

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**İSTANBUL BÖLGESİNDEKİ
AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI HİZMETLERİNİN
VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE
GÖRELİ ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ**
(Yüksek Lisans Tezi)

Tezi Hazırlayan:
Dilek ESENLIK TELATAR

İstanbul, 2018

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**İSTANBUL BÖLGESİNDEKİ
AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI HİZMETLERİNİN
VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE
GÖRELİ ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ**
(Yüksek Lisans Tezi)

Tezi Hazırlayan:
Dilek ESENLİK TELATAR

Öğrenci No:
140792006

Danışman
Prof. Dr. Kazım Sarı

İstanbul, 2018

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “İstanbul Bölgesindeki Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetlerinin Veri Zarflama Analizi İle Göreli Etkinlik Ölçümü” başlıklı çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 09/01/2018

Dilek ESENLIK DILATAR

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 140792006 no'lu Dilek ESENLIK TELATAR'nun 09/01/2018 tarihinde yapılan tez savunma sınavı¹ sonucunda..61.. dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında² oybirliği / oyçokluğu ile, Kabul. kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı :Endüstri Mühendisliği
Programı :Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans
Tez Başlığı³ : İstanbul Bölgesindeki Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetlerinin Veri Zarflama Analizi ile Göreli Etkinlik Ölçümü

Tez Sınav Jürisi

Öğretim Üyesi

Danışman : Prof. Dr. Kazım SARI
Üye : Doç. Dr. Başar ÖZTAYŞI
Üye : Yrd. Doç. Dr. S. Kerem AYTULUN

İmza

[Handwritten signatures of the jury members]

¹ Jüri üyeleri söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez savunma sınavına alır. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda jüri en geç onbeş gün içinde toplanarak adayı tez savunma sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45 dakikadır. Yüksek lisans tez savunma sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-yanıt bölümlerinden oluşur ve dinleyiciye açıktır. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-3)

² Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında “kabul”, “düzeltme” veya “red” kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış sınav tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-4)

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

Tezi Hazırlayan : Dilek ESENLIK TELATAR
Danışmanı : Prof. Dr. Kazım SARI
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans, 2018
Alanı : Endüstri Mühendisliği
Anahtar Kelimeler : Görelî Etkinlik, Teknik Etkinlik, Veri Zarflama Analizi, Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi, Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri

ÖZ

Bu çalışmanın amacı İstanbul'daki ağız ve diş sağlığı hizmeti sunan sağlık tesislerinin görelî etkinliğinin Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi ile incelenmesidir. VZA, doğrusal programlamanın özel bir uygulama şekli olan ve aynı hedeflere sahip karar birimlerinin görelî etkinliğini ölçmede kullanılan bir metottur. Etkinlik ölçümünde ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile girdi yönelimli, 1 adet girdi, 6 adet çıktı faktöründen oluşturulan VZA modelleri kullanılmıştır. Modellerin çözümünde EMS (Efficiency Measurement System) Versiyon 1.3 Programından faydalanılmıştır. Temel VZA ve ağırlık kısıtlı VZA modellerinin sonuçları karşılaştırılmış, ağırlık kısıtlı modelin daha seçici sonuçlar verdiği değerlendirilmiştir. 2016 yılı için gözlem kümesindeki karar birimlerinin % 90'ının etkin olmadığı, ortalama etkinliğin ise 0,50 olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda ulaşılan bir başka bulgu da 2014, 2015 ve 2016 yılları için sağlık tesisi gruplarının etkinlik ortalamalarının bütün yıllarda “Ağız ve Diş Sağlığı Merkezleri ve Ağız ve Diş Sağlığı Hastaneleri > Devlet Hastaneleri > Eğitim Araştırma Hastaneleri” şeklinde sıralandığıdır. Buradan hareketle ağız ve diş sağlığı hizmeti sunan büyük birimlerin küçük birimlere göre etkinliğinin daha yüksek olduğu, küçük birimlerde etkinsizliğin daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Project Prepared by : Dilek ESENLIK TELATAR
Supervisor : Prof. Kazım SARI
Degree and Date : Master, 2018
Major : Industrial Engineering
Key Words : Relative Efficiency, Technical Efficiency, Data Envelopment Analysis, Weight Restrictions in Data Envelopment Analysis, Oral and Dental Health

ABSTRACT

The aim of this study is to measure the relative efficiency of health facilities which provide oral and dental services in İstanbul by using Data Envelopment Analysis (DEA). DEA is a specific application of linear programming which is a method using to measure the relative efficiency of decision making units that have the same goals. While measuring the efficiency, it was used assumption of constant returns to scale and DEA models originated from 1 input and 6 outputs. EMS (Efficiency Measurement System) Versiyon 1.3 software was used to solve models. At the end of comparison of basic and weight restricted models of DEA, it was realized that results of weight restricted DEA model were more selective than basic ones. It was also realized that %90 of decision making units in the set of observation of 2016 are not efficient and average efficiency of the units was 0,50. Another result of this research that average efficiency of health facility groups aligns as “Oral and Dental Health Centers and Oral and Dental Hospitals > Public Hospitals > Education and Research Hospitals” in 2014, 2015 and 2016. Finally, it was realized that large units of health facilities which provide oral and dental services were more efficient than smaller ones.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

Tablo Listesi	iv
Şekil Listesi.....	v
Kısaltmalar Listesi	vi
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM TEMEL KAVRAMLAR

1 ETKİNLİK ANALİZİNDE TEMEL KAVRAMLAR.....	4
1.1 Verimlilik Kavramı.....	4
1.2 Etkinlik Kavramı	6
1.3 Etkinlik ve Verimlilik İlişkisi	8
1.4 Etkinliği Etkileyen Faktörler	10
1.5 Ölçek Etkinliği.....	11
1.6 Farrell Etkinlik Ölçümü.....	13
1.7 Eş ürün eğrileri ve Etkin Sınır	15
1.8 Etkinlik Ölçümünde Temel Yaklaşımlar	17
1.8.1 Oran Analizi	17
1.8.2 Parametrel Yöntemler	19
1.8.3 Parametresiz Yöntemler	20
1.8.3.1 Parametresiz Yöntemlerin Güçlü Yönleri	21
1.8.3.2 Parametresiz Yöntemlerin Zayıf Yönleri.....	22
1.8.4 Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması	23

İKİNCİ BÖLÜM VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

2 ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ.....	24
2.1 VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) KAVRAMI.....	24
2.1.1 VZA' nın Tanımı ve Temel Kavramlar	26
2.1.2 VZA' nın Uygulama Alanları ve Amacı.....	28
2.1.3 VZA' nın Güçlü ve Zayıf Yönleri	29

2.1.3.1	VZA' nın Güçlü Yönleri	29
2.1.3.2	VZA' nın Zayıf Yönleri	30
2.1.4	VZA Literatür Araştırması	31
2.2	VZA' NIN UYGULAMA ADIMLARI	38
2.2.1	Gözlem Kümesinin Seçimi	38
2.2.2	Girdi ve Çıktı Kriterlerinin Belirlenmesi	40
2.2.3	VZA Modelinin Seçilmesi ve Etkinliğin Ölçülmesi	41
2.2.4	Etkin olmayan Karar Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi	44
2.2.5	Sonuçların Yorumlanması.....	44
2.3	VZA' NIN MATEMATİKSEL ÇERÇEVESİ	45
2.3.1	Oransal Model.....	46
2.3.1.1	Girdiye Yönelik Oransal Model	50
2.3.1.2	Çıktıya Yönelik Oransal Model.....	50
2.3.2	Ağırlıklı Doğrusal (Primal) Model.....	51
2.3.2.1	Girdiye Yönelik Ağırlıklı Doğrusal Model	52
2.3.2.2	Çıktıya Yönelik Ağırlıklı Doğrusal Model.....	53
2.3.3	Zarflama (Dual) Modeli	53
2.3.3.1	Girdiye Yönelik Zarflama Modeli	54
2.3.3.2	Çıktıya Yönelik Zarflama Modeli	57
2.3.4	Ölçeğe Göre Getirinin Yönü	60

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM VERİ ZARFLAMA ANALİZİ UYGULAMASI

3 İSTANBUL BÖLGESİNDEKİ AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI HİZMETLERİNİN VZA İLE GÖRELİ ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ.....63

3.1	Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetlerinin Temel Özellikleri, İşlev ve Görevleri ...	64
3.2	Araştırmada Kullanılacak VZA Modelinin Oluşturulması	66
3.2.1	Araştırmada Kullanılacak Karar Birimlerinin Belirlenmesi	67
3.2.2	Araştırmada Kullanılacak Girdi ve Çıktı Kriterlerinin Belirlenmesi ..	69
3.2.3	Girdi Kriterlerinin Açıklaması	70
3.2.3.1	Diş Hekimi.....	70
3.2.4	Çıktı Kriterlerinin Açıklaması.....	70

3.2.4.1	Diş çekimi	70
3.2.4.2	Dolgu tedavisi	71
3.2.4.3	Kanal tedavisi	72
3.2.4.4	Cerrahi Müdahale	72
3.2.4.5	Sabit Protez	73
3.2.4.6	Hareketli Protez	73
3.2.5	Modele Dahil Edilmeyen Parametreler Hakkında Açıklama	73
3.2.6	Araştırmada Kullanılacak Verilerin Toplanması, Geçerliliği	76
3.2.7	Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri VZA Modeli	77
3.2.7.1	Model I : Girdi Yönelimli VZA	78
3.2.7.2	Model I 'in Etkinlik Skorlarının Değerlendirilmesi	79
3.2.7.3	Çıktı parametrelerine ağırlık kısıtları eklenmesi	82
3.2.7.4	Model II: Girdi Yönelimli Ağırlık Kısıtlı VZA	86
3.2.7.5	Model I ve II ile Sonuçlarının Karşılaştırılması	87
3.2.7.6	Etkin Olmayan Karar Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi	94
3.2.7.7	KVB Gruplarının Etkinlik Skorlarının Karşılaştırması	95
3.2.7.8	Hizmet Gruplarının Etkinlik Değerlerinin İncelemesi	96

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM SONUÇ

4 BULGULAR VE DEĞERLENDİRME	99
KAYNAKÇA	102
EKLER	

Ek 1: Karar Verme Birimleri Listesi	109
Ek 2: 2016 Veri Seti- İstanbul Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri	110
Ek 3: Model I - Etkinlik Skorları, Girdi ve Çıktı Ağırlıkları	111
Ek 4: Model II - Etkinlik Skorları, Girdi ve Çıktı Ağırlıkları	112
Ek 5: Çıktı Ağırlık Kısıtları Oluşturma	113
Ek 6: 2014 Yılı Veri Seti	115
Ek 7: 2015 Yılı Veri Seti	116
Ek 8: 2016' Yılı Veri Seti	117

