diğer girdi” ve yakıt girdi fazlalığı görülmemektedir. 5 firmada ise “diğer girdi” ve yakıt girdisi birlikte fazlalık göstermektedir. Girdi değişkenleri içinde istihdam girdisi 12 firma ile en çok etkinsizliğe neden olan değişkendir.

İstihdam girdisi incelendiğinde değişkenin diğer değişkenlere göre TL cinsinden değeri düşük görülmektedir. Nedeni ise değişkenin yıllık kişi başına göre hesaplanmasıdır. İstihdam girdisi, firma bazında girdi değişkenlerinin neden olduğu toplam 18 etkinsizliğin 12’sinde görülmektedir. Bu durum istihdam değişkeninin üzerinde durulması gereken önemli bir değişken olduğunu göstermektedir. Özellikle az sayıda ve orta düzeyde çalışana sahip firmalarda istihdam gider fazlası görülmektedir.

Girdi ve çıktı değişkenleri birlikte incelendiğinde, İmalat çıktı değişkenlerin etkinsizliğini İmalat girdi değişkenleri etkinsizliği ile ilişkilendirmek mümkün olmamaktadır. Etkin olmayan firmalardan sadece %18’inde imalat çıktı değişkenleri ile imalat girdi değişkenleri birlikte etkinsizdir.

Herhangi bir çıktıda olabilecek eksik çıktı değerinin etkinsizliğe neden olduğu bilinmektedir. Etkin olmayan firmaların etkinsizlik nedeni olan değişkenler içinde, çıktı değişkenlerinin en az birinin yer aldığını görülmektedir. Özellikle İmalat çıktısı ve buna paralel olarak İhracat çıktısı, etkinsizlik nedenlerinin başında yer almaktadır.

Çıktı değişkenlerine ait değerlerin sektör içerisindeki firmalar bazında eksik olduğu görülmektedir. Etkin olmayan 21 firmanın 17’sinde imalat çıktısı ve 18 ihracat çıktısı etkinsizliği görülmektedir. Doğal olarak İmalat çıktı eksikliği beraberinde ihracat

eksikliğini getirmektedir. Bu tutarlı bir sonuç olarak görülmektedir. Etkin olmayan firmaların sadece %14'ünde imalat eksikliği olmasına rağmen yeterli ihracat sağlanmış ve %19'unda ise imalat çıktısı yeterli olmasına rağmen İhracat çıktı eksikliği görülmüştür.

“Diğer çıktı” olarak belirlenen değişken, tek başına etkinsizliğe neden olmamıştır. Tüm çıktı değişkenleri etkinsizliği paralellik göstermekte ve alınması gereken kararların tüm çıktı değişkenlerini etkileyecek şekilde olması gerekmektedir. Dolayısıyla çıktı değişkenlerinin atılması gerekmektedir. Yüksek işlem hacmine sahip firmalardan 46. ve 47. firmada “diğer çıktı” değişken eksikliği, İmalat çıktı eksikliğini geçmektedir. Bu firmalarda “diğer çıktıları” diğer etkinsiz firmalara oranla daha fazla arttırılmalıdır.

$\alpha=0,01$ stokastik VZA analizi sonuçları, Deterministik VZA analizi ile karşılaştırıldığında etkin firma sayısı 33'den 41'e çıkmıştır. Girdi değişkenleri yönünden bakıldığında, çıktı değişkenlerine göre daha az değişim görülmektedir. İmalat girdisi ve istihdam girdi etkinsizliği azalırken, “diğer girdi” ve yakıt girdisi nedeniyle etkin olmayan firma sayısı artmaktadır. $\alpha=0,01$ iken zarf yer değiştirdiğinde 6 firmanın etkinlik durumu değişmemekte, 7 firma etkin iken etkinliğini kaybetmektedir ve 15 firma ise etkin değilken etkin hale gelmektedir. Bu seviyede çıkarılacak sonuç; gözlemlenen firmaların, en iyi performans gösteren firmaların girdilerinin %1 daha az girdi kullanmaları ve en iyi performans gösteren firmaların çıktılarından %1 daha fazla çıktı elde ettiklerinde, etkinlik zarfı yer değiştirdiğinde oluşan yeni etkinlik zarfa göre girdi değişkenlerine oranla çıktı değişkenlerinde etkinsizliğin azalmasıdır. Etkin firma sayılarının artışı büyük oranda çıktı değişkenlerinin olumlu değişimine bağlıdır. Başka bir bakış açısıyla bu durum, etkinsizliğe neden olan çıktı değişkenlerinin, etkin olma sınırına yakın olmaları ve %1'lik bir değişimle çıktı eksikliğinde büyük oranda kaybolmasıdır.

Girdi değişkenlerinden, referans firmaların girdilerinden %5 oranında eksiltile yapıldığında ve çıktı değişkenlerine %5 oranında eklendiği seviye $\alpha=0.05$ için, stokastik VZA analizi sonuçları, deterministik VZA sonuçları ile karşılaştırılırsa;

etkin firma sayıları eşit olmasına rağmen girdi değişkenleri ve çıktı değişkenleri açısından farklılık görülmektedir. İmalat girdisi çok büyük oranda azalmasına rağmen, yakıt değişkeni ve istihdam değişkeni fazlalığı, deterministik VZA sonuçlarına göre artmıştır. Çıktı değişkenleri eksikliği ise toplamda yarı yarıya azalmıştır. α 'nın bu seviyesi için, istihdam ve özellikle yakıt girdisi fazlalığı azaltılırsa, sektörde uygun bir α seviyesi olduğu söylenebilir. Girdi değişkenlerinden, referans firmaların girdilerinden %1 oranında eksiltilme yapıldığında çıktı değişkenlerine %1 oranında eklendiği seviye ile karşılaştırılırsa; imalat fazlalığı ve “diğer girdiler” azalmasına rağmen, İstihdam ve Yakıt girdileri artmaktadır. Çıktı değişkenlerinde ise İmalat çıktı eksikliği artış göstermekte, “diğer çıktısı” ve İhracat çıktısı azalmaktadır.

$\alpha=0,10$ stokastik VZA sonuçları, Deterministik VZA ile karşılaştırıldığında etkin firma sayılarının arttığı görülmektedir. Girdi değişkenleri açısından bakıldığında; İmalat girdi fazlalığı ve İstihdam girdi fazlalığı olan firma sayıları azalmaktadır. Diğer ve Yakıt girdileri fazlalığı ise artmaktadır. Etkin olmayan çıktı değişkenleri ise diğer α seviyelerinde olduğu gibi deterministik VZA sonuçlarına göre azalmaktadır. Bu α seviyesinde etkin firma sayılarının artma nedeni çıktı değişkenlerinin eksikliklerinin azalmasıdır.

$\alpha=0,20$ olduğunda gözlemlenen firmalarından etkin firmaların girdilerinin %20'si çıkarılıp, çıktılarının %20 oranında arttırılması sınırı değiştirmiştir. Değişim oranı arttıkça etkin olan firmalar daha iyi duruma gelmiştir. Sektörde dirençli olan, yani her seviyede etkin olan firmalar, oran arttıkça ortaya çıkmaya başlamıştır. %20'lik oranın ilk bakışta diğer α seviyelerine göre yüksek olmasının, etkin firma sayılarını arttıracakı düşünülmektedir. Analize tüm firmalar dahil edilmiştir. Girdi eksiltilmesi ve çıktı arttırılması tüm firmaların için geçerlidir ve iyiler daha iyi olmaya başlamıştır. Etkin olmayan firma sayısı, deterministik VZA analizi sonuçlarına ve yapılan diğer stokastik VZA sonuçlarına göre artış göstermiştir. Etkin firma sayısının azalmasına rağmen İmalat girdi değişkeni etkinsizliği görülmemektedir. Buna karşın istihdam ve yakıt girdi fazlalığı ise artmaktadır. Çıktı değişkenlerine bakıldığında İmalat çıktı eksikliği artmakta, “diğer çıktı” eksikliği görülmemekte, İhracat çıktı

eksikliği ise azalmaktadır. Diğer α seviyeleri ile karşılaştırıldığında ise değişkenler açısından $\alpha=0,05$ seviyesi ile paralellik göstermektedir.

$\alpha=0,40$ olduğunda, değişime direnci yüksek olan firmalar, sektör içinde etkinliklerini sürdürmektedir. Değişim oranının yüksek olması etkinsizlik değerleri üzerinde kendini göstermekte ve değerler yükselmektedir. Özellikle istihdam girdi fazlalığı ve İmalat çıktı eksikliği ve buna paralel İhracat çıktı eksikliği 35 firmanın etkinsizliğine neden olmuştur.

İmalat girdi fazlalığı ise 2 firma dışında görülmemektedir. Diğer seviyelerin aksine bu seviyede etkinsizlik sayısının artmasına, girdi değişkenleri ve çıktı değişkenleri birlikte neden olmaktadır.

$\alpha=0,60$ olması durumunda gözlemlenen firma girdilerine referans firma girdilerinin %40'ının eklenmesi, çıktılarından ise %40'nın eksiltilmesi gerekmektedir. Bu analiz, tüm firmalar dahil edildiği için 54 firmaya birlikte uygulanmaktadır. Bu nedenle etkin firma sayılarının artması olağan bir durumdur. Tüm maliyetlerin artması ve çıktıların azalması durumu tüm sektör için geçerlidir. Analiz sektör içinde yapıldığı için maliyet tüm firmalar için artmakta, üretim tüm sektörde de azaltılmaktadır. Gider artsa da ve gelir azalsa da sektörel değişim, kendi içinde değerlendirilmektedir.

$\alpha=0,80$ olduğu durumda yani girdilerin artma oranı çıktıların azalma oranı bir önceki seviyeye göre azaldığı durumda, yani sektör biraz daha rahatladığı durumda, etkin firma sayıları azalmıştır. En uygun girdi ve en uygun çıktı değişkenlerine sahip firmalar öne çıkmaya başlamışlardır.

$\alpha=0,90$ seviyesinde çıktılarından ziyade girdi değişkenlerinin etkinsizliğinin azaldığı görülmektedir. Çıktı değişkenleri, özellikle imalat çıktı eksikliği ve buna paralel olarak İhracat çıktı eksikliği, etkinsizliğe neden olmaktadır. Bu seviyede 19 firmada İmalat çıktı eksikliği ve İhracat çıktı eksikliği görülmektedir.

$\alpha=0,95$ ve $\alpha=0,99$ seviyelerinde de girdi değişkenleri arasından istihdam girdisi fazlası, çıktı değişkenleri arasından İmalat çıktı eksikliği ve İhracat çıktı eksikliği analiz sonucunu etkilemekte ve etkinsizliği ön plana çıkarmaktadır.

Çizelge 5.15’de görüldüğü gibi sonuçlar değişkenler açısından değerlendirildiğinde çıktı değişkenlerinin temel sorun olduğu görülmektedir. Sektörün temel değişkenlerinin İmalat girdisi ve İmalat çıktısı olduğu düşünülürse, İmalat çıktısı sürekli olarak eksik görülmektedir. En temel sorun İmalat çıktı eksikliği ve buna bağlı olarak İhracat çıktı eksikliğidir. Diğer çıktının, yani imalat dışı mal satımının, İmalat çıktısına göre eksikliği oldukça azdır.