Tablo Listesi

	Sayfa No.
Tablo 1: Girdiye Yönelik, Primal, Dual Kısıtlar ilişkisi.....	54
Tablo 2 : Çıktıya Yönelik, Primal, Dual Kısıtlar ilişkisi	58
Tablo 3: Girdiye Yönelik CCR ve BCC Modelleri	61
Tablo 4: VZA Modellerinde Etkinlik Skoru Değerlendirme.....	62
Tablo 5: Sektörlere Göre Ünit Dağılımı, 2015	64
Tablo 6: Girdi ve Çıktı Kriterleri.....	69
Tablo 7: 2016 Yılı Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri	76
Tablo 8: 2016 Yılı Tanımlayıcı İstatistikler	76
Tablo 9: Model I: CRS Varsayımı Altında, Girdi Yönelimli VZA	78
Tablo 10: Model I Çözümü ile Elde Edilen Etkinlik Skorları	79
Tablo 11: Model I Etkin KVB' lerin Ağırlık Katsayıları	80
Tablo 12: Model I Etkin KVB' lerin Girdi ve Çıktı Değerleri	80
Tablo 13: Çıktı Ağırlıkları Karşılaştırması	85
Tablo 14: CRS Varsayımı Altında, Girdi Yönelimi Ağırlık Kısıtlı VZA	86
Tablo 15: Model I Ve Model II'teki Etkinlik Skorları Karşılaştırması.....	88
Tablo 16: Etkinlik Skoru Değişen Karar Birimlerinin Verileri	89
Tablo 17: Etkinlik Skoru Değişen KVB' lerin Model I VZA Sonuçları	89
Tablo 18: Etkinlik Skoru Değişen KVB' lerin Model II VZA Sonuçları.....	89
Tablo 19: Model I ve II'de Etkin Olan Karar Birimlerinin Verileri.....	90
Tablo 20: Her iki Modelde Etkin Olan KVB' lerin Model I Sonuçları	90
Tablo 21: Her iki Modelde Etkin Olan KVB' lerin Model II Sonuçları.....	90
Tablo 22: Hedef Girdi Değerleri.....	94
Tablo 23: ADSM/ADSH, EAH, DH Etkinlik Skorları.....	95
Tablo 24: Hizmet Gruplarının Yıllara Göre Etkinlik Ortalamaları	97
Tablo 25: Hizmet Gruplarının Yıllara Göre Etkinlik İncelemesi	98

Şekil Listesi

Sayfa No.

Şekil 1 : Verimlilik	5
Şekil 2 : Üretim Sınırı ve Teknik Etkinlik	7
Şekil 3 : Etkinlik ve Verimlilik	8
Şekil 4 : Etkinliği Etkileyen Faktörler	10
Şekil 5 : Ölçek Etkinliği	11
Şekil 6 : Farrell Etkinlik Ölçümü	13
Şekil 7 : Eş Ürün Eğrisi Gösterimi, 2 girdi-1 çıktı	15
Şekil 8 : Etkin Üretim Sınırının Değişimi	16
Şekil 9 : Regresyon Doğrusu, Etkinlik Sınırı	19
Şekil 10 : Veri Zarflama Analizi Uygulama Adımları	38
Şekil 11 : Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri	43
Şekil 12 : Ölçeğe Göre Getiri Yönü	60
Şekil 13: Yıllara Göre Diş Ünitisi Başına Düşen Nüfus Miktarı	65
Şekil 14 : Yıllara Göre 100.000 Kişiye Düşen Diş Hekimi Sayısı	65
Şekil 15 : Kişi Başı Diş Hekimine Müracaat Sayısı, Tüm Sektörler, 2015	67
Şekil 16 : Diş Çekimi	71
Şekil 17 : Dolgu Tedavisi	71
Şekil 18 : Kanal Tedavisi	72
Şekil 19 : Sabit Protez ve Hareketli Protez	72
Şekil 20 : Diş Ünitisi	74
Şekil 21 : EMS Ekranı - Girdi Yönelimli CCR	78
Şekil 22 : EMS Ekranı - Ağırlıklı Kısıtlı Girdi Yönelimli CCR	87
Şekil 23 : 2016 yılı Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetlerinin Etkinlik Ölçümü	93
Şekil 24 : ADSM/ADSH, DH, EAH Etkinlik Skorlarının Karşılaştırılması	96

Kısaltmalar Listesi

A.D.S.H.	: Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi
A.D.S.M.	: Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi
BCC	: Banker, Charnes ve Cooper
CCR	: Charnes, Cooper, Rhodes
CM	: Cerrahi Müdahale
CRS	: Constant Returns to Scale
D.H.	: Devlet Hastanesi
DC	: Diş Çekimi
DEA	: Data Envelopment Analysis
DH	: Diş Hekimi
DMU	: Decision Making Unit
DRS	: Decreasing And Diminishing Return To Scale
DT	: Dolgu Tedavisi
EAH	: Eğitim Araştırma Hastanesi
EMS	: Efficiency Measurement System
EMS	: Efficiency Measurement System
FDH	: Free Disposable Hull
HP	: Hareketli Protez
I	: Input
IRS	: Increasing Return to Scale
İBBS	: İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflaması
KB	: Karar Birimi
KT	: Kanal Tedavisi
KVB	: Karar Verme Birimi
Max	: Maksimum
Min	: Minimum
O	: Output
ÖE	: Ölçek Etkinliği

ÖGDG	: Ölçeğe Göre Değişken Getiri
ÖGSG	: Ölçeğe Göre Sabit Getiri
PPS	: Production Possibility Set
SP	: Sabit Protez
TFV	: Toplam Faktör Verimliliği
TL	: Türk Lirası
ÜİK	: Üretim İmkanları Kümesi
vb.	: Ve Benzeri
VRS	: Variable Returns to Scale
VZA	: Veri Zarflama Analizi
W	: Weight

GİRİŞ

Kaynak kullanım kapasitesinin, kaynak kullanımında etkinlik ve verimliliğin artırılması, israfın engellenmesi ihtiyaçları ile birlikte etkinlik ve verimlilik analizi araçları kâr amacı gütmeyen kamu kuruluşları için de önemli yönetim metotları haline gelmiştir.

Etkinlik ölçümünde birçok farklı türde kullanılan girdi ve birçok çıktı ile çalışan üretim süreçlerinin her birini göz önünde bulundurarak hangi işletmelerin daha etkin hangi işletmelerin daha az etkin olduğunu belirlemek karar vericiler açısından zorlu bir süreçtir. Bu aşamada birçok girdi ve çıktıyı, birçok karar birimi için aynı anda değerlendiren ve göreceli etkinlik durumlarını ölçmeyi hedefleyen 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ortaya atılmış olan Veri Zarflama Analizi yöntemi oldukça işlevseldir.

Bu çalışmanın ana amacı İstanbul bölgesindeki ağız ve diş sağlığı hizmetlerinin göreceli etkinliğini Veri Zarflama Analizi ile ölçmek olup diğer amaçlarını şu şekilde sıralayabiliriz: Ağız ve diş sağlığı hizmeti sunan sağlık tesislerinin genel olarak etkinlik durumunu değerlendirmek, etkin olmayan sağlık tesislerinin etkinlik sınırına ulaşması için girdilerini hangi oranda azaltması gerektiğini tespit etmek, ağız ve diş sağlığı hizmeti sunan Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi (ADSM) ve Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi (ADSH), Devlet Hastanesi (DH), Eğitim Araştırma Hastanesi (EAH) gruplarının etkinlik düzeyleri hakkında genel bir yargıya ulaşmak, Kamu kaynaklarının daha etkin kullanımı açısından karar vericilere personel ve kaynak istihdamı hakkında etkinlik ve etkinsizlik durumları ile ilgili farklı bir bakış açısı sunmaktır.

Çalışmaya konu olan veriler Sağlık Bakanlığı Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü, İstatistik Analiz Daire Başkanlığının yıllık ağız ve diş sağlığı raporlarından derlenmiştir. Homojen bir arz/talep evreninde araştırma yapabilmek için bu raporlardaki verilerden sadece İstanbul'a ait olan bölümler incelemeye alınmıştır. Veri Zarflama Analizi hesaplamalarında EMS (Efficiency Measurement System) Versiyon 1.3 programından yararlanılmıştır.

Bu çalışma dört ana bölümden oluşmakta olup giriş bölümünü takip eden birinci bölümünde görelî etkinlik ölçümü ve veri zarflama analizi konularının daha iyi anlaşılması için etkinlik, verimlilik, teknik etkinlik, ölçek etkinliği, üretim imkânları kümesi gibi üretim teorisinin temel kavramları açıklanmaya çalışılmış etkinlik ölçümünün temel yöntemleri olan oran analizi, parametrelî ve parametresiz yöntemler açıklanmış bu yöntemlerin avantaj ve dezavantajları değerlendirilmiştir.

İkinci bölümde etkinlik ölçme metotlarından biri olan, bu çalışmanın ana konusu, Veri Zarflama Analizi (VZA) tanımı, kullanım alanları güçlü ve zayıf yönleri ile ele alınmış, literatür araştırmasında yöntemin tarihsel süreç içindeki gelişimi ve uygulama örneklerine değinilmiştir. Daha sonra VZA'nın uygulama aşamaları ve temel VZA modelinin matematiksel çerçevesi ve teorik temelleri, matematiksel notasyonlarla açıklanarak VZA'nın gelişim aşamalarına yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde veri zarflama analizi yönteminin örnek uygulaması için öncelikle ağız ve diş sağlığı hizmetleri incelenmiş, etkinliği en iyi ifade edebilecek VZA modelini oluşturmak üzere diş hekimi sayısı girdi; diş çekimi, kanal tedavisi, dolgu tedavisi, cerrahi müdahale sabit ve hareketli protez sayısı parametreleri çıktı değişkenler olarak belirlenmiştir. 2016 yılı ağız ve diş sağlığı raporundan seçilen İstanbul'daki 50 karar verme birimi üzerinde Charnes ve diğerlerinin (1978) önerdiği ölçeğe göre sabit getiri varsayımıyla temel VZA modeli, girdiye yönelik olarak uygulanmıştır. Daha sonra bu etkinlik ölçümü yaklaşımı ile elde edilen çıktı katsayılarının karar verici tercihlerini yansıtmadığı gösterilerek modele çıktı ağırlık kısıtları eklenmiş ve ağırlık kısıtlı VZA modeli ile ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında girdi yönelimli görelî etkinlik ölçümü yapılmıştır. Ağırlık kısıtlı VZA modeli skorları incelendiğinde ağırlık kısıtlı modelin daha seçici sonuçlar verdiği değerlendirilmiştir. Ardından etkin olmadıkları gözlemlenen karar birimleri için girdilerini azaltmaları gereken oranlar hesaplanmış, sağlık tesislerinin bulundukları hizmet grupları ve etkinlik skorlarının ilişkisi incelenmiştir. Ulaşılan sonuçlara daha geniş bir perspektif kazandırmak amacıyla 2014 ve 2015 yıllarına ait verilerle de oluşturulan ağırlık kısıtlı veri zarflama analizi modeli ile girdi yönelimli olarak çözülmüştür.

Sonuç kısmında etkinlik skorları ile ilgili genel bir değerlendirme yapılmış, sağlık tesislerinin etkinlik değerleri bulundukları hizmet grupları literatürde benzer sonuçlara varan çalışmalarla ilişkilendirilip ağız ve diş sağlığı hizmetinde kritik kaynak olarak değerlendirilen diş hekimlerinin etkin istihdamına dair karar vericilere fikirler sunulmuş, diş hekiminin hastane rolüne göre etkinliğinin değişimi ve bu etkinlik değerini oluşturan diş etkenler tespit edilmeye çalışılmıştır.