Bir firmanın ekonomik etkinliğinin, belirli girdi miktarı ile maksimum çıktı elde etme becerisini yansıtan teknik etkinlik ve firmanın mevcut üretim teknolojisi ve verilen girdi fiyatlarını kullanarak girdilerin optimal oranda kullanma becerisini yansıtan tahsis etkinliği olmak üzere iki bölümden oluştuğu bilinmektedir. Çalışmada teknik etkinlik üzerinde durulmuştur. Teknik etkinlik kapsamında, deterministik yöntemle yapılan analiz sonucu elde edilen etkin KVB sayısı, şans kısıtlı VZA yapıldığında değişim göstermektedir. Karar verme birimlerinin, hem girdide hem çıktıda olabilecek değişim sonucunda etkinliklerini sektör içerisinde karşılaştırabilmesi ve uygun politikalar geliştirebilmesi için yapılacak analizlerde, şans kısıtlı BCC-toplamsal modeli uygulanmalıdır. Çalışma iki yönüyle ele alınmalıdır. Deterministik VZA ve Şans Kısıtlı VZA (CCDEA) yöntemi ile daha önce yapılan bilimsel çalışmalar ışığı altında panel veri yerine üretim birimi bazında mikro verilerin kullanılmasıyla teknik etkinlik ölçülmüş Şans Kısıtlı VZA sonuçlarına dayanarak α ’nın farklı seviyeleri için analiz sonuçları karşılaştırılmış ve etkin olmayan KVB’lere potansiyel iyileştirme yapılmıştır. Diğer yandan da “Ana Demir ve Çelik Ürünleri ile Demir Alaşımları İmalatı” sektörüne ilişkin ilk uygulama gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Bakırcı, F., “Üretimde Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama”, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara, 119-126 (2006).

Banker, R.D., “Maximum likelihood, consistency, and data Envelopment analysis: a statistical foundation”, *Management Science*, 39(10): 1265–1273 (1993).

Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W., “Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment Analysis”, *Management Science*, 30: 1078– 1092 (1984).

Boussofiane, A., Dyson, R.G. and Thanassoulis, E., “Applied data envelopment analysis”, *European Journal of Operational Research*, 52(1): 1-15 (1991).

Brown, R., O’Conner, L. and Brown, R., “Measurement of efficiency in not-for profit financial intermediaries: Australian evidence”, *10th Australasian Banking and Finance Conference*. University of Melbourne, Melbourne 1-5 (1997).

Charnes, A., Cooper, W.W., Golany, B., Seiford, L.M. and Stutz, J., “Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions”, *J Econometrics*, 30(1-2): 91-107 (1985).

Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E., “Measuring efficiency of decision units”, *European Journal of Operational Research*, 2: 429–444 (1978).

Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y. and Seiford, L.M., “Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications”, *Kluwer Academic Publishers*, Boston, 23-48 (1995).

Coelli, T., Rao, P. ve Battase, G., “An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis 2nd ed.”, *Kluwer Academic Publishers*, Springer Science+Business Media, Inc., 161-183 (1998).

Cook, W.D., Seiford, L.M., “Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on”, *European Journal of Operational Research*, 192(1): 1-17 (2009).

Cooper W.W., Deng H., Huang Z., Li, S.X., “Chance constrained programming approaches to congestion in stochastic data envelopment analysis”, *European Journal of the Operational Research*, 155: 487-501 (2004).

Cooper, W.W., Huang, Z., Li, S., “Satisficing DEA models under chance constraints”, *The Annals of Operations Research*, 66: 279–295 (1996a).

Çingi S., Tarım A., “Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü: DEA-Malmquist TFP Endeksi Uygulaması”, *Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Tebliği Serisi*, 2000-01: 1-15 (2000).

Desai, A., Ratick S.J., Schinnarc A.P., “Data envelopment analysis with stochastic variations in data”, *Social-Economic Planning Sciences*, 39: 147-164 (2005).

Dyson, R.G., Thanassoulis, E., Boussofiane, A., “Data envelopment Analysis”, In Hendry LC and Eglese RW (eds), *Tutorial Papers in Operational Research, Operational Research Society*, Birmingham, 1-15 (1990).

Ersen H.M., “Veri zarflama analizinin stokastik değişiklikler altında geçerliliği-gürültünün verimsizlik bileşeni”, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara, 1-4 (1999).

Farrell, M. J., “The measurement of productive efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3): 253-290 (1957).

Forrester, J., Anderson, T.R., “A comparison of efficiency measurement using data envelopment analysis and regression in the utility industry” *Management of Engineering and Technology*, 1: 297 (1999).

Gattoufi, S., Oral, M., Reisman, A., “Data envelopment analysis literature: a bibliography update (1996-2001)”, *Socio-Economic Planning Sciences*, 38(2-3): 159-229 (2004).

Grosskopf, S. “Statistical inference and nonparametric efficiency. A selective survey”, *J Prod Anal*, 7(2-3): 161-176 (1996).

Greene, W.H. “Frontier Production Functions”, in: Pesaran MH, Wickens MR (eds). *Blackwell Publishers*, London, 81-166 (1997).

Jahanshahloo, G.R., Memariani, A., Lotfi, F.H., Rezai, H.Z., “A note on some of dea models and finding efficiency and complete ranking using common set of weights”, *Applied Mathematics and Computation*, 166: 265-281 (2005).

Jahanshahloo, G.R., Memariani A., Lotfi, F.H., Shoja, N., “A feasible interval for weights in data envelopment analysis”, *Applied Mathematics And Computation*, 160: 155-168 (2005).

Kalirajan, K.P., Shand, R.T., “Frontier Production Functions and technical Efficiency Measures”, *Juornal of Economic Surveys*, 13(12): 159-160 (1999).

Karacaer, Ş., “Antalya yöresindeki 4 ve 5 yıldızlı otellerde toplam etkinlik ölçümü: bir veri zarflama analizi uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara, 11 (1998)

Kayalıdere, K., Kargın, S., “Çimento ve tekstil sektörlerinde etkinlik çalışması ve veri zarflama analizi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(1): 196-219 (2004).

Kıllı, M., “Toplam etkinlik ve veri zarflama analizi üzerine karşılaştırmalı yaklaşımlar ve bir uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara, 1-4 (2004).

Kurşun, G. “Tekstil makinesi seçiminde çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin kullanılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-4 (2003).

Kutlar, A., Gülcü, A. ve Karagöz, Y., “Cumhuriyet üniversitesi fakültelerinin performans değerlendirmesi” *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 5(2): 137-157 (2004).

Kutlar, A., Kartal, M., “Cumhuriyet üniversitesinin verimlilik analizi: fakülteler düzeyinde veri zarflama yöntemi ile bir uygulama”, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8: 21-30 (2004).

Lahdelma, R., Salminen, P., “Stochastic multicriteria acceptability analysis using the data envelopment model”, *European Journal of Operational Research*, 170(1): 241-252 (2006).

Land, K.C., Lovell, C.A.K. and Thore, S., “Chance-constrained data envelopment analysis”, Paper presented at the *National Science Foundation Conference*, Chappel Hill, NC 87-98 (1988).

Land, K.C., Lovell, C.A.K, Thore, S., “Chance-constrained data envelopment analysis”, *Managerial and Decision Economics*, 14(6): 541-554 (2006).

Land, K.C., Lovell, C.A.K., Thore, S., “Productive Efficiency under Capitalism and State Socialism: An Empirical Inquiry Using Chance-Constrained Data Envelopment Analysis”, *Technological Forecasting and Social Change*, 46: 139-152 (1994).

Li SX. “Stochastic models and variable returns to scale in data envelopment analysis”, *Eur J Oper Res*, 104: 532–548 (1998).

Norman, M., Stoker, B. “Data Envelopment Analysis–The Assessment of Performance”, *John Wiley and Sons*, New Jersey, 15 (1991).

Olesen, O.B., "Comparing and combining two approaches for Chance constrained DEA", *J Prod Anal*, 26: 103–119 (2006).

Olesen, O.B., Petersen N.C., "Chance Constrained efficiency evaluation", *Manage Sci*, 41: 442–457 (1995).

Pendharkar, P.C., "A data envelopment analysis-based approach for data preprocessing", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 17(10): 1379-1388 (2005).

Ruggiero, J., "Data envelopment analysis with stochastic data", *Journal of the Operational Research Society*, 55(9): 1008-1012 (2004).

Safer, S.M., John, W., "Efficiency measurement of alternative machine component grouping solutions via data envelopment analysis", *IEEE Transactions On Engineering Management*, 42(2): 159-165 (1995).

Seiford, L.M., "A Bibliography of Data Envelopment Analysis (1978-1996)", *Annals of Operations Research*, 73: 393-438 (1997).

Sengupta, J.K., "Data envelopment analysis for efficiency measurement in the stochastic case", *Comput Oper Res*, 14: 117–129 (1987).

Sengupta, J.K., "The measurement of productive efficiency: a robust minimax approach", *Managerial Decision Econ*, 9: 153–161 (1988a).

Sengupta, J.K., "Robust efficiency measures in a stochastic efficiency model". *Int J Syst Sci*, 19: 779–791 (1988b).

Sengupta, J.K., "Measuring economic efficiency with stochastic input-output data". *Int J Syst Sci*, 20(2): 203–213 (1989).

Srinivas, T., Ram, N., Anand, N., Kalirajan, K.P. and Shand, R.T., "Frontier production functions and technical efficiency measures", *Journal of Economic Surveys*, 13(2): 149-172 (1999).

Temür, Y., Bakırcı, F., "Türkiye’de Sağlık Kurumlarının Performans Analizi: Bir VZA Uygulaması", *Sosyal Bilimler Dergisi*, X(3): 262-282 (2008).

Talluri, S., Narasimhan, R., Nair, A., "Vendor performance with supply risk: A chance-constrained DEA approach", *International Journal Of Production Economics*, 100(2): 212-222 (2005).

Tarım, A., “Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı”, *Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü*, araştırma / inceleme / çeviri dizisi: 15, Ankara, 10 (2001).

Turgutlu, E., Kök, R., Kasman, A. “Türk sigorta şirketlerinde etkinlik: deterministik ve şans kısıtlı veri zarflama analizi”, *Iktisat, İşletme & Finans*, Forthcoming, 22(251): 93 (2005).

Wheelock, D.C., Wilson, P.W., “Evaluating the Efficiency of Commerical Banks: Does Our View of What Banks to Matter?”, *Business Source-Magazine*, Federal Research Bank of St. Louis Review 39-52 (1995).

Yolalan, R., “İşletmeler Arası Görelî Etkinlik Ölçümü”, Yayın No: 483, *MPM Yayınları*, Ankara, 132-141 (1993).

EKLER

Ek-1. Deterministik Veri Zarflama Analizi Sonuçlarına Göre Referans Noktaları

KVB	REF. KVB	%
KVB2	L04	0,836835
KVB2	L10	0,06478
KVB2	L24	0,067719
KVB2	L50	0,01313
KVB2	L53	0,017535
KVB3	L04	0,561921
KVB3	L30	0,40813
KVB3	L44	0,013705
KVB3	L50	0,016244
KVB5	L04	0,976143
KVB5	L10	0,015707
KVB5	L44	0,000112
KVB5	L50	0,002815
KVB5	L53	0,005223
KVB13	L04	0,970434
KVB13	L15	0,010544
KVB13	L30	0,006949
KVB13	L50	0,012073
KVB16	L04	0,970958
KVB16	L10	0,013856
KVB16	L44	0,012178
KVB16	L50	0,003008
KVB17	L04	0,634606
KVB17	L30	0,31555
KVB17	L50	0,023505
KVB17	L54	0,026339
KVB18	L04	0,917434
KVB18	L44	0,077266
KVB18	L50	0,004684
KVB18	L54	0,000615
KVB21	L04	0,871248
KVB21	L24	0,00058
KVB21	L35	0,047403
KVB21	L50	0,075702
KVB21	L53	0,005067
KVB23	L04	0,909479
KVB23	L10	0,058903
KVB23	L44	0,004412
KVB23	L50	0,027206
KVB25	L04	0,613092
KVB25	L30	0,266488
KVB25	L50	0,016998
KVB25	L52	0,097859
KVB25	L54	0,005563
KVB26	L04	0,567356
KVB26	L30	0,386707
KVB26	L50	0,003939
KVB26	L52	0,04023
KVB26	L54	0,001768
KVB27	L04	0,553628
KVB27	L30	0,39376
KVB27	L44	0,013576

KVB27	L50	0,039036
KVB28	L04	0,962269
KVB28	L10	0,002767
KVB28	L44	0,006938
KVB28	L50	0,028026
KVB33	L04	0,428862
KVB33	L19	0,052015
KVB33	L24	0,464052
KVB33	L50	0,04321
KVB33	L53	0,011862
KVB36	L04	0,458868
KVB36	L30	0,33296
KVB36	L50	0,029992
KVB36	L52	0,157265
KVB36	L53	0,020525
KVB36	L54	0,00039
KVB38	L04	0,594024
KVB38	L44	0,1512
KVB38	L53	0,239959
KVB38	L54	0,014817
KVB39	L11	0,534488
KVB39	L44	0,129056
KVB39	L53	0,336456
KVB43	L04	0,261168
KVB43	L11	0,366718
KVB43	L34	0,248014
KVB43	L44	0,088243
KVB43	L54	0,035857
KVB46	L04	0,493924
KVB46	L44	0,011146
KVB46	L53	0,451703
KVB46	L54	0,043227
KVB47	L42	0,571202
KVB47	L44	0,253974
KVB47	L50	0,037549
KVB47	L53	0,137275
KVB48	L30	0,504862
KVB48	L44	0,019158
KVB48	L50	0,393055
KVB48	L54	0,082924

Ek-2. Deterministik Veri Zarflama Analizi için Potansiyel İyileştirme

	Gerçekleşen	Hedef	Potansiyel iyileştirme (%)
KVB2			
İmalat Girdisi	36819510,00000	36819504,60000	-0,00001
İstihdam Girdisi	9840,29412	6215,59531	-36,83527
Diğer Girdisi	11406673,00000	11406672,25000	-0,00001
Yakıt Girdisi	2304248,00000	2304247,69600	-0,00001
İmalat Çıktısı	42189379,00000	53236540,86000	26,18470
Diğer Çıktı	11210538,00000	11210537,05000	-0,00001
İhracat Çıktısı	12783170,00000	26246269,70000	105,31894
KVB3			
İmalat Girdisi	45190292,00000	45190288,57000	-0,00001
İstihdam Girdisi	21584,66667	12094,79453	-43,96580
Diğer Girdisi	4944691,00000	4944690,87600	0,00000
Yakıt Girdisi	2037222,00000	2037221,74300	-0,00001
İmalat Çıktısı	52718113,00000	57766770,46000	9,57670
Diğer Çıktı	4017944,00000	4269379,53700	6,25782
İhracat Çıktısı	10631976,00000	42223174,57000	297,13384
KVB5			
İmalat Girdisi	10470903,00000	10470901,97000	-0,00001
İstihdam Girdisi	7885,07143	5461,98725	-30,73002
Diğer Girdisi	2326882,00000	2326881,56300	-0,00002
Yakıt Girdisi	609028,00000	609027,94180	-0,00001
İmalat Çıktısı	14675711,00000	15067124,58000	2,66708
Diğer Çıktı	2390110,00000	2390109,65100	-0,00001
İhracat Çıktısı	15572,00000	8357641,76600	53570,95920
KVB13			
İmalat Girdisi	13463063,00000	13463065,43000	0,00002
İstihdam Girdisi	7722,26923	5831,95072	-24,47880
Diğer Girdisi	2816544,00000	2816544,69400	0,00002
Yakıt Girdisi	135050,00000	135050,02690	0,00002
İmalat Çıktısı	15644898,00000	17095362,71000	9,27117
Diğer Çıktı	1878118,00000	2215576,46200	17,96791
İhracat Çıktısı	256867,00000	11313079,23000	4304,25560
KVB16			
İmalat Girdisi	10682629,00000	10682629,57000	0,00001
İstihdam Girdisi	7433,72973	5635,66314	-24,18795
Diğer Girdisi	3882852,00000	2527493,38500	-34,90627
Yakıt Girdisi	758200,00000	758200,07030	0,00001
İmalat Çıktısı	13939359,00000	14694465,06000	5,41708
Diğer Çıktı	1875738,00000	1875738,15900	0,00001
İhracat Çıktısı	96360,00000	11434863,44000	11766,81553
KVB17			
İmalat Girdisi	88854896,00000	77363284,30000	-12,93301
İstihdam Girdisi	11696,41558	11696,41538	0,00000
Diğer Girdisi	8470065,00000	8470065,54900	0,00001
Yakıt Girdisi	4698956,00000	4698955,95100	0,00000
İmalat Çıktısı	105379218,00000	131138696,80000	24,44455
Diğer Çıktı	2881199,00000	4966549,19500	72,37786
İhracat Çıktısı	23989607,00000	47978742,77000	99,99804

Ek-2. (Devam) Deterministik Veri Zarflama Analizi için Potansiyel İyileştirme

KVB18			
İmalat Girdisi	33144290,00000	33144289,22000	0,00000
İstihdam Girdisi	23867,31169	7127,08288	-70,13873
Diğer Girdisi	9572629,00000	4557903,68300	-52,38608
Yakıt Girdisi	4031821,00000	4031820,87000	0,00000
İmalat Çıktısı	48381596,00000	48381594,84000	0,00000
Diğer Çıktı	1673362,00000	3027780,96200	80,93999
İhracat Çıktısı	30525767,00000	40023785,71000	31,11476
KVB21			
İmalat Girdisi	77448157,00000	72205252,30000	-6,76957
İstihdam Girdisi	7408,24490	7408,24505	0,00000
Diğer Girdisi	17999520,00000	17999520,53000	0,00000
Yakıt Girdisi	1136616,00000	1136616,03500	0,00000
İmalat Çıktısı	96485994,00000	97668378,04000	1,22545
Diğer Çıktı	14669113,00000	14669113,34000	0,00000
İhracat Çıktısı	19018877,00000	57357540,77000	201,58216
KVB23			
İmalat Girdisi	31736010,00000	31736010,39000	0,00000
İstihdam Girdisi	8180,16667	6140,09856	-24,93920
Diğer Girdisi	11185899,00000	11174867,35000	-0,09862
Yakıt Girdisi	875249,00000	875249,00740	0,00000
İmalat Çıktısı	39741743,00000	43573277,67000	9,64108
Diğer Çıktı	8197417,00000	8197417,03100	0,00000
İhracat Çıktısı	11085192,00000	28867140,77000	160,41173
KVB25			
İmalat Girdisi	81168762,00000	63575814,82000	-21,67453
İstihdam Girdisi	11179,57857	11179,57851	0,00000
Diğer Girdisi	7359452,00000	7359451,71600	0,00000
Yakıt Girdisi	2726172,00000	2726171,98900	0,00000
İmalat Çıktısı	103080054,00000	103080052,20000	0,00000
Diğer Çıktı	1637898,00000	7021601,85400	328,69592
İhracat Çıktısı	76862,00000	31114995,97000	40381,63718
KVB26			
İmalat Girdisi	54632586,00000	42600087,94000	-22,02440
İstihdam Girdisi	11826,72727	11826,72789	0,00001
Diğer Girdisi	2946312,00000	2946312,16400	0,00001
Yakıt Girdisi	1856888,00000	1856888,07600	0,00000
İmalat Çıktısı	61309919,00000	61309922,02000	0,00000
Diğer Çıktı	287131,00000	3347843,99400	1065,96397
İhracat Çıktısı	3302303,00000	27684266,22000	738,33210
KVB27			
İmalat Girdisi	60514558,00000	60514559,35000	0,00000
İstihdam Girdisi	19595,02098	12314,77387	-37,15356
Diğer Girdisi	9712823,00000	9712822,57000	0,00000
Yakıt Girdisi	2160376,00000	2160376,26100	0,00001
İmalat Çıktısı	76594296,00000	78809598,74000	2,89226
Diğer Çıktı	5063641,00000	7725447,18300	52,56704

Ek-2. (Devam) Deterministik Ver Zarflama Analizi için Potansiyel İyileştirme

İhracat Çıktısı	30197638,00000	56242707,95000	86,24870
KVB28			
İmalat Girdisi	25197994,00000	25197991,06000	-0,00001
İstihdam Girdisi	10184,90278	5948,28461	-41,59704
Diğer Girdisi	9515007,00000	6614284,35400	-30,48576
Yakıt Girdisi	602999,00000	602998,95200	-0,00001
İmalat Çıktısı	33067970,00000	34188083,28000	3,38731
Diğer Çıktı	4885140,00000	4885139,39300	-0,00001
İhracat Çıktısı	18008180,00000	24215884,88000	34,47158
KVB33			
İmalat Girdisi	72448275,00000	72448274,63000	0,00000
İstihdam Girdisi	15823,64732	8957,10422	-43,39419
Diğer Girdisi	31385571,00000	31385570,51000	0,00000
Yakıt Girdisi	2848580,00000	2848579,89300	0,00000
İmalat Çıktısı	83683717,00000	92225813,72000	10,20760
Diğer Çıktı	31794727,00000	31794726,38000	0,00000
İhracat Çıktısı	39007470,00000	39782746,17000	1,98751
KVB36			
İmalat Girdisi	114400123,00000	99178790,46000	-13,30535
İstihdam Girdisi	13388,78058	13388,78184	0,00001
Diğer Girdisi	12001581,00000	12001582,81000	0,00002
Yakıt Girdisi	4703081,00000	4703081,55000	0,00001
İmalat Çıktısı	123215629,00000	157686956,20000	27,97642
Diğer Çıktı	14175226,00000	14175228,07000	0,00001
İhracat Çıktısı	49385336,00000	49385338,15000	0,00000
KVB38			
İmalat Girdisi	250412821,00000	250412835,70000	0,00001
İstihdam Girdisi	13915,00000	13914,99997	0,00000
Diğer Girdisi	22845014,00000	17477314,71000	-23,49615
Yakıt Girdisi	35690321,00000	30159931,52000	-15,49549
İmalat Çıktısı	314498073,00000	414191777,70000	31,69931
Diğer Çıktı	7563914,00000	39046643,43000	416,22273
İhracat Çıktısı	176087923,00000	176087922,10000	0,00000
KVB39			
İmalat Girdisi	291224656,00000	291224660,60000	0,00000
İstihdam Girdisi	20602,02830	19722,94458	-4,26698
Diğer Girdisi	18641577,00000	18641576,22000	0,00000
Yakıt Girdisi	39520773,00000	35581497,41000	-9,96761
İmalat Çıktısı	353740828,00000	474070043,30000	34,01621
Diğer Çıktı	9880250,00000	52156942,00000	427,89091
İhracat Çıktısı	8097718,00000	198472863,70000	2350,97278
KVB43			
İmalat Girdisi	98735443,00000	98735434,36000	-0,00001
İstihdam Girdisi	19441,12638	19441,12564	0,00000
Diğer Girdisi	13022619,00000	13022617,96000	-0,00001
Yakıt Girdisi	25209953,00000	12463114,14000	-50,56272
İmalat Çıktısı	189803786,00000	189803767,80000	-0,00001
Diğer Çıktı	3218645,00000	4066693,80500	26,34801