Türkiye'deki sağlık hizmetlerinde yeni üretim faktörlerine ihtiyaç olduğu belirtilmekle birlikte mevcut üretim faktörlerinin verimli şekilde kullanılmadığı da önemli bir iddiadır. (akmak, Öktem ve Ömürgönülşen 2009, 3) VZA tekniği kullanılarak yapılan bu çalışma, ağız ve diş sağlığı hizmetlerinde etkinlik ölçümünün yanı sıra ağız diş sağlığı sunan sağlık tesislerinin türlerine göre karşılaştırıldığında kaynak dağılımının etkinliğini göstermesi açısından önem taşımaktadır.

1 ETKİNLİK ANALİZİNDE TEMEL KAVRAMLAR

Etkinlik ölçme teknikleri ve Veri Zarflama Analizi (VZA) (Data Envelopment Analysis - DEA) konularını incelemekten önce bu yöntemlerin daha iyi anlaşılabilmesi için üretim teorisinin temelindeki bazı kavramların açıklanması gerekmektedir. Bu kavramlardan en önemlileri çoğu zaman karıştırılarak birbirine yerine kullanılan "etkinlik" ve "verimlilik" kavramlarıdır. Bu bölümde etkinlik ve verimlilik kavramları aralarındaki ilişki incelenecek daha sonra üretim imkanları kümesi ele alınarak ölçek etkinliği, etkinlik ölçümü ve etkinlik ölçüm yöntemleri üzerinde durulacaktır.

1.1 Verimlilik Kavramı

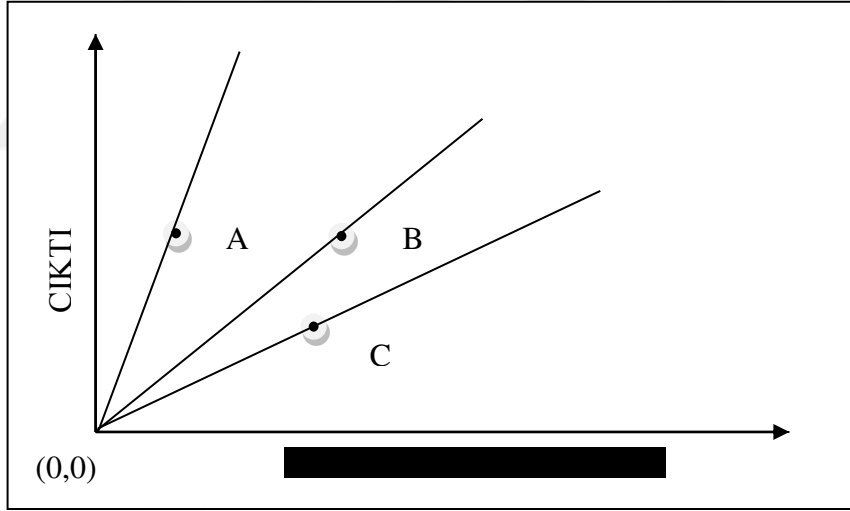
Verimlilik, çıktının girdiye oranı olarak tanımlanabilen bir performans ölçütüdür. Verimlilik, tanımından da anlaşılacağı gibi göreceli bir kavram değildir. Her karar biriminin verimliliği tek başına ele alınarak, bağımsız olarak ölçülebilir. (Tarım 2001, 11) Verimlilik, produktivite, üretkenlik kavramları eşanlamlı olup belirli bir çıktının oluşabilmesi için kullanılan girdilerin yani kaynakların ne ölçüde kullanıldığını ortaya koyan parametrelerdir.

Verimlilik kavramı, ilk kez 1776 yılında Quesnay tarafından yazılan bir makalede kullanılmış, 20. yüzyılın başlarında bugünkü anlamını kazanmıştır. Verimlilik; çıktının girdiye oranlanması sonucu elde edilen oran, toplam fiziksel gelirin toplam fiziksel girdiye oranı, bir üretim sürecinde her ikisi de fiziksel büyüklüklerle ifade edilmiş, kaynak miktarı başına üretilen mal veya hizmet olarak tanımlanmıştır (Karahana ve Özgür 2011, 43, Tetik 2003, 221) Tek girdi ve tek çıktıdan oluşan üretim proseslerinde verimliliğin hesaplanması basittir. Fakat birden fazla girdi ve çıktı bulunan üretim ortamlarında bu parametrelerin birleştirilerek bir endeks etrafında ölçümü gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında -çoklu girdi ve çıktı ortamlarından bahsedilirken- verimlilik kavramından kastedilen bütün girdi ve çıktı faktörlerini içeren "toplam faktör verimliliği" dir. Bir fabrikadaki işgücü verimliliği, güç istasyonlarındaki yakıt verimliliği, bir çiftlikteki toprak verimliliği gibi kısmi verimlilik yaklaşımları değildir. (Coelli, vd. 2005, 3)

Verimlilik artışı için gerekli şartlar şunlardır. (Başkaya ve Avcı 2011, 17)

- i. Daha az girdi ile aynı düzeyde çıktı üretildiğinde,
- ii. Girdi miktarı değişmeden çıktı düzeyinde artış olduğunda,
- iii. Daha az girdi ile daha çok çıktı üretildiğinde,
- iv. Girdi miktarında bir birim artış olurken çıktı miktarında çok daha fazla artış gerçekleştiğinde,
- v. Girdi miktarında bir birim azalma olurken, çıktı miktarında çok daha küçük azalma gerçekleştiğinde, verimlilik artışı söz konusudur.

Buraya kadar ifade edilen verimlilik tanımlarından anlaşılacağı gibi verimlilik, görelî bir kavram değildir. Bir işletmenin verimliliği başka bir işletme ile karşılaştırılmadan ölçülebilir. Tek girdi ve tek çıktısı olan bir üretim sürecinde verimlilik çıktı/girdi olarak tanımlanır ve (0,0) ile (girdi, çıktı) noktalarından geçen doğrunun eğimi, verimlilik olarak ifade edilebilir.



Şekil 1 : Verimlilik

Kaynak : (Tarım 2001, 12)

Aynı düzeyde çıktı elde eden A ve B karar birimleri incelendiğinde; A karar birimi aynı çıktı düzeyine daha az girdi kullanarak ulaştığından daha verimlidir. Başka bir ifadeyle orijinden (0,0) ve karar biriminden (girdi, çıktı) geçen doğrunun eğimi dikleştikçe verimlilik artar, yataylaştıkça verimlilik azalır. Aslında A'nın verimlilik düzeyini hesaplamak için B noktası ile karşılaştırmamıza gerek yoktur. Her biri için ayrı ayrı çıktı/girdi oranı ile verimlilik düzeyleri hesaplanabilir.

1.2 Etkinlik Kavramı

Etkinlik; işletmelerin bulundukları sektörde kendileri için belirlemiş olduğu hedefler doğrultusunda gösterdikleri çabalar sonucunda bu amaçlara ne ölçüde ulaşabildiklerini gösteren bir performans kriteridir. Çıktıları üretmede kaynakların optimal kullanılma düzeyidir. Bu sonuç işletmedeki tüm unsurların ortak çabası sonucunda elde edilen bir değer olduğundan etkinlik, toplam performansı yansıtan en önemli göstergedir. (Başkaya ve Avcı 2011, 43)

Etkinlik, kullanılan girdi miktarı ile mümkün olan en çok çıktı miktarını elde etme başarısı olarak tanımlanmaktadır. Bu aşamada mümkün olan en yüksek çıktı miktarının tanımlanması problemi doğmaktadır. Bir işletmenin üretim fonksiyonu tam olarak biliniyorsa mümkün olan en yüksek çıktı düzeyini belirlemede kullanılabilir ve etkinlik analizi yapılırken mümkün olan en iyi düzey ile mevcut durum kıyaslanabilir.

Bu karşılaştırmada etkinlik düzeyinin doğru hesaplanması için, üretim fonksiyonun doğru tanımlanmış olması çok önemlidir. Bu aşamada üretim fonksiyonunun belirlenebilmesi için mühendislik uygulamalarında yoğun şekilde uygulandığı gibi teorik bir fonksiyon türetilebilir ya da mevcut gözlemlerden hareketle deneysel bir fonksiyon belirlenir. (Tarım 2001, 5) Fakat çok fazla girdi ve çıktıdan oluşan sistemlerde teorik bir üretim fonksiyonu tanımlamak, yani karmaşık üretim yapısına sahip işletmeler için en yüksek çıktı düzeyine ilişkin kesin bir standart belirlemek oldukça zordur. İşletme uygulamalarında etkinliğin olası seviyesinin kesin olarak bilinmemesi doğaldır, bu sebeple göreceli etkinlik kavramı önemlidir. Mevcut gözlemlerden hareketle ampirik üretim fonksiyonu yaklaşımı, yani bir karar biriminin etkinlik analizi için gözlem kümesi içindeki en iyi uygulama örneklerinin referans alınması daha mantıklıdır. (M. Farrell 1957, 120)

Teknik etkinlik (Technical Efficiency): Mümkün olan en iyi çıktı düzeyine ulaşabilen işletmeler teknik etkin olarak adlandırılır ve etkin üretim sınırı üzerinde yer alırlar. Etkin Üretim Sınırı, optimal girdi bileşimiyle, mümkün olan en yüksek üretim miktarlarının oluşturduğu teorik sınırı ifade eder. Bir işletmenin etkin üretim sınırı üzerinde bulunması mevcut girdileri ile karşılaştırılan gözlem kümesi içindeki

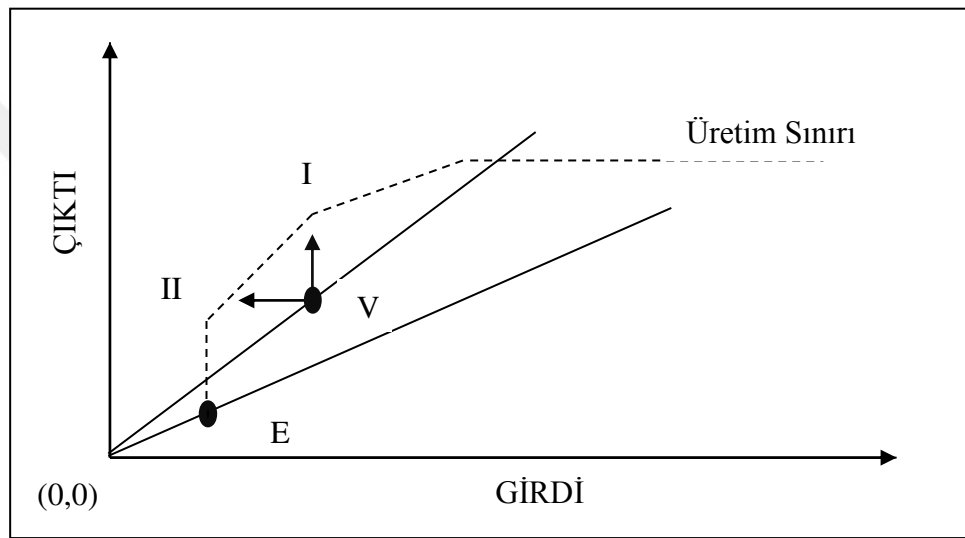
The graph illustrates the relationship between input (GİRİ) and output. The x-axis is labeled GİRİ. A dotted line represents the production function, which is initially increasing and then becomes horizontal. A vertical dashed line marks the point where the function becomes horizontal. Three points are marked: A is below the curve, B is below the horizontal part of the curve, and C is above the horizontal part of the curve.