Ek-2. (Devam) Deterministik Veri Zarflama Analizi için Potansiyel İyileştirme

İhracat Çıktısı	66131223,00000	70431140,18000	6,50210
KVB46			
İmalat Girdisi	397302725,00000	397302760,80000	0,00001
İstihdam Girdisi	15981,33433	15981,33530	0,00001
Diğer Girdisi	87126291,00000	22554664,96000	-74,11268
Yakıt Girdisi	50240535,00000	45060524,51000	-10,31042
İmalat Çıktısı	559079515,00000	685483872,00000	22,60937
Diğer Çıktı	66063113,00000	66063119,03000	0,00001
İhracat Çıktısı	200641,00000	215542645,90000	107327,01930
KVB47			
İmalat Girdisi	453800535,00000	453800564,00000	0,00001
İstihdam Girdisi	16773,88490	16773,88585	0,00001
Diğer Girdisi	83636268,00000	61181115,00000	-26,84858
Yakıt Girdisi	65287781,00000	54821696,49000	-16,03069
İmalat Çıktısı	647792060,00000	651546685,90000	0,57960
Diğer Çıktı	54725895,00000	65417310,76000	19,53630
İhracat Çıktısı	415890905,00000	415890924,70000	0,00000
KVB48			
İmalat Girdisi	441525341,00000	441525341,40000	0,00000
İstihdam Girdisi	37375,61791	24757,01474	-33,76159
Diğer Girdisi	93411501,00000	93411500,87000	0,00000
Yakıt Girdisi	16679534,00000	16679533,95000	0,00000
İmalat Çıktısı	631933659,00000	689466068,60000	9,10419
Diğer Çıktı	4643914,00000	63275092,08000	1262,53798
İhracat Çıktısı	238702499,00000	334916729,10000	40,30717

Ek-3. Demir çelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe stokastik VZA ile etkinlik ölçümünde kullanılan deterministik Veri Zarflama Analizi ve $\alpha=0,05$ için şans kısıtlı VZA modelleri

DETERMİNİSTİK MODEL:

$$\text{MAX} = s_1^- + s_2^- + s_3^- + s_4^- + s_1^+ + s_2^+ + s_3^+;$$

$$\begin{aligned} & (\lambda_1 * 4113890) + (\lambda_2 * 36819510) + (\lambda_3 * 45190292) + (\lambda_4 * 2375992) + \\ & (\lambda_5 * 10470903) + (\lambda_6 * 1462570) + (\lambda_7 * 5757334) + (\lambda_8 * 3134840) + (\lambda_9 * 8372145) \\ & + (\lambda_{10} * 144743575) + (\lambda_{11} * 1046262) + (\lambda_{12} * 32021473) + (\lambda_{13} * 13463063) + \\ & (\lambda_{14} * 13302185) + (\lambda_{15} * 192146451) + (\lambda_{16} * 10682629) + (\lambda_{17} * 88854896) + \\ & (\lambda_{18} * 33144290) + (\lambda_{19} * 187466479) + (\lambda_{20} * 3017635) + (\lambda_{21} * 77448157) + \\ & (\lambda_{22} * 145742785) + (\lambda_{23} * 31736010) + (\lambda_{24} * 47401393) + (\lambda_{25} * 81168762) + \\ & (\lambda_{26} * 54632586) + (\lambda_{27} * 60514558) + (\lambda_{28} * 25197994) + (\lambda_{29} * 27970009) + \\ & (\lambda_{30} * 67279304) + (\lambda_{31} * 135976942) + (\lambda_{32} * 116832534) + (\lambda_{33} * 72448275) + \\ & (\lambda_{34} * 63748622) + (\lambda_{35} * 254806355) + (\lambda_{36} * 114400123) + (\lambda_{37} * 131201269) + \\ & (\lambda_{38} * 250412821) + (\lambda_{39} * 291224656) + (\lambda_{40} * 467380152) + (\lambda_{41} * 583736868) + \\ & (\lambda_{42} * 417784278) + (\lambda_{43} * 98735443) + (\lambda_{44} * 345838537) + (\lambda_{45} * 146434609) + \\ & (\lambda_{46} * 397302725) + (\lambda_{47} * 453800535) + (\lambda_{48} * 441525341) + (\lambda_{49} * 388814504) + \\ & (\lambda_{50} * 717604685) + (\lambda_{51} * 1008253653) + (\lambda_{52} * 245426573) + (\lambda_{53} * 731248262) + \\ & (\lambda_{54} * 1433535208) + s_1^- = 4113890; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (\lambda_1 * 9804.9) + (\lambda_2 * 9840.294118) + (\lambda_3 * 21584.66667) + (\lambda_4 * 5231.631579) + \\ & (\lambda_5 * 7885.071429) + (\lambda_6 * 13560.35714) + (\lambda_7 * 7803.190476) + (\lambda_8 * 8689.093023) \\ & + (\lambda_9 * 5752.860465) + (\lambda_{10} * 9966.727273) + (\lambda_{11} * 14889.1087) + (\lambda_{12} * 6281.06) + \\ & (\lambda_{13} * 7722.269231) + (\lambda_{14} * 6416.5) + (\lambda_{15} * 29875.21311) + (\lambda_{16} * 7433.72973) + \\ & (\lambda_{17} * 11696.41558) + (\lambda_{18} * 23867.31169) + (\lambda_{19} * 44455.62025) + \\ & (\lambda_{20} * 13280.21176) + (\lambda_{21} * 7408.244898) + (\lambda_{22} * 22608.97248) + \\ & (\lambda_{23} * 8180.166667) + (\lambda_{24} * 6572.457364) + (\lambda_{25} * 11179.57857) + \\ & (\lambda_{26} * 11826.72727) + (\lambda_{27} * 19595.02098) + (\lambda_{28} * 10184.90278) + \\ & (\lambda_{29} * 14588.63448) + (\lambda_{30} * 20502.98286) + (\lambda_{31} * 17734.0163) + \\ & (\lambda_{32} * 6379.949074) + (\lambda_{33} * 15823.64732) + (\lambda_{34} * 33533.27843) + \end{aligned}$$

Ek-3. (Devam) Demir çelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe stokastik VZA ile etkinlik ölçümünde kullanılan deterministik Veri Zarflama Analizi ve $\alpha=0,05$ için şans kısıtlı VZA modelleri

$$\begin{aligned}
 &(\lambda_{35} * 18112.68165) + (\lambda_{36} * 13388.78058) + (\lambda_{37} * 12822.01208) + (\lambda_{38} * 13915) + \\
 &(\lambda_{39} * 20602.0283) + (\lambda_{40} * 43080.0835) + (\lambda_{41} * 25306.8297) + (\lambda_{42} * 9394.022876) + \\
 &(\lambda_{43} * 19441.12638) + (\lambda_{44} * 28226.85891) + (\lambda_{45} * 9026.570108) + \\
 &(\lambda_{46} * 15981.33433) + (\lambda_{47} * 16773.8849) + (\lambda_{48} * 37375.61791) + \\
 &(\lambda_{49} * 17577.54875) + (\lambda_{50} * 24642.3608) + (\lambda_{51} * 22891.78776) + \\
 &(\lambda_{52} * 18486.49682) + (\lambda_{53} * 24140.01026) + (\lambda_{54} * 50398.40353) + s_2^- = 9804.9;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &(\lambda_1 * 2214398) + (\lambda_2 * 11406673) + (\lambda_3 * 4944691) + (\lambda_4 * 173388) + (\lambda_5 * 2326882) + \\
 &(\lambda_6 * 83554) + (\lambda_7 * 1485254) + (\lambda_8 * 144900) + (\lambda_9 * 5576321) + (\lambda_{10} * 86432882) + \\
 &(\lambda_{11} * 100131) + (\lambda_{12} * 6606730) + (\lambda_{13} * 2816544) + (\lambda_{14} * 1305031) + (\lambda_{15} * 8460996) + \\
 &(\lambda_{16} * 3882852) + (\lambda_{17} * 8470065) + (\lambda_{18} * 9572629) + (\lambda_{19} * 125930562) + \\
 &(\lambda_{20} * 1533361) + (\lambda_{21} * 17999520) + (\lambda_{22} * 12330281) + (\lambda_{23} * 11185899) + \\
 &(\lambda_{24} * 32742624) + (\lambda_{25} * 7359452) + (\lambda_{26} * 2946312) + (\lambda_{27} * 9712823) + \\
 &(\lambda_{28} * 9515007) + (\lambda_{29} * 4091667) + (\lambda_{30} * 2032463) + (\lambda_{31} * 55267730) + \\
 &(\lambda_{32} * 35439866) + (\lambda_{33} * 31385571) + (\lambda_{34} * 21593446) + (\lambda_{35} * 35361524) + \\
 &(\lambda_{36} * 12001581) + (\lambda_{37} * 3759025) + (\lambda_{38} * 22845014) + (\lambda_{39} * 18641577) + \\
 &(\lambda_{40} * 44654263) + (\lambda_{41} * 50947790) + (\lambda_{42} * 64708722) + (\lambda_{43} * 13022619) + \\
 &(\lambda_{44} * 43316039) + (\lambda_{45} * 58979738) + (\lambda_{46} * 87126291) + (\lambda_{47} * 83636268) + \\
 &(\lambda_{48} * 93411501) + (\lambda_{49} * 56909011) + (\lambda_{50} * 210793870) + (\lambda_{51} * 430050793) + \\
 &(\lambda_{52} * 26002781) + (\lambda_{53} * 38631702) + (\lambda_{54} * 104938072) + s_3^- = 2214398;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &(\lambda_1 * 334272) + (\lambda_2 * 2304248) + (\lambda_3 * 2037222) + (\lambda_4 * 22103) + (\lambda_5 * 609028) + \\
 &(\lambda_6 * 543082) + (\lambda_7 * 47427) + (\lambda_8 * 967488) + (\lambda_9 * 699817) + (\lambda_{10} * 7248000) + \\
 &(\lambda_{11} * 573903) + (\lambda_{12} * 2917987) + (\lambda_{13} * 135050) + (\lambda_{14} * 35618) + (\lambda_{15} * 151347) + \\
 &(\lambda_{16} * 758200) + (\lambda_{17} * 4698956) + (\lambda_{18} * 4031821) + (\lambda_{19} * 167409) + (\lambda_{20} * 99281) + \\
 &(\lambda_{21} * 1136616) + (\lambda_{22} * 171891) + (\lambda_{23} * 875249) + (\lambda_{24} * 3208642) + (\lambda_{25} * 2726172) + \\
 &(\lambda_{26} * 1856888) + (\lambda_{27} * 2160376) + (\lambda_{28} * 602999) + (\lambda_{29} * 415835) + \\
 &(\lambda_{30} * 2968091) + (\lambda_{31} * 1534710) + (\lambda_{32} * 4220963) + (\lambda_{33} * 2848580) + \\
 &(\lambda_{34} * 11855872) + (\lambda_{35} * 2304200) + (\lambda_{36} * 4703081) + (\lambda_{37} * 17847882) + \\
 &(\lambda_{38} * 35690321) + (\lambda_{39} * 39520773) + (\lambda_{40} * 17489559) + (\lambda_{41} * 64415737) +
 \end{aligned}$$

Ek-3. (Devam) Demir çelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe stokastik VZA ile etkinlik ölçümünde kullanılan deterministik Veri Zarflama Analizi ve $\alpha=0,05$ için şans kısıtlı VZA modelleri

$$(\lambda_{42} * 52525435) + (\lambda_{43} * 25209953) + (\lambda_{44} * 50381013) + (\lambda_{45} * 34062500) + \\ (\lambda_{46} * 50240535) + (\lambda_{47} * 65287781) + (\lambda_{48} * 16679534) + (\lambda_{49} * 39657980) + \\ (\lambda_{50} * 7568834) + (\lambda_{51} * 150073357) + (\lambda_{52} * 10616427) + (\lambda_{53} * 85517212) + \\ (\lambda_{54} * 135556118) + s_4^- = 334272;$$

$$(\lambda_1 * 4962839) + (\lambda_2 * 42189379) + (\lambda_3 * 52718113) + (\lambda_4 * 2754410) + \\ (\lambda_5 * 14675711) + (\lambda_6 * 2392067) + (\lambda_7 * 7876639) + (\lambda_8 * 5190285) + \\ (\lambda_9 * 14334920) + (\lambda_{10} * 207007849) + (\lambda_{11} * 2771213) + (\lambda_{12} * 35541989) + \\ (\lambda_{13} * 15644898) + (\lambda_{14} * 14518604) + (\lambda_{15} * 193409261) + (\lambda_{16} * 13939359) + \\ (\lambda_{17} * 105379218) + (\lambda_{18} * 48381596) + (\lambda_{19} * 204416842) + (\lambda_{20} * 6566969) + \\ (\lambda_{21} * 96485994) + (\lambda_{22} * 158963443) + (\lambda_{23} * 39741743) + (\lambda_{24} * 51249787) + \\ (\lambda_{25} * 103080054) + (\lambda_{26} * 61309919) + (\lambda_{27} * 76594296) + (\lambda_{28} * 33067970) + \\ (\lambda_{29} * 30447294) + (\lambda_{30} * 81677986) + (\lambda_{31} * 137666767) + (\lambda_{32} * 132249457) + \\ (\lambda_{33} * 83683717) + (\lambda_{34} * 134421206) + (\lambda_{35} * 317000752) + (\lambda_{36} * 123215629) + \\ (\lambda_{37} * 174102004) + (\lambda_{38} * 314498073) + (\lambda_{39} * 353740828) + (\lambda_{40} * 681142445) + \\ (\lambda_{41} * 737188865) + (\lambda_{42} * 559090512) + (\lambda_{43} * 189803786) + (\lambda_{44} * 509779143) + \\ (\lambda_{45} * 275928361) + (\lambda_{46} * 559079515) + (\lambda_{47} * 647792060) + (\lambda_{48} * 631933659) + \\ (\lambda_{49} * 529828321) + (\lambda_{50} * 978654971) + (\lambda_{51} * 1662488314) + (\lambda_{52} * 469692023) + \\ (\lambda_{53} * 1209069587) + (\lambda_{54} * 3060606277) - s_1^+ = 4962839;$$

$$(\lambda_1 * 1910150) + (\lambda_2 * 11210538) + (\lambda_3 * 4017944) + (\lambda_4 * 219892) + (\lambda_5 * 2390110) + \\ (\lambda_6 * 63743) + (\lambda_7 * 85301) + (\lambda_8 * 74200) + (\lambda_9 * 4014680) + (\lambda_{10} * 62681473) + \\ (\lambda_{11} * 44402) + (\lambda_{12} * 10346947) + (\lambda_{13} * 1878118) + (\lambda_{14} * 688662) + (\lambda_{15} * 11680768) \\ + (\lambda_{16} * 1875738) + (\lambda_{17} * 2881199) + (\lambda_{18} * 1673362) + (\lambda_{19} * 130945910) + \\ (\lambda_{20} * 516062) + (\lambda_{21} * 14669113) + (\lambda_{22} * 5624614) + (\lambda_{23} * 8197417) + \\ (\lambda_{24} * 35615862) + (\lambda_{25} * 1637898) + (\lambda_{26} * 287131) + (\lambda_{27} * 5063641) + \\ (\lambda_{28} * 4885140) + (\lambda_{29} * 5613175) + (\lambda_{30} * 3122463) + (\lambda_{31} * 59098922) + \\ (\lambda_{32} * 33269279) + (\lambda_{33} * 31794727) + (\lambda_{34} * 5190081) + (\lambda_{35} * 43851555) + \\ (\lambda_{36} * 14175226) + (\lambda_{37} * 1863876) + (\lambda_{38} * 7563914) + (\lambda_{39} * 9880250) + \\ (\lambda_{40} * 3976385) + (\lambda_{41} * 47064983) + (\lambda_{42} * 57595106) + (\lambda_{43} * 3218645) +$$

Ek-3. (Devam) Demir çelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe stokastik VZA ile etkinlik ölçümünde kullanılan deterministik Veri Zarflama Analizi ve $\alpha=0,05$ için şans kısıtlı VZA modelleri

$$(\lambda_{44} * 27180321) + (\lambda_{45} * 30744303) + (\lambda_{46} * 66063113) + (\lambda_{47} * 54725895) + \\ (\lambda_{48} * 4643914) + (\lambda_{49} * 63710107) + (\lambda_{50} * 153839171) + (\lambda_{51} * 142362347) + \\ (\lambda_{52} * 34662025) + (\lambda_{53} * 144522331) + (\lambda_{54} * 85700000) - s_2^+ = 1910150;$$

$$(\lambda_1 * 19487) + (\lambda_2 * 12783170) + (\lambda_3 * 10631976) + (\lambda_4 * 2532919) + (\lambda_5 * 15572) + \\ (\lambda_6 * 272451) + (\lambda_7 * 280692) + (\lambda_8 * 90402) + (\lambda_9 * 136143) + (\lambda_{10} * 114812683) + \\ (\lambda_{11} * 553177) + (\lambda_{12} * 12829741) + (\lambda_{13} * 256867) + (\lambda_{14} * 3748815) + \\ (\lambda_{15} * 50152906) + (\lambda_{16} * 96360) + (\lambda_{17} * 23989607) + (\lambda_{18} * 30525767) + \\ (\lambda_{19} * 6254133) + (\lambda_{20} * 526480) + (\lambda_{21} * 19018877) + (\lambda_{22} * 41378055) + \\ (\lambda_{23} * 11085192) + (\lambda_{24} * 10931626) + (\lambda_{25} * 76862) + (\lambda_{26} * 3302303) + \\ (\lambda_{27} * 30197638) + (\lambda_{28} * 18008180) + (\lambda_{29} * 16686) + (\lambda_{30} * 58945297) + \\ (\lambda_{31} * 8807367) + (\lambda_{32} * 56981917) + (\lambda_{33} * 39007470) + (\lambda_{34} * 54529642) + \\ (\lambda_{35} * 71398366) + (\lambda_{36} * 49385336) + (\lambda_{37} * 11194107) + (\lambda_{38} * 176087923) + \\ (\lambda_{39} * 8097718) + (\lambda_{40} * 170507235) + (\lambda_{41} * 598345215) + (\lambda_{42} * 386797250) + \\ (\lambda_{43} * 66131223) + (\lambda_{44} * 444434846) + (\lambda_{45} * 88503066) + (\lambda_{46} * 200641) + \\ (\lambda_{47} * 415890905) + (\lambda_{48} * 238702499) + (\lambda_{49} * 374133243) + (\lambda_{50} * 655721043) + \\ \lambda_{51} * 109237829) + (\lambda_{52} * 997384) + (\lambda_{53} * 418539908) + (\lambda_{54} * 469203000) - s_3^+ = \\ 19487;$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6 + \lambda_7 + \lambda_8 + \lambda_9 + \lambda_{10} + \lambda_{11} + \lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14} + \lambda_{15} + \lambda_{16} + \lambda_{17} + \lambda_{18} + \lambda_{19} + \\ \lambda_{20} + \lambda_{21} + \lambda_{22} + \lambda_{23} + \lambda_{24} + \lambda_{25} + \lambda_{26} + \lambda_{27} + \lambda_{28} + \lambda_{29} + \lambda_{30} + \lambda_{31} + \lambda_{32} + \lambda_{33} + \lambda_{34} + \lambda_{35} + \lambda_{36} + \\ \lambda_{37} + \lambda_{38} + \lambda_{39} + \lambda_{40} + \lambda_{41} + \lambda_{42} + \lambda_{43} + \lambda_{44} + \lambda_{45} + \lambda_{46} + \lambda_{47} + \lambda_{48} + \lambda_{49} + \lambda_{50} + \lambda_{51} + \lambda_{52} + \lambda_{53} + \\ \lambda_{54} = 1;$$

$$\lambda_1 \geq 0; \lambda_2 \geq 0; \lambda_3 \geq 0; \lambda_4 \geq 0; \lambda_5 \geq 0; \lambda_6 \geq 0; \lambda_7 \geq 0; \lambda_8 \geq 0; \lambda_9 \geq 0; \lambda_{10} \geq 0;$$

$$\lambda_{11} \geq 0; \lambda_{12} \geq 0; \lambda_{13} \geq 0; \lambda_{14} \geq 0; \lambda_{15} \geq 0; \lambda_{16} \geq 0; \lambda_{17} \geq 0; \lambda_{18} \geq 0; \lambda_{19} \geq 0; \lambda_{20} \geq 0;$$

$$\lambda_{21} \geq 0; \lambda_{22} \geq 0; \lambda_{23} \geq 0; \lambda_{24} \geq 0; \lambda_{25} \geq 0; \lambda_{26} \geq 0; \lambda_{27} \geq 0; \lambda_{28} \geq 0; \lambda_{29} \geq 0; \lambda_{30} \\ \geq 0;$$

$$\lambda_{31} \geq 0; \lambda_{32} \geq 0; \lambda_{33} \geq 0; \lambda_{34} \geq 0; \lambda_{35} \geq 0; \lambda_{36} \geq 0; \lambda_{37} \geq 0; \lambda_{38} \geq 0; \lambda_{39} \geq 0; \lambda_{40} \\ \geq 0;$$

Ek-3. (Devam) Demir çelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe stokastik VZA ile etkinlik ölçümünde kullanılan deterministik Veri Zarflama Analizi ve $\alpha=0,05$ için şans kısıtlı VZA modelleri

$$\lambda_{41} \geq 0; \lambda_{42} \geq 0; \lambda_{43} \geq 0; \lambda_{44} \geq 0; \lambda_{45} \geq 0; \lambda_{46} \geq 0; \lambda_{47} \geq 0; \lambda_{48} \geq 0; \lambda_{49} \geq 0; \lambda_{50} \geq 0;$$

$$\lambda_{51} \geq 0; \lambda_{52} \geq 0; \lambda_{53} \geq 0; \lambda_{54} \geq 0; s_1^- \geq 0; s_2^- \geq 0; s_3^- \geq 0; s_4^- \geq 0; s_1^+ \geq 0; s_2^+ \geq 0; s_3^+ \geq 0;$$