Kaynak : (Tarım 2001, 27)

Etkinlik ölçümleri teknik etkinlik, maliyet (fiyat etkinliği), kar etkinliğini içerecek şekilde üç ana başlıkta toplanabilir (Senyücel 2012, 44) fakat bu çalışma kapsamında olmadığı için diğer etkinlik ölçüm yöntemlerine değinilmemiştir.

1.3 Etkinlik ve Verimlilik İlişkisi

Etkinlik ve verimlilik kavramları çoğu kez birbiri ile karıştırılabilen ve birbiri yerine kullanılan kavramlardır. Bu aşamada etkinlik ve verimlilik kavramlarının farklılık ve ilişkilerine açıklık getirilmesi gerekmektedir. Bu kavramlar yakın anlamlar içerse de özdeş ifadeler değildirler. Verimlilik bir referans noktasına ihtiyaç duyulmadan yalnızca bir karar birimi için hesaplanabilecek bir göstergedir. Bir karar biriminin verimliliğini tek başına hesaplamak mümkündür, Fakat etkinlik görece bir konudur, bir kıyaslama sonucunda referans noktaları yardımı ile hesaplanabilir.



Şekil 3 : Etkinlik ve Verimlilik

Kaynak : (Borluk 2008, 13)

Üretim imkânları kümesi içinde bulunan V noktası ve üretim sınırı üzerinde bulunan E noktasının verimlilik ve etkinlik kavramlarını incelenirse: **E noktası**, üretim sınırı üzerinde bulunduğu için etkinliği V noktasına göre daha yüksektir. (Gözlemlenen karar birimleri içinde mevcut girdi miktarından en iyi düzeyde çıktı düzeyi elde etmiş bir karar birimidir.) Ancak V noktasından geçen ışının eğimi E noktasından geçen ışıdan daha yüksek olduğundan (çıktı/girdi oranı daha yüksek olduğundan) V noktası E noktasına göre daha yüksek verimlilik oranına sahiptir. Fakat bu girdi seviyesinde daha iyi çıktı düzeyleri gözlemlenmiş olduğundan V noktası E ye göre daha düşük etkinliğe sahiptir. Buradan hareketle görece daha yüksek etkinlik düzeyine sahip karar birimlerin daha düşük verimliliğe sahip olabildiğini veya düşük verimlilikteki karar birimlerinin görece daha yüksek etkinlik düzeyinde bulunabildikleri söylenebilir.

Üretim imkânları kümesinin konveks bir yapısı olması itibari ile verimlilik artışlarının teknik etkinlik düzeyini de artırdığı da söylenebilir; şekil üzerinde V noktası incelendiğinde verimlilik artışı ile teknik etkinliğin de artacağını görebiliriz. Verimlilik artışı I ve II numaralı noktalar arasında kalan alana doğru harekettir. I nolu ilerleme girdi miktarı sabitken, çıktı miktarının artması; II nolu ilerleme çıktı miktarı sabitken girdi miktarının azaltılmasıdır. Konveks olduğu varsayılan bir üretim kümesinde bu hareket üretim sınırına, etkinlik sınırına doğru bir harekettir ve teknik etkinliğin artması anlamına gelir. Çok girdi ve çok çıktılı üretim ortamlarındaki verimlilik hesaplaması tek girdi tek çıktı ile çalışan ortamlardaki kadar kolay olmamaktadır. Bazı çıktı /girdi oranlarında karar birimi verimli olduğu düşünülürken bazı çıktı/girdi oranlarında verimsiz olması olasıdır. Bu zorluk **toplam faktör verimliliği** ile aşılr. (Borluk 2008, 13)

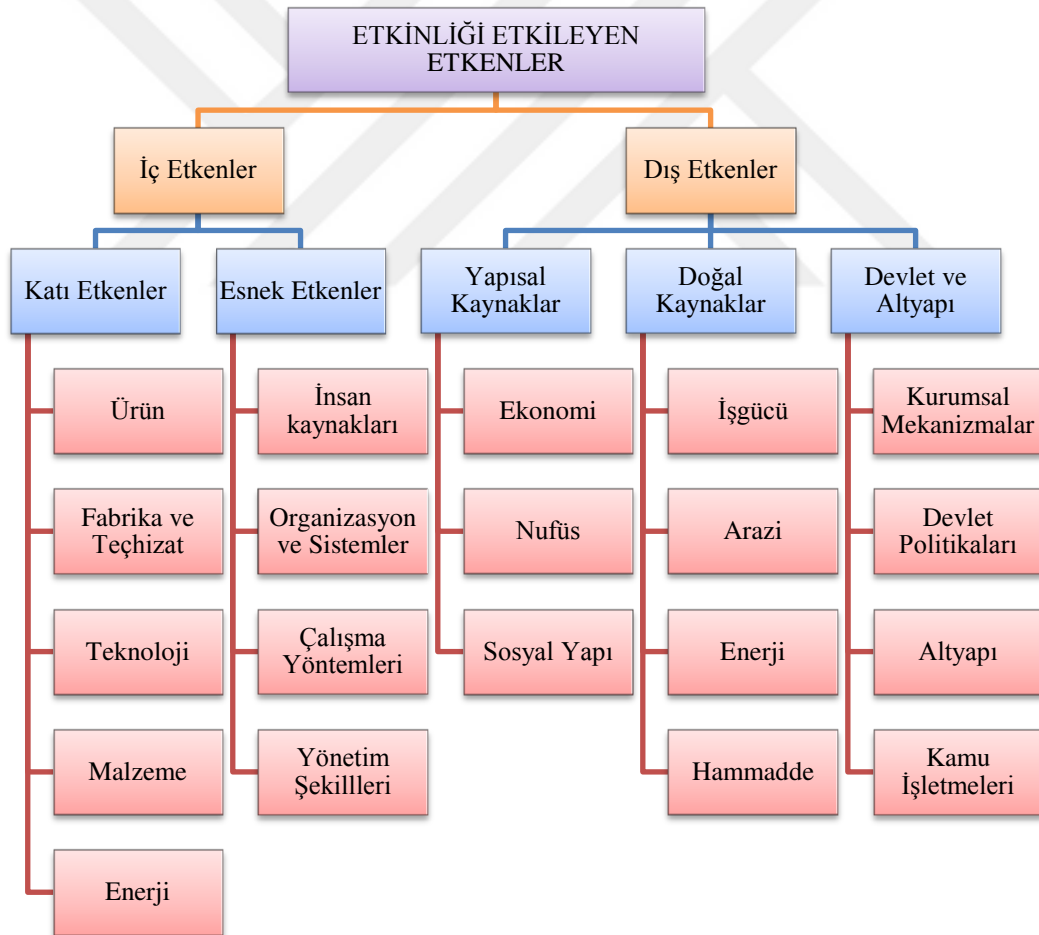
Toplam Faktör Verimliliği: Toplam faktör verimliliği, girdilerin tek bir girdi faktörüne, çıktıların da tek bir çıktı faktörüne indirgenmesini ifade eder. Sonrasında toplam çıktı ve toplam girdi faktörleri birbirine oranlanarak karar birimleri arasında verimlilik açısından karşılaştırma yapılır. Fakat bu yaklaşımın zayıf noktası; girdi ve çıktı değişkenlerinin katsayılarının bilinmiyor olması durumunda ağırlıklı girdi ve çıktıların toplanması sorunudur. Bu soruna veri zarflama analizi tekniği farklı çözümler getirmiştir. (Borluk 2008, 14)

Genel anlamda etkinlik, bir çıktı vektörünün üretimde girdi kullanımını minimize edebilmeyi veya bir girdi vektöründen maksimum çıktı miktarını elde edebilmeyi ifade eder. Dolayısıyla bütün Veri Zarflama Analizi modellerinde teknik etkinlik girdi yönlü ve çıktı yönlü olarak iki tip ölçülebilir. (Senyücel 2012, 42)

Etkinlik ve verimlilik ölçümleri, bulundukları sektördeki rekabetçi ortamı tanımlamak, isteyen işletmeler için son derece önemlidir. Aslında bu çalışmanın ana konusu olan etkinlik ölçümünden elde edilecek sonuçlar, işletmelerin verimlilik ve performanslarını artırma yolunda kullanılan verimlilik döngülerinin (verimlilik ölçümü => verimlilik değerlendirilmesi => verimlilik planlanması => verimlilik geliştirilmesi => verimlilik ölçülmesi) verimlilik planlanması aşamasında yöneticilere sektördeki rakiplerinin ve kendi işletmelerinin durumu, etkinlik düzeylerinin nasıl artırılabilecekleri ile ilgili yol göstericidir.

1.4 Etkinliği Etkileyen Faktörler

Bir işletmenin etkinlik düzeyini etkileyen pek çok etken vardır. Bu etkenleri ilk olarak işletmenin iç etkenleri ve dış etkenleri olarak ikiye ayırmak mümkündür. İç etkenler, işletmenin girdi seviyesi üzerinde etkili olan kendi bünyesinde tanımlanan etkenlerdir. İç etkenleri de esnek etkenler (kolayca müdahale edilebilen) ve katı etkenler (kolay değıştirilemeyen) olarak iki alt başlıkta inceleyebiliriz. Dış etkenler ise tanımdan da anlaşılabilceğı gibi işletmenin etki ve yetki alanı dışında kalan fakat firmaların girdilerini çıktılarına dönüştürme süreçlerine bazen direkt bazen dolaylı etkileri olabilen; hükümet politikaları, ekonomik, siyasal ve sosyal ortam, hammadde olanakları vb. etkenlerdir. Aşağıdaki şekilde işletme etkinlik ve verimlilik düzeyleri üzerinde dolaylı ve direk etkisi olan etkenler gösterilmiştir.

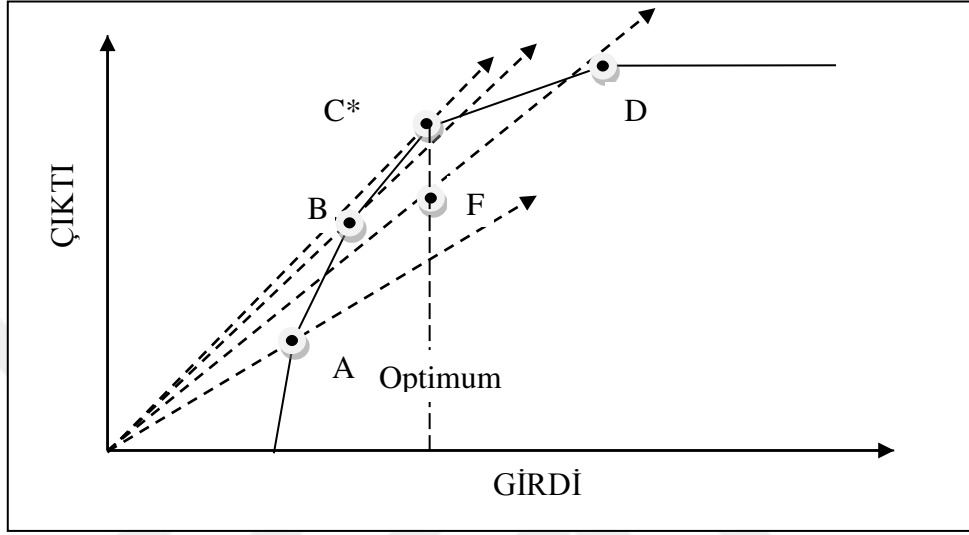


Şekil 4 : Etkinliği Etkileyen Faktörler

Kaynak : (Başkaya ve Avcı 2011, 19)