END

MODEL:

$$\text{MAX} = s_1^- + s_2^- + s_3^- + s_4^- + s_1^+ + s_2^+ + s_3^+;$$

‘ $\alpha = 0,05$ için’;

$$\begin{aligned} & (\lambda_1 * 4113890) + (\lambda_2 * 36819510) + (\lambda_3 * 45190292) + (\lambda_4 * 2375992) + \\ & (\lambda_5 * 10470903) + (\lambda_6 * 1462570) + (\lambda_7 * 5757334) + (\lambda_8 * 3134840) + (\lambda_9 * 8372145) \\ & + (\lambda_{10} * 144743575) + (\lambda_{11} * 1046262) + (\lambda_{12} * 32021473) + (\lambda_{13} * 13463063) + \\ & (\lambda_{14} * 13302185) + (\lambda_{15} * 192146451) + (\lambda_{16} * 10682629) + (\lambda_{17} * 88854896) + \\ & (\lambda_{18} * 33144290) + (\lambda_{19} * 187466479) + (\lambda_{20} * 3017635) + (\lambda_{21} * 77448157) + \\ & (\lambda_{22} * 145742785) + (\lambda_{23} * 31736010) + (\lambda_{24} * 47401393) + (\lambda_{25} * 81168762) + \\ & (\lambda_{26} * 54632586) + (\lambda_{27} * 60514558) + (\lambda_{28} * 25197994) + (\lambda_{29} * 27970009) + \\ & (\lambda_{30} * 67279304) + (\lambda_{31} * 135976942) + (\lambda_{32} * 116832534) + (\lambda_{33} * 72448275) + \\ & (\lambda_{34} * 63748622) + (\lambda_{35} * 254806355) + (\lambda_{36} * 114400123) + (\lambda_{37} * 131201269) + \\ & (\lambda_{38} * 250412821) + (\lambda_{39} * 291224656) + (\lambda_{40} * 467380152) + (\lambda_{41} * 583736868) + \\ & (\lambda_{42} * 417784278) + (\lambda_{43} * 98735443) + (\lambda_{44} * 345838537) + (\lambda_{45} * 146434609) + \\ & (\lambda_{46} * 397302725) + (\lambda_{47} * 453800535) + (\lambda_{48} * 441525341) + (\lambda_{49} * 388814504) + \\ & (\lambda_{50} * 717604685) + (\lambda_{51} * 1008253653) + (\lambda_{52} * 245426573) + (\lambda_{53} * 731248262) + \\ & (\lambda_{54} * 1433535208) + s_1^- - ((\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 + \lambda_4^2 + \lambda_5^2 + \lambda_6^2 + \lambda_7^2 + \lambda_8^2 \\ & + \lambda_9^2 + \lambda_{10}^2 + \lambda_{11}^2 + \lambda_{12}^2 + \lambda_{13}^2 + \lambda_{14}^2 + \lambda_{15}^2 + \lambda_{16}^2 + \lambda_{17}^2 + \lambda_{18}^2 \\ & + \lambda_{19}^2 + \lambda_{20}^2 + \lambda_{21}^2 + \lambda_{22}^2 + \lambda_{23}^2 + \lambda_{24}^2 + \lambda_{25}^2 + \lambda_{26}^2 + \lambda_{27}^2 + \lambda_{28}^2 \\ & + \lambda_{29}^2 + \lambda_{30}^2 + \lambda_{31}^2 + \lambda_{32}^2 + \lambda_{33}^2 + \lambda_{34}^2 + \lambda_{35}^2 + \lambda_{36}^2 + \lambda_{37}^2 + \lambda_{38}^2 \\ & + \lambda_{39}^2 + \lambda_{40}^2 + \lambda_{41}^2 + \lambda_{42}^2 + \lambda_{43}^2 + \lambda_{44}^2 + \lambda_{45}^2 + \lambda_{46}^2 + \lambda_{47}^2 + \lambda_{48}^2 \\ & + \lambda_{49}^2 + \lambda_{50}^2 + \lambda_{51}^2 + \lambda_{52}^2 + \lambda_{53}^2 + \lambda_{54}^2 - 2 * \lambda_1 + 1)^{0.5})) = 4113890; \end{aligned}$$

Ek-3. (Devam) Demir çelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe stokastik VZA ile etkinlik ölçümünde kullanılan deterministik Veri Zarflama Analizi ve $\alpha=0,05$ için şans kısıtlı VZA modelleri

$$\begin{aligned}
& (\lambda_1 * 9804.9) + (\lambda_2 * 9840.294118) + (\lambda_3 * 21584.66667) + (\lambda_4 * 5231.631579) + \\
& (\lambda_5 * 7885.071429) + (\lambda_6 * 13560.35714) + (\lambda_7 * 7803.190476) + (\lambda_8 * 8689.093023) \\
& + (\lambda_9 * 5752.860465) + (\lambda_{10} * 9966.727273) + (\lambda_{11} * 14889.1087) + (\lambda_{12} * 6281.06) + \\
& (\lambda_{13} * 7722.269231) + (\lambda_{14} * 6416.5) + (\lambda_{15} * 29875.21311) + (\lambda_{16} * 7433.72973) + \\
& (\lambda_{17} * 11696.41558) + (\lambda_{18} * 23867.31169) + (\lambda_{19} * 44455.62025) + \\
& (\lambda_{20} * 13280.21176) + (\lambda_{21} * 7408.244898) + (\lambda_{22} * 22608.97248) + \\
& (\lambda_{23} * 8180.166667) + (\lambda_{24} * 6572.457364) + (\lambda_{25} * 11179.57857) + \\
& (\lambda_{26} * 11826.72727) + (\lambda_{27} * 19595.02098) + (\lambda_{28} * 10184.90278) + \\
& (\lambda_{29} * 14588.63448) + (\lambda_{30} * 20502.98286) + (\lambda_{31} * 17734.0163) + \\
& (\lambda_{32} * 6379.949074) + (\lambda_{33} * 15823.64732) + (\lambda_{34} * 33533.27843) + \\
& (\lambda_{35} * 18112.68165) + (\lambda_{36} * 13388.78058) + (\lambda_{37} * 12822.01208) + (\lambda_{38} * 13915) + \\
& (\lambda_{39} * 20602.0283) + (\lambda_{40} * 43080.0835) + (\lambda_{41} * 25306.8297) + (\lambda_{42} * 9394.022876) + \\
& (\lambda_{43} * 19441.12638) + (\lambda_{44} * 28226.85891) + (\lambda_{45} * 9026.570108) + \\
& (\lambda_{46} * 15981.33433) + (\lambda_{47} * 16773.8849) + (\lambda_{48} * 37375.61791) + \\
& (\lambda_{49} * 17577.54875) + (\lambda_{50} * 24642.3608) + (\lambda_{51} * 22891.78776) + \\
& (\lambda_{52} * 18486.49682) + (\lambda_{53} * 24140.01026) + (\lambda_{54} * 50398.40353) + s_2^- - \\
& ((1.64) * (10342.73423) * ((\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 + \lambda_4^2 + \lambda_5^2 + \lambda_6^2 + \lambda_7^2 + \lambda_8^2 \\
& + \lambda_9^2 + \lambda_{10}^2 + \lambda_{11}^2 + \lambda_{12}^2 + \lambda_{13}^2 + \lambda_{14}^2 + \lambda_{15}^2 + \lambda_{16}^2 + \lambda_{17}^2 + \lambda_{18}^2 \\
& + \lambda_{19}^2 + \lambda_{20}^2 + \lambda_{21}^2 + \lambda_{22}^2 + \lambda_{23}^2 + \lambda_{24}^2 + \lambda_{25}^2 + \lambda_{26}^2 + \lambda_{27}^2 + \lambda_{28}^2 \\
& + \lambda_{29}^2 + \lambda_{30}^2 + \lambda_{31}^2 + \lambda_{32}^2 + \lambda_{33}^2 + \lambda_{34}^2 + \lambda_{35}^2 + \lambda_{36}^2 + \lambda_{37}^2 + \lambda_{38}^2 \\
& + \lambda_{39}^2 + \lambda_{40}^2 + \lambda_{41}^2 + \lambda_{42}^2 + \lambda_{43}^2 + \lambda_{44}^2 + \lambda_{45}^2 + \lambda_{46}^2 + \lambda_{47}^2 + \lambda_{48}^2 \\
& + \lambda_{49}^2 + \lambda_{50}^2 + \lambda_{51}^2 + \lambda_{52}^2 + \lambda_{53}^2 + \lambda_{54}^2 - 2 * \lambda_1 + 1)^{0.5})) = 9804.9; \\
& (\lambda_1 * 2214398) + (\lambda_2 * 11406673) + (\lambda_3 * 4944691) + (\lambda_4 * 173388) + (\lambda_5 * 2326882) + \\
& (\lambda_6 * 83554) + (\lambda_7 * 1485254) + (\lambda_8 * 144900) + (\lambda_9 * 5576321) + (\lambda_{10} * 86432882) + \\
& (\lambda_{11} * 100131) + (\lambda_{12} * 6606730) + (\lambda_{13} * 2816544) + (\lambda_{14} * 1305031) + (\lambda_{15} * 8460996) \\
& + (\lambda_{16} * 3882852) + (\lambda_{17} * 8470065) + (\lambda_{18} * 9572629) + (\lambda_{19} * 125930562) + \\
& (\lambda_{20} * 1533361) + (\lambda_{21} * 17999520) + (\lambda_{22} * 12330281) + (\lambda_{23} * 11185899) + \\
& (\lambda_{24} * 32742624) + (\lambda_{25} * 7359452) + (\lambda_{26} * 2946312) + (\lambda_{27} * 9712823) + \\
& (\lambda_{28} * 9515007) + (\lambda_{29} * 4091667) + (\lambda_{30} * 2032463) + (\lambda_{31} * 55267730) +
\end{aligned}$$

Ek-3. (Devam) Demir çelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe stokastik VZA ile etkinlik ölçümünde kullanılan deterministik Veri Zarflama Analizi ve $\alpha=0,05$ için şans kısıtlı VZA modelleri

$$\begin{aligned}
& (\lambda_{32} * 35439866) + (\lambda_{33} * 31385571) + (\lambda_{34} * 21593446) + (\lambda_{35} * 35361524) + \\
& (\lambda_{36} * 12001581) + (\lambda_{37} * 3759025) + (\lambda_{38} * 22845014) + (\lambda_{39} * 18641577) + \\
& (\lambda_{40} * 44654263) + (\lambda_{41} * 50947790) + (\lambda_{42} * 64708722) + (\lambda_{43} * 13022619) + \\
& (\lambda_{44} * 43316039) + (\lambda_{45} * 58979738) + (\lambda_{46} * 87126291) + (\lambda_{47} * 83636268) + \\
& (\lambda_{48} * 93411501) + (\lambda_{49} * 56909011) + (\lambda_{50} * 210793870) + (\lambda_{51} * 430050793) + \\
& (\lambda_{52} * 26002781) + (\lambda_{53} * 38631702) + (\lambda_{54} * 104938072) + s_3^- - \\
& ((1.64) * (67348576.41753)) * ((\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 + \lambda_4^2 + \lambda_5^2 + \lambda_6^2 + \lambda_7^2 \\
& + \lambda_8^2 + \lambda_9^2 + \lambda_{10}^2 + \lambda_{11}^2 + \lambda_{12}^2 + \lambda_{13}^2 + \lambda_{14}^2 + \lambda_{15}^2 + \lambda_{16}^2 + \lambda_{17}^2 \\
& + \lambda_{18}^2 + \lambda_{19}^2 + \lambda_{20}^2 + \lambda_{21}^2 + \lambda_{22}^2 + \lambda_{23}^2 + \lambda_{24}^2 + \lambda_{25}^2 + \lambda_{26}^2 + \lambda_{27}^2 \\
& + \lambda_{28}^2 + \lambda_{29}^2 + \lambda_{30}^2 + \lambda_{31}^2 + \lambda_{32}^2 + \lambda_{33}^2 + \lambda_{34}^2 + \lambda_{35}^2 + \lambda_{36}^2 + \lambda_{37}^2 \\
& + \lambda_{38}^2 + \lambda_{39}^2 + \lambda_{40}^2 + \lambda_{41}^2 + \lambda_{42}^2 + \lambda_{43}^2 + \lambda_{44}^2 + \lambda_{45}^2 + \lambda_{46}^2 + \lambda_{47}^2 \\
& + \lambda_{48}^2 + \lambda_{49}^2 + \lambda_{50}^2 + \lambda_{51}^2 + \lambda_{52}^2 + \lambda_{53}^2 + \lambda_{54}^2 - 2 * \lambda_1 + 1)^{0.5}) = 2214398; \\
& (\lambda_1 * 334272) + (\lambda_2 * 2304248) + (\lambda_3 * 2037222) + (\lambda_4 * 22103) + (\lambda_5 * 609028) + \\
& (\lambda_6 * 543082) + (\lambda_7 * 47427) + (\lambda_8 * 967488) + (\lambda_9 * 699817) + (\lambda_{10} * 7248000) + \\
& (\lambda_{11} * 573903) + (\lambda_{12} * 2917987) + (\lambda_{13} * 135050) + (\lambda_{14} * 35618) + (\lambda_{15} * 151347) + \\
& (\lambda_{16} * 758200) + (\lambda_{17} * 4698956) + (\lambda_{18} * 4031821) + (\lambda_{19} * 167409) + (\lambda_{20} * 99281) + \\
& (\lambda_{21} * 1136616) + (\lambda_{22} * 171891) + (\lambda_{23} * 875249) + (\lambda_{24} * 3208642) + (\lambda_{25} * 2726172) \\
& + (\lambda_{26} * 1856888) + (\lambda_{27} * 2160376) + (\lambda_{28} * 602999) + (\lambda_{29} * 415835) + \\
& (\lambda_{30} * 2968091) + (\lambda_{31} * 1534710) + (\lambda_{32} * 4220963) + (\lambda_{33} * 2848580) + \\
& (\lambda_{34} * 11855872) + (\lambda_{35} * 2304200) + (\lambda_{36} * 4703081) + (\lambda_{37} * 17847882) + \\
& (\lambda_{38} * 35690321) + (\lambda_{39} * 39520773) + (\lambda_{40} * 17489559) + (\lambda_{41} * 64415737) + \\
& (\lambda_{42} * 52525435) + (\lambda_{43} * 25209953) + (\lambda_{44} * 50381013) + (\lambda_{45} * 34062500) + \\
& (\lambda_{46} * 50240535) + (\lambda_{47} * 65287781) + (\lambda_{48} * 16679534) + (\lambda_{49} * 39657980) + \\
& (\lambda_{50} * 7568834) + (\lambda_{51} * 150073357) + (\lambda_{52} * 10616427) + (\lambda_{53} * 85517212) + \\
& (\lambda_{54} * 135556118) + s_4^- - ((1.64) * (32105649.97002)) * ((\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 + \lambda_4^2 \\
& + \lambda_5^2 + \lambda_6^2 + \lambda_7^2 + \lambda_8^2 + \lambda_9^2 + \lambda_{10}^2 + \lambda_{11}^2 + \lambda_{12}^2 + \lambda_{13}^2 + \lambda_{14}^2 + \lambda_{15}^2 \\
& + \lambda_{16}^2 + \lambda_{17}^2 + \lambda_{18}^2 + \lambda_{19}^2 + \lambda_{20}^2 + \lambda_{21}^2 + \lambda_{22}^2 + \lambda_{23}^2 + \lambda_{24}^2 + \lambda_{25}^2 \\
& + \lambda_{26}^2 + \lambda_{27}^2 + \lambda_{28}^2 + \lambda_{29}^2 + \lambda_{30}^2 + \lambda_{31}^2 + \lambda_{32}^2 + \lambda_{33}^2 + \lambda_{34}^2 + \lambda_{35}^2 \\
& + \lambda_{36}^2 + \lambda_{37}^2 + \lambda_{38}^2 + \lambda_{39}^2 + \lambda_{40}^2 + \lambda_{41}^2 + \lambda_{42}^2 + \lambda_{43}^2 + \lambda_{44}^2 + \lambda_{45}^2
\end{aligned}$$

Ek-3. (Devam) Demir çelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe stokastik VZA ile etkinlik ölçümünde kullanılan deterministik Veri Zarflama Analizi ve $\alpha=0,05$ için şans kısıtlı VZA modelleri

$$+ \lambda_{46}^2 + \lambda_{47}^2 + \lambda_{48}^2 + \lambda_{49}^2 + \lambda_{50}^2 + \lambda_{51}^2 + \lambda_{52}^2 + \lambda_{53}^2 + \lambda_{54}^2 - 2 * \lambda_1 + 1)^{0.5}) = 334272;$$

$$\begin{aligned} & (\lambda_1 * 4962839) + (\lambda_2 * 42189379) + (\lambda_3 * 52718113) + (\lambda_4 * 2754410) + \\ & (\lambda_5 * 14675711) + (\lambda_6 * 2392067) + (\lambda_7 * 7876639) + (\lambda_8 * 5190285) + \\ & (\lambda_9 * 14334920) + (\lambda_{10} * 207007849) + (\lambda_{11} * 2771213) + (\lambda_{12} * 35541989) + \\ & (\lambda_{13} * 15644898) + (\lambda_{14} * 14518604) + (\lambda_{15} * 193409261) + (\lambda_{16} * 13939359) + \\ & (\lambda_{17} * 105379218) + (\lambda_{18} * 48381596) + (\lambda_{19} * 204416842) + (\lambda_{20} * 6566969) + \\ & (\lambda_{21} * 96485994) + (\lambda_{22} * 158963443) + (\lambda_{23} * 39741743) + (\lambda_{24} * 51249787) + \\ & (\lambda_{25} * 103080054) + (\lambda_{26} * 61309919) + (\lambda_{27} * 76594296) + (\lambda_{28} * 33067970) + \\ & (\lambda_{29} * 30447294) + (\lambda_{30} * 81677986) + (\lambda_{31} * 137666767) + (\lambda_{32} * 132249457) + \\ & (\lambda_{33} * 83683717) + (\lambda_{34} * 134421206) + (\lambda_{35} * 317000752) + (\lambda_{36} * 123215629) + \\ & (\lambda_{37} * 174102004) + (\lambda_{38} * 314498073) + (\lambda_{39} * 353740828) + (\lambda_{40} * 681142445) + \\ & (\lambda_{41} * 737188865) + (\lambda_{42} * 559090512) + (\lambda_{43} * 189803786) + (\lambda_{44} * 509779143) + \\ & (\lambda_{45} * 275928361) + (\lambda_{46} * 559079515) + (\lambda_{47} * 647792060) + (\lambda_{48} * 631933659) + \\ & (\lambda_{49} * 529828321) + (\lambda_{50} * 978654971) + (\lambda_{51} * 1662488314) + (\lambda_{52} * 469692023) + \\ & (\lambda_{53} * 1209069587) + (\lambda_{54} * 3060606277) - s_1^+ + ((1.64) * (507631348.07937) * ((\lambda_1^2 \\ & + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 + \lambda_4^2 + \lambda_5^2 + \lambda_6^2 + \lambda_7^2 + \lambda_8^2 + \lambda_9^2 + \lambda_{10}^2 + \lambda_{11}^2 + \lambda_{12}^2 \\ & + \lambda_{13}^2 + \lambda_{14}^2 + \lambda_{15}^2 + \lambda_{16}^2 + \lambda_{17}^2 + \lambda_{18}^2 + \lambda_{19}^2 + \lambda_{20}^2 + \lambda_{21}^2 + \lambda_{22}^2 \\ & + \lambda_{23}^2 + \lambda_{24}^2 + \lambda_{25}^2 + \lambda_{26}^2 + \lambda_{27}^2 + \lambda_{28}^2 + \lambda_{29}^2 + \lambda_{30}^2 + \lambda_{31}^2 + \lambda_{32}^2 \\ & + \lambda_{33}^2 + \lambda_{34}^2 + \lambda_{35}^2 + \lambda_{36}^2 + \lambda_{37}^2 + \lambda_{38}^2 + \lambda_{39}^2 + \lambda_{40}^2 + \lambda_{41}^2 + \lambda_{42}^2 \\ & + \lambda_{43}^2 + \lambda_{44}^2 + \lambda_{45}^2 + \lambda_{46}^2 + \lambda_{47}^2 + \lambda_{48}^2 + \lambda_{49}^2 + \lambda_{50}^2 + \lambda_{51}^2 + \lambda_{52}^2 \\ & + \lambda_{53}^2 + \lambda_{54}^2 - 2 * \lambda_1 + 1)^{0.5})) = 4962839; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (\lambda_1 * 1910150) + (\lambda_2 * 11210538) + (\lambda_3 * 4017944) + (\lambda_4 * 219892) + (\lambda_5 * 2390110) + \\ & (\lambda_6 * 63743) + (\lambda_7 * 85301) + (\lambda_8 * 74200) + (\lambda_9 * 4014680) + (\lambda_{10} * 62681473) + \\ & (\lambda_{11} * 44402) + (\lambda_{12} * 10346947) + (\lambda_{13} * 1878118) + (\lambda_{14} * 688662) + (\lambda_{15} * 11680768) \\ & + (\lambda_{16} * 1875738) + (\lambda_{17} * 2881199) + (\lambda_{18} * 1673362) + (\lambda_{19} * 130945910) + \\ & (\lambda_{20} * 516062) + (\lambda_{21} * 14669113) + (\lambda_{22} * 5624614) + (\lambda_{23} * 8197417) + \\ & (\lambda_{24} * 35615862) + (\lambda_{25} * 1637898) + (\lambda_{26} * 287131) + (\lambda_{27} * 5063641) + \\ & (\lambda_{28} * 4885140) + (\lambda_{29} * 5613175) + (\lambda_{30} * 3122463) + (\lambda_{31} * 59098922) + \end{aligned}$$