1.5 Ölçek Etkinliği

Eldeki girdilerden ulaşılabilecek en fazla çıktıyı üretmeye veya belirlenen çıktı miktarını olabilecek en az girdi seviyesi ile elde etmeye teknik etkinlik denir, ölçek etkinliği (scale efficiency) ise uygun ölçekte üretim yapmaktır. (Oruç 2008, 23)



Şekil 5 : Ölçek Etkinliği

Kaynak : (Tarım 2001, 16)

Şekilde 5'de gösterilen A, B, C ve D karar birimleri etkin sınır üzerinde olduklarından teknik etkindirler. Bu noktaların verimliliklerini karşılaştırdığımızda ıslım eğimlerine göre $C > B > D > A$ şeklinde sıralanırlar. Burada C karar birimi hem teknik etkinliğe hem de en yüksek verimliliğe sahip olan karar birimidir. Bu sebeple C noktası optimum ölçek büyüklüğüne sahiptir, çünkü üretim sınırı üzerindeki başka bir noktanın verimliliği C'den daha düşüktür. (Coelli, vd. 2005, 4)

Diğer karar birimleri verimliliklerini de artırmak için etkin sınır üzerinde C'ye doğru ilerlemelidir. A karar birimi B' ye doğru etkin sınır üzerinde yaklaşırsa teknik etkinliğini korurken ölçekten kaynaklanan avantajla verimliliğini de artırır. Banker hem etkin sınır üzerinde olup hem de en iyi verimlilik skoruna sahip olan C noktasını "en verimli ölçek büyüklüğü" olarak tanımlamaktadır. (Tarım 2001, 16) Dolayısıyla C karar biriminin girdi miktarı çalışılabilecek optimum ölçeği ifade etmektedir. Diğer karar birimleri teknik etkindirler fakat optimum ölçekte çalışmamaktadırlar.

C karar birimi ile F karar biriminin etkinliklerini karşılaştırsak: F karar birimi, aynı girdi miktarıyla C'den çok daha az çıktı üretmektedir, Grafiğe bakarak F karar biriminin kaynaklarını optimum verimlilikte kullanmadığını ve kaynak israfında bulunduğunu söyleyebiliriz. Buna rağmen C ve F karar birimleri aynı ölçek büyüklüğüne sahiptirler. F karar birimi optimum ölçekte -en verimli ölçek büyüklüğünde- çalışmakta fakat kaynaklarını iyi kullanamamaktadır.

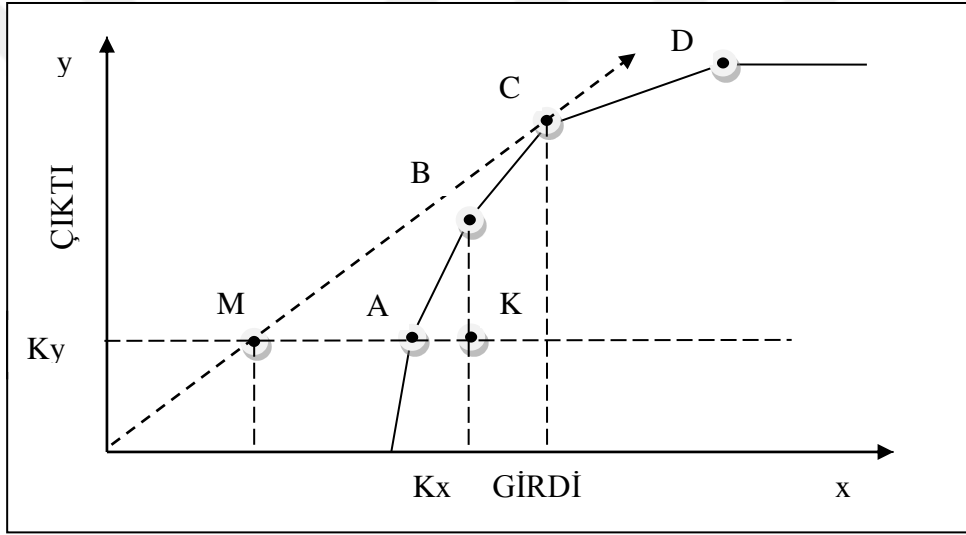
A ile F karar birimlerine baktığımızda; F karar birimi A'dan daha verimlidir fakat A karar birimi F'den daha etkindir. Teknik etkin bir karar birimi teknik olmayan bir karar birimi ile karşılaştırıldığında verimsiz bulunabilir. Fakat A'nın kullandığı girdi miktarında en etkin birimi A iken, F'nin kullandığı girdi miktarında en etkin karar birimi F değildir. Burada da etkinlik ve verimlilik kavramlarının aynı durumları ifade etmediği görülebilir. Küçük bir üretim atölyesi ile devasa bir fabrika yatırımını düşünürsek, eşit büyüklüklerin birbiri ile kıyaslanması gerekliliği daha iyi anlaşılabilir. Bu iki birim arasında bir kıyaslama yapmak gerekiyorsa homojen bir gözlem kümesinde verimlilik değil etkinlik skorları üzerinden karşılaştırma yapılmalıdır. Bu örnekte etkinlik ve verimlilik kavramlarının özdeş olmadığı gösterilmiştir.

F ve D karar birimlerine bakarsak aynı verimlilik değeriyle çalışmaktadırlar fakat F karar birimi optimum ölçekte çalışmaktadır. D karar birimi etkin sınır üzerindedir fakat optimum ölçekte çalışmamaktadır. En verimli ölçek büyüklüğüne yakın olmak da teknik etkinlik gibi önemli bir performans göstergesidir. Ölçek büyüklüğüne yakın olma göstergesi **ölçek etkinliği** ile ifade edilir. (Borluk 2008, 15)

D karar birimi etkin sınır üzerinde ilerlemek kaydı ile ölçeğini küçültüp girdi miktarını optimum girdi miktarına doğru azalttığı zaman verimliliği artacaktır. Bu duruma " **ölçeğe göre azalan getiri** " (Decreasing veya Diminishing Return to Scale - DRS) denir. B karar birimi etkin sınır üzerinde ilerlemek kaydı ile ölçeğini artırarak, girdi miktarını optimum girdi miktarına doğru artırdığı zaman verimliliği de artacaktır. Bu duruma " **ölçeğe göre artan getiri** " (Increasing Return to Scale- IRS) denir. Üretim sınırında ölçeğe göre artan, azalan, sabit getiri aralıklarının bir arada bulunabileceğinin kabulü, " **ölçeğe göre değişken getiri** " (Variable Return to Scale-VRS) olarak adlandırılır. (Tarım 2001, 16-18)

1.6 Farrell Etkinlik Ölçümü

Bir karar biriminin etkinlik sınırına uzaklık derecesi o karar biriminin belirlenen gözlem kümesi içindeki göreceli etkinlik ölçüsüdür. Bahsedilen üretim imkanları sınırına dayalı etkinlik kıyaslamaları ampirik olarak ilk defa Farrell tarafından incelenmiştir. (M. Farrell 1957, 253-290) Daha sonra Farrell ve Fieldhouse tarafından ele alınmıştır. (Farrell ve Fieldhouse 1962) Bu sebeple yöntem, "**Farrell Etkinlik Ölçümü**" olarak anılmaktadır. Farrell Etkinlik Ölçümü, girdiye veya çıktıya yönelik teknik etkinliklerin ölçülmesi yaklaşımıdır. Tek girdi ve tek çıktı senaryosu üzerinden Şekil 5 yardımı ile Farrell etkinlik ölçümü yöntemi incelenirse:



Şekil 6 : Farrell Etkinlik Ölçümü

Kaynak : (Tarım 2001, 19)

K Karar Birimi, üretim sınırı üzerinde olmadığından teknik etkin değildir, optimum ölçek büyüklüğünde çalışan C karar biriminden daha az girdi ile çalışmakta olduğundan, uygun ölçek büyüklüğünde çalışmamaktadır dolayısıyla ölçek etkin de değildir. K 'nın verimliliği K_y / K_x olarak ifade edilebilir. K ile aynı girdi miktarını kullanan B karar biriminin teknik etkin olması mevcut teknolojiye K karar biriminin üretebileceği en yüksek çıktı miktarının B karar birimine ait çıktı miktarı kadar olduğunu ifade eder (B_y). Etkin üretim sınırına uzaklıkların ölçümü ile etkinlik analizi yaklaşımına göre etkin sınır üzerindeki karar birimlerinin etkinlik skoru hesaplanırken kendi verimlilikleri ile oranlanacağından "1,0"değerini alacaktır.

Bu durumda K karar biriminin etkinlik skoru (mevcut girdi miktarı ile mümkün olan en iyi çıktıyı üretme başarısı), K karar birimi verimliliğinin aynı girdi miktarını kullanarak teknik etkin olan B karar biriminin verimliliğine oranıdır.

$$K_y / B_x = \frac{K_y / K_x}{B_y / B_x}$$

Bu yaklaşım aynı girdi miktarı üzerinden farklı çıktı seviyelerini ele aldığı için, mevcut girdi düzeyi üzerinden en iyi çıktı düzeyini araştırdığı için, **çıktıya yönelik etkinlik analizi** yaklaşımıdır.

K birimi için aynı şekilde girdiye yönelik yaklaşım ile de teknik etkinlik incelenebilir. Bu defa çıktı düzeyi sabit tutulur yani bu defa K' nın verimliliği A

noktasının verimliliği ile oranlanır. $K_y / A_x = \frac{K_y / K_x}{A_y / A_x}$

- **C Karar Birimi**, Hem teknik etkin hem de en iyi verimlilik derecesine sahip, ölçek etkin olduğu "tam etkin" olarak adlandırılır.

K karar biriminin M karar birimine doğru hareket ederken etkin sınıra yaklaşması, girdi miktarının azalırken aynı çıktı düzeyinin elde edilmesini ifade eder. Bu şekilde teknik etkinliği yakalar, fakat K karar biriminin çıktı miktarını değiştirmeden C karar birimi ile aynı verimlilik düzeyini yakalaması isteniyorsa M noktasına doğru hareketine girdi miktarını azaltarak devam etmelidir. M noktasına vardığında K karar birimi hem ölçek etkin olacak, hem de teknik etkinliği sağlayacak böylece tam etkin olacaktır. (Borluk 2008, 17)

Şekildeki K biriminin girdiye yönelik analizi (girdi düzeyi üzerinde kontrol varken, çıktı düzeyi sabit tutulup girdi değiştirilecek) için,

Toplam Etkinlik Skoru : M_x / K_x

Ölçek Etkinlik Skoru : M_x / A_x

Teknik Etkinlik Skoru : A_x / K_x

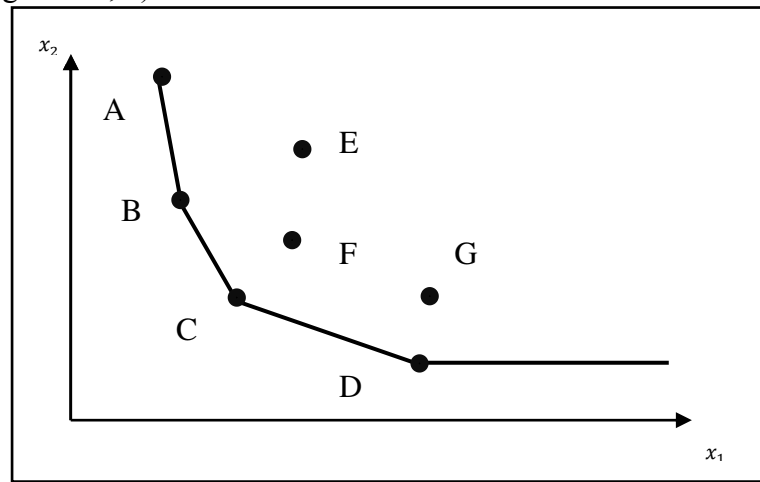
Aynı değerlendirme çıktıya yönelik de yapılabilir. K ile eşit çıktı düzeyi yerine eşit girdi düzeyine sahip B noktası ele alınır, Ölçek etkinliği için M noktası yerine MC ışını üzerinde B noktasında çıkan bir dikmenin kesişimi kullanılır. Bu tanımlardan anlaşılacağı gibi toplam etkinlik, teknik etkinlik ve ölçek etkinliği skorlarının çarpımına eşittir.