Ek-3. (Devam) Demir çelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe stokastik VZA ile etkinlik ölçümünde kullanılan deterministik Veri Zarflama Analizi ve $\alpha=0,05$ için şans kısıtlı VZA modelleri

$$\begin{aligned}
& (\lambda_{32} * 33269279) + (\lambda_{33} * 31794727) + (\lambda_{34} * 5190081) + (\lambda_{35} * 43851555) + \\
& (\lambda_{36} * 14175226) + (\lambda_{37} * 1863876) + (\lambda_{38} * 7563914) + (\lambda_{39} * 9880250) + \\
& (\lambda_{40} * 3976385) + (\lambda_{41} * 47064983) + (\lambda_{42} * 57595106) + (\lambda_{43} * 3218645) + \\
& (\lambda_{44} * 27180321) + (\lambda_{45} * 30744303) + (\lambda_{46} * 66063113) + (\lambda_{47} * 54725895) + \\
& (\lambda_{48} * 4643914) + (\lambda_{49} * 63710107) + (\lambda_{50} * 153839171) + (\lambda_{51} * 142362347) + \\
& (\lambda_{52} * 34662025) + (\lambda_{53} * 144522331) + (\lambda_{54} * 8570000) - s_2^+ + \\
& ((1.64) * (38956601.00078) * ((\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 + \lambda_4^2 + \lambda_5^2 + \lambda_6^2 + \lambda_7^2 \\
& + \lambda_8^2 + \lambda_9^2 + \lambda_{10}^2 + \lambda_{11}^2 + \lambda_{12}^2 + \lambda_{13}^2 + \lambda_{14}^2 + \lambda_{15}^2 + \lambda_{16}^2 + \lambda_{17}^2 \\
& + \lambda_{18}^2 + \lambda_{19}^2 + \lambda_{20}^2 + \lambda_{21}^2 + \lambda_{22}^2 + \lambda_{23}^2 + \lambda_{24}^2 + \lambda_{25}^2 + \lambda_{26}^2 + \lambda_{27}^2 \\
& + \lambda_{28}^2 + \lambda_{29}^2 + \lambda_{30}^2 + \lambda_{31}^2 + \lambda_{32}^2 + \lambda_{33}^2 + \lambda_{34}^2 + \lambda_{35}^2 + \lambda_{36}^2 + \lambda_{37}^2 \\
& + \lambda_{38}^2 + \lambda_{39}^2 + \lambda_{40}^2 + \lambda_{41}^2 + \lambda_{42}^2 + \lambda_{43}^2 + \lambda_{44}^2 + \lambda_{45}^2 + \lambda_{46}^2 + \lambda_{47}^2 \\
& + \lambda_{48}^2 + \lambda_{49}^2 + \lambda_{50}^2 + \lambda_{51}^2 + \lambda_{52}^2 + \lambda_{53}^2 + \lambda_{54}^2 - 2 * \lambda_1 + 1)^{0.5})) = 1910150; \\
& (\lambda_1 * 19487) + (\lambda_2 * 12783170) + (\lambda_3 * 10631976) + (\lambda_4 * 2532919) + (\lambda_5 * 15572) + \\
& (\lambda_6 * 272451) + (\lambda_7 * 280692) + (\lambda_8 * 90402) + (\lambda_9 * 136143) + (\lambda_{10} * 114812683) + \\
& (\lambda_{11} * 553177) + (\lambda_{12} * 12829741) + (\lambda_{13} * 256867) + (\lambda_{14} * 3748815) + \\
& (\lambda_{15} * 50152906) + (\lambda_{16} * 96360) + (\lambda_{17} * 23989607) + (\lambda_{18} * 30525767) + \\
& (\lambda_{19} * 6254133) + (\lambda_{20} * 526480) + (\lambda_{21} * 19018877) + (\lambda_{22} * 41378055) + \\
& (\lambda_{23} * 11085192) + (\lambda_{24} * 10931626) + (\lambda_{25} * 76862) + (\lambda_{26} * 3302303) + \\
& (\lambda_{27} * 30197638) + (\lambda_{28} * 18008180) + (\lambda_{29} * 16686) + (\lambda_{30} * 58945297) + \\
& (\lambda_{31} * 8807367) + (\lambda_{32} * 56981917) + (\lambda_{33} * 39007470) + (\lambda_{34} * 54529642) + \\
& (\lambda_{35} * 71398366) + (\lambda_{36} * 49385336) + (\lambda_{37} * 11194107) + (\lambda_{38} * 176087923) + \\
& (\lambda_{39} * 8097718) + (\lambda_{40} * 170507235) + (\lambda_{41} * 598345215) + (\lambda_{42} * 386797250) + \\
& (\lambda_{43} * 66131223) + (\lambda_{44} * 444434846) + (\lambda_{45} * 88503066) + (\lambda_{46} * 200641) + \\
& (\lambda_{47} * 415890905) + (\lambda_{48} * 238702499) + (\lambda_{49} * 374133243) + (\lambda_{50} * 655721043) + \\
& (\lambda_{51} * 109237829) + (\lambda_{52} * 997384) + (\lambda_{53} * 418539908) + (\lambda_{54} * 469203000) - s_3^+ + \\
& ((1.64) * (167647867.99314) * ((\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 + \lambda_4^2 + \lambda_5^2 + \lambda_6^2 + \lambda_7^2 \\
& + \lambda_8^2 + \lambda_9^2 + \lambda_{10}^2 + \lambda_{11}^2 + \lambda_{12}^2 + \lambda_{13}^2 + \lambda_{14}^2 + \lambda_{15}^2 + \lambda_{16}^2 + \lambda_{17}^2 \\
& + \lambda_{18}^2 + \lambda_{19}^2 + \lambda_{20}^2 + \lambda_{21}^2 + \lambda_{22}^2 + \lambda_{23}^2 + \lambda_{24}^2 + \lambda_{25}^2 + \lambda_{26}^2 + \lambda_{27}^2 \\
& + \lambda_{28}^2 + \lambda_{29}^2 + \lambda_{30}^2 + \lambda_{31}^2 + \lambda_{32}^2 + \lambda_{33}^2 + \lambda_{34}^2 + \lambda_{35}^2 + \lambda_{36}^2 + \lambda_{37}^2
\end{aligned}$$

Ek-3. (Devam) Demir çelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe stokastik VZA ile etkinlik ölçümünde kullanılan deterministik Veri Zarflama Analizi ve $\alpha=0,05$ için şans kısıtlı VZA modelleri

$$+ \lambda_{38}^2 + \lambda_{39}^2 + \lambda_{40}^2 + \lambda_{41}^2 + \lambda_{42}^2 + \lambda_{43}^2 + \lambda_{44}^2 + \lambda_{45}^2 + \lambda_{46}^2 + \lambda_{47}^2 + \lambda_{48}^2 + \lambda_{49}^2 + \lambda_{50}^2 + \lambda_{51}^2 + \lambda_{52}^2 + \lambda_{53}^2 + \lambda_{54}^2 - 2 * \lambda_1 + 1)^{0.5}) = 19487;$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6 + \lambda_7 + \lambda_8 + \lambda_9 + \lambda_{10} + \lambda_{11} + \lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14} + \lambda_{15} + \lambda_{16} + \lambda_{17} + \lambda_{18} + \lambda_{19} + \lambda_{20} + \lambda_{21} + \lambda_{22} + \lambda_{23} + \lambda_{24} + \lambda_{25} + \lambda_{26} + \lambda_{27} + \lambda_{28} + \lambda_{29} + \lambda_{30} + \lambda_{31} + \lambda_{32} + \lambda_{33} + \lambda_{34} + \lambda_{35} + \lambda_{36} + \lambda_{37} + \lambda_{38} + \lambda_{39} + \lambda_{40} + \lambda_{41} + \lambda_{42} + \lambda_{43} + \lambda_{44} + \lambda_{45} + \lambda_{46} + \lambda_{47} + \lambda_{48} + \lambda_{49} + \lambda_{50} + \lambda_{51} + \lambda_{52} + \lambda_{53} + \lambda_{54} = 1;$$

$$\lambda_1 \geq 0; \lambda_2 \geq 0; \lambda_3 \geq 0; \lambda_4 \geq 0; \lambda_5 \geq 0; \lambda_6 \geq 0; \lambda_7 \geq 0; \lambda_8 \geq 0; \lambda_9 \geq 0; \lambda_{10} \geq 0;$$

$$\lambda_{11} \geq 0; \lambda_{12} \geq 0; \lambda_{13} \geq 0; \lambda_{14} \geq 0; \lambda_{15} \geq 0; \lambda_{16} \geq 0; \lambda_{17} \geq 0; \lambda_{18} \geq 0; \lambda_{19} \geq 0; \lambda_{20} \geq 0;$$

$$\lambda_{21} \geq 0; \lambda_{22} \geq 0; \lambda_{23} \geq 0; \lambda_{24} \geq 0; \lambda_{25} \geq 0; \lambda_{26} \geq 0; \lambda_{27} \geq 0; \lambda_{28} \geq 0; \lambda_{29} \geq 0; \lambda_{30} \geq 0;$$

$$\lambda_{31} \geq 0; \lambda_{32} \geq 0; \lambda_{33} \geq 0; \lambda_{34} \geq 0; \lambda_{35} \geq 0; \lambda_{36} \geq 0; \lambda_{37} \geq 0; \lambda_{38} \geq 0; \lambda_{39} \geq 0; \lambda_{40} \geq 0;$$

$$\lambda_{41} \geq 0; \lambda_{42} \geq 0; \lambda_{43} \geq 0; \lambda_{44} \geq 0; \lambda_{45} \geq 0; \lambda_{46} \geq 0; \lambda_{47} \geq 0; \lambda_{48} \geq 0; \lambda_{49} \geq 0; \lambda_{50} \geq 0;$$

$$\lambda_{51} \geq 0; \lambda_{52} \geq 0; \lambda_{53} \geq 0; \lambda_{54} \geq 0; s_1^- \geq 0; s_2^- \geq 0; s_3^- \geq 0; s_4^- \geq 0; s_1^+ \geq 0; s_2^+ \geq 0; s_3^+ \geq 0; s_4^+ \geq 0;$$

END

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Soyadı, Adı : GEDİK, Hakan
 Uyuğu : T.C.
 Doğum Tarihi ve Yeri : 01.01.1966, Malatya/Hekimhan
 Medeni Durumu : Evli, iki çocuk babası
 Telefon : (312) 4851124
 E-posta : hgedik@gazi.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/Bilgisayar Eğitimi	2000
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/Kazaların Demografisi ve Epidemiyolojisi	1995
Lisans	Gazi Üniversitesi/İstatistik	1990

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006 – (Devam)	Gazi Üniversitesi	Bölüm Bşk. Yrd.
2005 – (Devam)	Gazi Üniversitesi	Öğretim Görevlisi
1994 - 2005	Gazi Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
1992 - 1994	Devlet İstatistik Enstitüsü	Memur
1991 - 1992	TRT	Araştırmacı
1990 - 1991	Devlet İstatistik Enstitüsü	Memur

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Envanter Problemlerinde Dinamik Programlama Yaklaşımı (Y.L. Tezi)
2. Zonguldak Havzasında Yeraltı Maden Kazalarının Nedenleri (Y.L. Tezi)
3. Türkiye Sağlık Politikasına Bir Bakış (Rapor)

4. İşyeri Hekimlerinin Görevleri ve Sorunları (Rapor) (Seminer)
5. Arama Motorlarının Kütüphane Kullanma Alışkanlığı Üzerine Etkisi (Seminer)
6. G.Ü. Bilgisayar Eğitimi Bölümü öğrencilerinin sosyo-ekonomik ve eğitim yönünden incelenmesi (Seminer)
7. G.Ü Bilgisayar mühendisliği bölümü ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü öğrencilerinin sosyo ekonomik ve kültürel yönden karşılaştırılması. (Seminer)