Bu durumda "Toplam Etkinlik = Teknik Etkinlik x Ölçek Etkinliği" dir. Toplam etkinlik, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında CCR modeli ile teknik etkinlik, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında BCC modeli ile ölçülür. Başka Bir ifadeyle: " $E_{CCR} = E_{ÖLÇEK} \times E_{BCC}$ " dir.

Etkinlik kullanılan kaynak miktarı ile elde edilen çıktı düzeyinde maksimum düzeye ulaşma başarısı, teknik etkinlik (saf-pür etkinlik) en uygun seviyedeki girdi bileşimini kullanarak mümkün olan en çok çıktının üretilmesindeki başarısı, ölçek etkinliği uygun ölçekte üretim yapma başarısıdır. Teknik etkinlik ve ölçek etkinliğinin çarpımı -hem teknik etkinliği hem de ölçek etkinliğini yakalanması durumu- toplam etkinlik olarak ifade edilmektedir. (Özden 2008, 168)

1.7 Eş ürün eğrileri ve Etkin Sınır

Eş ürün eğrisi, belirli bir çıktı seviyesini girdi bileşenlerinden hangi miktarlarda kullanarak üretilbileceğini gösteren eğrilerdir. (Tarım 2001, 22) Bu şekilde girdi odaklı veya çıktı odaklı eğriler çizilebilir. Aşağıdaki eş ürün eğrisi gösteriminde her nokta farklı bir karar biriminin y_0 çıktısını üretmek için kullandıkları için x_1 ve x_2 girdilerinin miktarını ifade etmektedir. A, B, C, D karar birimleri en girdi bileşimini kullandıkları için etkindirler ve eş ürün eğrisini oluşturmaktadırlar. Şekil 7 incelendiğinde E, F ve G karar birimlerinin y_0 üretimini gerçekleştirmek için daha çok girdi kullandıkları için görece olarak etkin olmadıkları görülür. (Özyiğit 2007, 8)



Şekil 7 : Eş Ürün Eğrisi Gösterimi, 2 girdi-1 çıktı

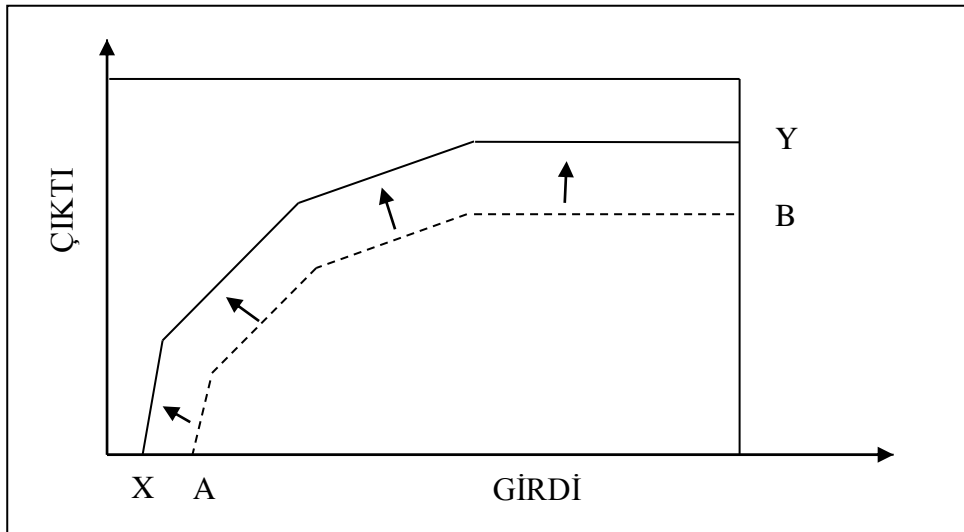
Kaynak : (Özyiğit 2007, 8)

Etkin sınırın çizilmesine ilişkin yaklaşımın açıklanması bu sınır üzerindeki KVB'lerin neden daha iyi performans gösterdiğini açıklar. Girdi-girdi düzleminde işaretlenen gözlemler için aşağıdaki adımlarla ampirik etkin sınırın çizilir.

- i. y eksenine paralel bir doğru ilk gözleme temas edene kadar yukarı kaydırılır
- ii. İlk gözleme temas ettiğinde gözlem pivot noktası olacak şekilde doğrunun sol tarafı saat yönünde çevrilir.
- iii. Çevirme işlemi yeni bir gözleme temas edilene ve doğrunun sol tarafı düşey eksene paralel olana kadar sürer.
- iv. Doğrunun sol tarafı düşey eksene paralel olduğunda işlem sona erer.

Bu adımlarla gözlem kümesinin etkin sınırlar tarafından çevrelenmesi sağlanır, bu sınırlar dışında başka bir karar birimi kalmaz. Veri zarflama analizi (Data Envelopment Analysis) adını bu süreçten almaktadır. (Tarım 2001, 23)

VZA, doğrusal programlama aracılığıyla gözlem kümesindeki referans grupların bütün birimlerine dayanarak etkinlik sınırı oluşturur. (Tetik 2003) En iyi etkinlik düzeylerinin birleştirilmesiyle oluşturulan bu eğri, **üretim imkânları kümesinin** sınırlarını oluşturmaktadır. Bu sebeple bu eğrinin yukarısında bir noktanın gözlenmesi imkânsızdır. (Yolalan 1993, 13)



Şekil 8 : Etkin Üretim Sınırının Değişimi

Kaynak : (Borluk 2008, 14)

Etkin Üretim Sınırında Değişme; daha yüksek bir teknoloji kullanılmaya başlanması gibi durumlarda mevcut girdi ile üretilebilecek en yüksek çıktı miktarı değişir. Üretim sürecinde olan bu değişiklik etkin üretim sınırının kaymasına yol açar. Şekil: 8'de teknik/teknolojik değişim sonucu etkin üretim sınırı AB eğrisinin, XY eğrisine kayması gösterilmiştir. Değişimden önce etkin sınır üzerinde olan karar birimleri değişimden sonra etkin sınır üzerinde değillerse teknolojik değişimleri yakalayamadıkları, teknik etkin olabilmek için etkin sınırı referans alarak aynı girdi miktarı ile daha fazla çıktı üretmeleri gerektiği söylenebilir.

Etkin sınır üzerindeki karar birimleri ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında toplam etkin kabul edilirler. Bu karar birimlerinin ölçek artışı veya azalışında kaynak israfına yol açmayacak şartlarda üretim yaptığı kabul edilir.

Etkinlik ölçümü, bir işletmenin teknik olarak en iyi üretim düzeyinin belirlenerek teknik veya örgütsel süreçler açısından kazanımlar sağlayarak daha etkin işletmelere doğru ilerlemeye zemin hazırlar. (Bakırcı 2006, 201)

1.8 Etkinlik Ölçümünde Temel Yaklaşımlar

Modern işletme yönetimlerinde etkinlik ve verimlilik ifadelerinin kabul görmüş bir değeri olmakla birlikte bu süreçlerin değerlendirilmesine yönelik standart yaklaşımlı, genel geçer kabul görmüş bir ölçüm tekniğinin olmayışı etkinlik çalışmalarının yapılmasını, yorumlanmasını zorlaştırmaktadır. (Oruç 2008, 23)

Etkinlik ölçme üzerine geliştirilen metotlar; oran analizi, parametrelili yöntemler ve parametresiz yöntemler olmak üzere 3 (üç) ana başlıkta incelenebilir. (Baysal, Uygur ve Toklu 2004, 438, Gerek, Erdiş ve Yakut 2012, 313)

1.8.1 Oran Analizi

Etkinliğin ölçümünde kullanılan metotlardan akla ilk gelen, en pratik, en basit ve belki de en yaygın kullanım alanı olan metot, oran analizidir. Oran analizi; basit mantıksal yorumlarla ile anlaşılabilen, matematiksel alt yapı gerektirmediğin herkese hitap edebilen bir etkinlik ölçüm metodu olduğundan, hemen her istatistiksel raporda karşımıza çıkan oldukça kabul görmüş bir yöntemdir. (Dinçer 2011, 51)

Oran analizi; tek girdi ve tek çıktı değişkeni birbirine oranlanarak elde edilen ve bu oranlar üzerinden karar vericilere faydalı, kolay anlaşılabilir, kolayca elde edilen fikirler sunulabilen bir yöntemdir. Bu yöntemde çözümleyici tarafından öncelikle sistemin etkinliğini ölçme amacına yönelik takip edilecek ilişkili girdi ve çıktılar belirlenir. Fakat bu yöntem sonucunda ulaşılan değerler belirtilen çıktı ve girdilerin mevcut durumdaki oranı dışında çözümleyiciye dar bir bakış açısı bıraktığından durumu iyileştirmeye yönelik diğer girdi veya çıktı değişkenlerini içeren ilişkisel yorumlar yapılmasına yardımcı olmazlar.

Girdi ve çıktı sayısında tek değer üzerine çıkamayan bu yaklaşımın günümüzde hala kabul görüyor olmasının temel nedeni yöntemin çok az bilgiye ihtiyaç duyması ve kolay bir metod olmasıdır. Fakat tek bir girdi çıktı seti karşılaştırılması, performans oranlarından sadece birini değerlendirirken diğer boyutları ihmal etmektedir. Oran analizi ile yapılan analizlerde, bazı oranların işletmeyi son derece başarılı gösterirken bazı oranların da işletmeyi oldukça kötü durumda göstermesi muhtemeldir. Bu sebeple, performans analizi çalışmalarında farklı oranların en makul biçimde ağırlıklandırılarak tek bir boyutun türetilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. (Yolalan 1993, 5)

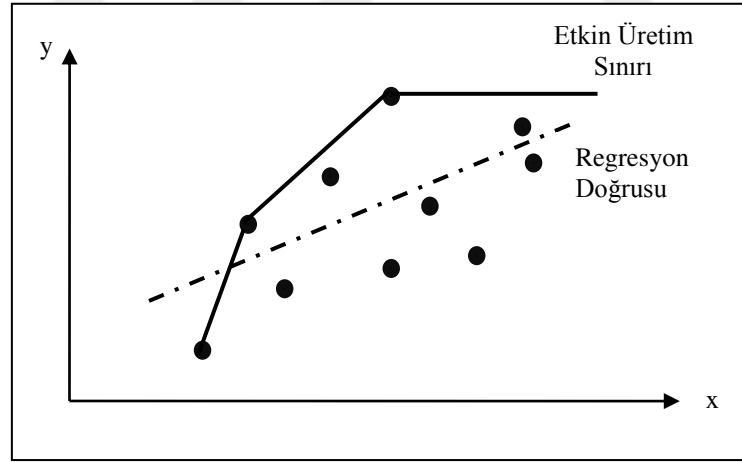
Oran Analizinde herhangi bir girdi veya çıktı değişkeni değerlendirilirken mutlaka bir şeylerle karşılaştırılmaya, ilişkilendirilmeye ihtiyaç duyulur. Oran analizi ile elde edilen değerler tek başlarına bir anlam taşımadıklarından karşılaştırılabileceği belirlenmiş, kabul görmüş oranların olması veya önceki dönemlerin oranları ile karşılaştırarak yorumlanması gereklidir. (Karahana ve Özgür 2011, 47) Türkiye'deki hastanelerde de kıyaslamalarla değerlendirilmek üzere de takip edilen birçok oran bulunmaktadır. (T. C. Sağlık Bakanlığı, Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü 2013)

Birçok yetersizlikleri olmasına rağmen oran analizi, basitliği ve kolay anlaşılabilir olması nedeniyle oldukça faydalı görülebilir. Fakat oran analizindeki oranlama, karar birimlerini en iyi olanla karşılaştırarak değil karar birimi içindeki girdi çıktı değerlerinin oranlanması ile elde edilir. Bu bir durum belirlemesidir fakat performans iyileştirmesine yönelik bir teknik değildir. (Depren 2008, 14, Gülcü, vd. 2004, 93)

1.8.2 Parametrel Yöntemler

Parametrel yöntemler etkinlik analizi yaparken karar birimindeki girdi ve çıktı değerleri arasındaki ilişkinin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıda olduğu varsayımı ile probleme yaklaşır ve bu fonksiyonun parametrelerini tahmin etmeye çalışırlar.

Parametrik etkinlik analizlerine en genel örnek regresyon analizidir, Tanımlanan üretim fonksiyonunda regresyon analizi yapısına uygun olarak birden fazla girdi ile bir tek çıktı arasında -diğer çıktıları göz ardı ederek- ilişki tanımlanır. Regresyon analizinde aralarında sebep-sonuç ilişkisi olan, çıktı ve girdi değişkenleri, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki fonksiyonu elde edilmeye çalışılır ve bu üretim fonksiyonunun sektörün tamamı için geçerli olduğu kabul edilir. Kullanılan girdi miktarı ile hangi miktarda çıktı üretilmesi gerektiği bu fonksiyon ile hesaplanarak çıktı düzeyine ulaşıp ulaşılamadığı değerlendirilir. (Depren 2008, 14) Genellikle etkin sınır, regresyon doğrusu olarak kabul edilir ve etkinliği değerlendirilen KVB' nin çıktı miktarı bu doğrunun üzerinde veya yukarısında ise o etkin, aksi taktide etkin olmadığı söylenir. (Özden 2008, 168)



Şekil 9 : Regresyon Doğrusu, Etkinlik Sınırı

Kaynak : (Oruç 2008, 14)

Parametrik yöntemler ölçüm hatalarını ayıklamada diğer yöntemlere göre daha avantajlıdır fakat bu defa bu rassal hata ve etkinsizlik durumunun nasıl ayırt edileceği problemi doğmaktadır. Regresyon analizi oran analizine göre daha kapsamlıdır fakat pek çok eksikliklere sahiptir. Birincisi çoklu regresyon sadece bir çıktıyı göz önüne alır,

diğer çıktıları değerdendirmez. İkincisi gördeli etkinlik ölçümü için regresyon doğrusu çok da anlamlı bir referans noktası değildir. (Karahan ve Özgür 2011, 48)

Oysa bu yaklaşım ile doğru sonuçlara ulaşabilmek için bu ilişkinin varsayımsal olarak tanımlanabilmesi ve ilişkinin fonksiyon yapısı ile ilgili bilgi sahibi olunması gerekmektedir. Öte yandan birçok girdi ve birçok çıktının birlikte değerdendirildiği parametrelili yöntemler de geliştirilmesine rağmen, bu yaklaşımlar geniş bir kullanım alanı bulacak kadar benimsenmemiştir. (Oruç 2008, 26)

1.8.3 Parametresiz Yöntemler

Parametrelili yöntemlere alternatif olarak ortaya çıkan bu yöntemler genellikle matematik programlamayı yaklaşım olarak benimsemişlerdir. Üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir form varsayımı öngörmezler bu yüzden parametrelili yöntemlere göre daha esnekler. Ayrıca çok girdi ve çok çıktıli üretim ortamlarında etkinlik ölçümü için uygun bir yapıya sahiptirler. (Yolalan 1993, 5) Bu sebeple Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında önerilen VZA, yeni bir yöneylem araştırması metodu olmasına rağmen oldukça ilgi görmüş bir yöntemdir. (Ulucan 2002, 186-187)

Parametresiz etkinlik ölçümü yöntemleri girdiye veya çıktıya yönelik olarak iki ana gruba ayrılabilirler girdiye yönelik olanlar belirli bir çıktı düzeyi için etkin olmayan karar birimlerinin girdilerini ne derece azaltmaları gerektiğini, çıktıya yönelik olanlar belirli bir girdi seviyesi için etkin olmayan karar birimlerinin görece etkin sınıra ulaşabilmesi için çıktılarını ne derece artırmaları gerektiğini inceler. (Yolalan 1993, 14)

Üç temel parametrik olmayan etkinlik ölçümü yöntemi vardır. (Özden 2008, 168)

- i. Veri zarflama analizi (VZA)
- ii. Serbest atılabilir zarf analizi
- iii. Stokastik VZA

Çalışmamızın konusu olan Veri Zarflama Analizi modelinin kurgulanmasında doğru yaklaşımlar benimseyebilmek için parametresiz etkinlik ölçümü yöntemlerinin güçlü ve zayıf yönleri aşağıda incelenmiştir.

1.8.3.1 Parametresiz Yöntemlerin Güçlü Yönleri

Aşağıda parametresiz etkinlik ölçme yöntemlerin güçlü yönleri ifade edilmiştir. (Yolalan 1993, 86-87, Yalama 2006, 70)

- ▲ Birçok girdi (açıklayan değişken) ve birçok çıktı (açıklanan değişken) üretim şartlarında işletmenin farklı boyutlarını birleştirme fonksiyonu tanımlanmasına gerek olmaksızın tek bir etkinlik skoruna indirgeyebilirler. Seçilen karar birimlerinin etkinlik skoru üretim imkânları kümesi varsayımları aracılığıyla en anlamlı şekilde yapılmaya çalışılır. (Çok sayıda girdi ve çıktı faktörü ile çalışan sağlık sistemleri için bu özellik çok önemlidir.)
- ▲ Parametresiz etkinlik analizi metotlarından birçoğu girdi ve çıktı birimlerinden bağımsız olarak çalışır. Böylece işletmenin istenen bütün boyutlarının aynı anda değerlendirilmesi mümkün olur. Benzer üretim teknolojisine sahip, homojen birimler birbiri ile kıyaslanırken girdi ve çıktı değerleri farklı birimler ile ifade edebilirler.
- ▲ Üretim fonksiyonun yapısı hakkında tahmin yürütülmesine gerek kalmadan (üretim sınırı hakkında minimum varsayım içererek) etkinlik analizi yapabildiklerinden parametrelili yöntemlere göre daha esnek bir yapıya sahip oldukları söylenebilir. (Gerçek hayatta girdi ve çıktılar arasında bu ilişkileri tanımlamak oldukça zor ve sorunlu bir süreçtir.)
- ▲ Parametresiz etkinlik analizleri göreceli etkinlik skorunu hesaplarken her karar birimi için amaç fonksiyonunu ayrı ayrı en çoklar ve her bir karar birimi için en iyi çözüm kümesini belirlemeye çalışır. Ama parametrelili etkinlik analizleri tanımlanan grubunun bütününü göz önüne alıp ortalama bir etkinlik tanımlamakta ve buna göre diğer KVB'lerin etkinliğini ölçmektedir.
- ▲ Girdi ve çıktılar için önceden ağırlıklar belirlenmesine ihtiyaç duymamaktadırlar. İstendiğin de karar verici tercihlerinin VZA modellerine yansıtılmasına imkân sunmaktadır.
- ▲ Parametresiz etkinlik analizleri gözlem kümesini etkin olanlar ve etkin olmayanlar olmak üzere iki ana gruba ayırır, etkin olmayan her bir karar biriminin etkin hale gelmesi için yönlendirici olabilecek, ne gibi önlemler alınması gerektiğine alternatif yollar belirler, önemli bilgiler türetir ve işletme yöneticilerine yol gösterirler.

1.8.3.2 Parametresiz Yöntemlerin Zayıf Yönleri

Aşağıda parametresiz etkinlik ölçme yöntemlerin zayıf yönleri ifade edilmiştir. (Yolalan 1993, 86-87, Başkaya ve Avcı 2011, 67-69, Yalama 2006, 71)

- ✔ Veri tabanlı yaklaşımlar olduklarından dolayı ölçüm hatalarına karşı çok hassastırlar. Bir karar biriminin etkinlik ölçümü ancak ölçüm hataları ayklandıktan sonra doğru hesaplanabilir. Parametrik olmayan yöntemler bir rassal hata terimi içermezler bu yüzden veri ve ölçüm hatalarından kaynaklanan sınırdan sapmalar etkin sınırın dolayısıyla etkinlik skorlarının yanlış hesaplanmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca seçilen girdi ve çıktı setleri üretim sistemini doğru şekilde temsil etmediğinde bu yöntemlerden beklenen fayda elde edilemediği gibi yanlış değerlerin ve yorumların üretilmesine sebep olur.
- ✔ Parametresiz etkinlik analizi metotlarının zarflama yaklaşımı bazı şartlarda faydalı olamamaktadır. Doğal olarak zarflama fırsatı olmayan durumlarda etkinlik sınırında oluşan kuramsal karar biriminin anlamı kalmamaktadır. Böyle bir durumda marjinal ikame, marjinal üretkenlik oranları da fazla yararlı olamamaktadır.
- ✔ Parametresiz etkinlik analizi yöntemleri tanımlanan gözlem kümesi içindeki görelî etkinliği ölçerler. Gözlem kümesi içinde aşırı yüksek, aşırı düşük veriler barındıran karar birimleri varsa bu durum etkinlik sınırının doğru olarak oluşmasına engel olabilirler.
- ✔ Parametresiz etkinlik analizleri parametresiz sıfatıyla tanıtılıyor olmalarına rağmen çok sayıda karar değişkeninin (her bir karar birimi için girdi ve çıktı ağırlıkları) hesaplanmasına neden olmaktadır. Bu sebeple bu tip analizlerin serbestlik derecesini çok yüksektir. Bu durum çok fazla sayıda parametrenin yorumlanması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.
- ✔ Parametresiz etkinlik analizleri gözlem kümesini etkin olanlar ve etkin olmayanlar olarak gözlem kümesini ayırıyor olsa da; etkin olan ve etkinlik sınırını oluşturan karar birimlerinin birbiri ile karşılaştırılmasında yetersiz kalmaktadırlar.
- ✔ Parametresiz yöntemler istatistik hipotez testleri için çok uygun yöntemler değildirler.

1.8.4 Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Oran analizi yöntemi basit ve kolay uygulanabilir olmasının avantajıyla oldukça benimsenmiş bir yöntemdir fakat tek boyutlu bir bakış açısı sunmasından dolayı tek bir çıktı ve girdi oranı üzerinden işletmelerin etkinliğini değerlendiremeyeceğinden, çok girdi ve çok çıktı ile çalışan karmaşık üretim sistemleri için işlevsel değildir. Oran analizinde tek girdi tek çıktı karşılaştırmaları yapılırken parametrelili yöntemlerde tek çıktıyı birden fazla girdi ile ilişkilendiren üretim fonksiyonları üzerinde durulur. Regresyon analizi gibi yöntemlerde bağımsız değişkenlerin (birden fazla çeşitteki girdilerin), bağımlı değişken (bir çıktı) üzerindeki değişiklikleri etkilerini açıklamaya çalışılır. (Karahan ve Özgür 2011, 47) fakat işletmelerin farklı zaman dilimlerinde, farklı yönetsel düzeylerde, farklı amaçlara yönelik hedefleri bu hedefleri gerçekleştirmek için kullandıkları girdiler ve çıktı kombinasyonları vardır. (Ulucan 2002, 186)

Parametrelili yöntemlerde benimsenen yaklaşım regresyon analizi tabanlı olduğu için genellikle çıktıların bir tek çıktıya indirgenmesi gerekmektedir. Ancak farklı birimlerde oluşan çıktıların tek bir birimde tanımlanması oldukça zordur. Diğer taraftan Regresyon analizinde etkinlik, ortalama değerlerle ifade edilmektedir ve bunun sonucu olarak etkin sınırdan uzaktaki karar birimleri bile etkin olduğu ölçülebilmektedir. Bu yöntemlerin bir başka zayıf noktası ise regresyon analizinde üretim fonksiyonunun parametrik olarak belirlenmesidir. Bu durum karar birimlerinin üretim fonksiyonlarını sabit ve belirli hale getirdiği için farklı teknolojilerin kullanımı değerlendirilememekte ya da farklı birçok amacın birden gerçekleşeceği sistemleri tanımlanamamaktadır (Oruç 2008, 26)

Parametrik olmayan yöntemlerden olan VZA yönteminin diğer performans değerlendirme yaklaşımlarına göre en önemli farkları; çok sayıda girdi ve çıktı değişkeninin aynı anda değerlendirmeye alınabilmesi, bu girdi ve çıktıların ağırlıklarının veya bir üretim fonksiyonunun tanımlanmasını gerektirmemesidir. Bu yöntemde gözlem kümesindeki girdi ve çıktı verileri kullanılarak bir ampirik etkinlik yüzeyi (etkin üretim sınırı) oluşturulur ve her karar biriminin bu yüzeye olan radyal uzaklığı değerlendirilir. Yüzey üzerindeki birimler görece etkin (efficient), diğerleri görece etkin değil (inefficient) olarak tanımlanır. (Deveci Karakoç 2003, 1-2)

2 ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Doğrusal programlama yaklaşımına dayanan Veri Zarflama Analizi (VZA), Data Envelopment Analysis (DEA) yöntemi ilk olarak Cooper ve Rhodes tarafından Farrell' in etkin üretim sınırı çalışmalarına dayanarak kar amacı gütmeyen kamu alanlarında etkinliği ölçmek amacıyla geliştirilmiş, "European Journal of Operational Research"te yayınlanan "Measuring the Efficiency of Decision Making Units" makalesiyle ortaya atılmıştır. (Charnes, Cooper ve Rhodes 1978)

VZA, matematiksel programlama teknikleri ile belirli girdi kaynaklarını belirli üretim/hizmet çıktılarına dönüştürmeyi hedefleyen karar birimlerinin her biri için göreceli etkinlik skorlarını, bir çok girdi ve çıktı arasında herhangi bir üretim fonksiyonu tanımlanmasına ihtiyaç duyulmadan ölçümleyebilen bir yöntem olduğu için etkinlik analizi alanında oldukça ilgi görmüştür. (Deveci Karakoç 2003, 1)

2.1 VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) KAVRAMI

VZA, belirli kaynakları (girdi) kullanarak belirli hedeflere (çıkıtı) ulaşmayı hedefleyen işletme, okul, hastane gibi ilgili yazında "Karar Verme Birimleri" (Decision Making Unit-DMU) olarak geçen, ürettikleri mal ve hizmet açısından benzer birimlerin göreceli etkinliklerinin doğrusal programlama yardımı ile ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş, parametrik olmayan ve deterministik bir yaklaşım olan etkinlik ölçüm metodudur. (Senyücel 2012, 45)

İşletmeler arası karşılaştırmalar yapmak ve göreceli etkinlik seviyelerini belirlemek, işletmelerin sektördeki yerini görmeyi kolaylaştırdığı için yöneticiler açısından çok değerlidir. Bu aşamada VZA; her KVB' nin durumunu tek bir etkinlik skorunda karakterize edebilen, etkin olmayan KVB' lere etkinliği artırmaya dair spesifik projeksiyonlar belirlemeye yardımcı olan, istatistik varsayımlar veya parametrik etkinlik ölçümü yöntemlerinde olduğu gibi üretim fonksiyonu tahminleri üzerinden dolaylı sonuçlar çıkarmayı engelleyen bir yöntem olduğu için süreç analistleri, yönetim bilimciler ve endüstri mühendisleri tarafından tercih edilen bir yöntem olmuştur. (A. Charnes, vd. 1995, 7)

En başta kar amacı gütmeyen şşletmeler için karşılaştırmalı etkinlik analizi yapmayı hedefleyen yöntem, yaygınlařtıķa diğerkar amacı güden üretim ve hizmet sektörleri için de kullanılmaya başlanmıştır. Yöntemin sunduğu, bir çok girdi ve çıktı ile eşzamanlı olarak analitik bir üretim fonksiyonu varsayımı olmaksızın çalışılabilmesi gibi yenilikler yöntemin yaygın kullanım alanı bulmasını sağlamıştır. (Yolalan 1993, 27)

Organizasyonların geneli personel sayısı, fiilen çalışılan süre, ücretler gibi bir çok girdi kullanılır, benzer şekilde bir çok farklı birimlerde üretim miktarı, pazar payı, müşteri sayısı, sipariş sayısı, şikayet sayısı, müşteri memnuniyet düzeyi gibi çok çeşitli çıktılar oluşturur. Yöneticiler açısından bu bir çok girdi ve bütün üretim ve yönetim süreçleri sonucunda oluşan ıktıları takip ederek etkinliğin seviyesini tespit etmek çok önemlidir fakat oldukça zordur. Bu aşamada VZA yöneticiler için "göreceli etkinlikleri belirleme" açısından değerli bir araçtır. (Timor 2001)

VZA ile elde edilen etkinlik ölçümlerinin gözlem kümesindeki karar birimlerinin göreli etkinlik değerlendirmesi olduğu unutulmamalıdır. Göreli etkinlik, KVB'lerin belirlenen girdi ve çıktılar açısından gözlem kümesi içinde karşılaştırmaları ile ulaşılan etkinliktir. Bu yöntem ile karar birimlerinin kendi içindeki mutlak etkinlik/etkinsizliği lmlenemez.

VZA benzer amaçlarla çalışan, benzer girdi ve çıktılara sahip olan karar birimlerinin etkinliğini ölçmede kullanılabilir. Örneğin literatürde de sıkça rastlandığı gibi hastanelerin, bankaların, okulların, restoranların vb. etkinlik ölçümü yapılarak etkinsiz olduğu gözlemlenen karar birimleri için düzeltici önlemler alınabilir. VZA' nın çalışma mantığını şu şekilde özetlemek mümkündür. (Yolalan 1993, 28, Baysal, Uygur ve Toklu 2004, 438)

- i. Tanımlanan gözlem kümesi içinde en az girdi ile en çok çıktıyı üreten karar birimleri, etkinlik sınırını oluşturmak üzere belirlenir.
- ii. Bu sınır referans alınarak etkin olmayan karar birimlerinin bu sınıra uzaklıkları, radyal olarak ölçülerek etkinlik düzeyleri belirlenir.

İstatistiksel ölçme yöntemleri karşılaştırma yaparken karar biriminin etkinliğini genellikle gözlem kümesindeki ortalama ile karşılaştırırlar fakat VZA burada her karar birimini en iyi üretici ile karşılaştırır. (Yalama 2006, 55) VZA, istatistiksel bir dağılım varsayımına ihtiyaç duymadığından deterministik, girdi ve çıktılar arasında bir üretim fonksiyonu varsayımına dayanmadığından da parametresiz bir yöntemdir. (Dinçer 2011)

2.1.1 VZA'nın Tanımı ve Temel Kavramlar

Veri Zarflama Analizi (VZA) (Data Envelopment Analysis-DEA), doğrusal programlama tabanlı bir yaklaşım olup Karar Verme Birimi olarak adlandırılan birden çok girdi ve çıktının bulunduğu süreçlerinin gözlem kümesi içindeki görece etkinliğini ölçmeyi hedefleyen bir yöntemdir. (Ramanathan 2003, 24) VZA, aynı amaç ve hedeflere sahip işletmelerin görece etkinlik ölçümünü yapmak için geliştirilmiş doğrusal programlamanın özel bir uygulama şeklidir. (Tetik 2003, Timor 2001) Bu yöntemde temel varsayım, gözlem kümesindeki tüm karar birimlerinin benzer stratejik hedeflere sahip olması ve aynı tür girdiler ile aynı tür çıktıları üretmesidir. (Oruç 2008, 11)

Bir karar biriminin etkin olabilmesi için iki şart söz konusudur. (A. Charnes, vd. 1995, 7)

- i. Hiç bir çıktının değeri bir veya daha fazla girdinin değeri artırılmadan veya bir veya daha fazla çıktının değeri azaltılmadan artırılamaz.
- ii. Hiçbir girdinin değeri bir veya daha fazla girdinin değeri artırılmadan ya da bir veya daha fazla çıktının değeri azaltılmadan düşürülemez.

VZA yazınında sıkça kullanılan kavramlar kısaca açıklanacak olursa:

Gözlem Kümesi: Benzer girdileri kullanarak benzer çıktılar üretmeyi hedefleyen, üretim teknolojisi ve stratejik hedefler açısından birbirine yakın, homojen karar birimlerinin oluşturduğu görece etkinlik analizi yapılacak olan evrendir.

Karar Verme Birimi: Görece etkinlik ölçümü yapılacak olan gözlem kümesinin her bir elemanı Charnes'ın 1978 tarihli "Measuring The Efficiency Decision Making Units" başlıklı makalesinde Decision Making Unit (DMU), Karar Verme Birimi

(KVB) olarak tanımlanmıştır. (Charnes, Cooper ve Rhodes 1978, 1) VZA yazınında "Karar Birimi" (KB) olarak da geçmektedir. (Oruç 2008)

Referans Küme: Etkin üretim sınırı üzerinde bulunan, karar birimleri tarafından oluşturulan kümeye referans küme denir. (Oruç 2008, 17) Etkin olmayan karar birimlerinin etkinlik düzeyleri referans aldıkları karar birimlerine uzaklıkları ile belirlenir. (Bakırcı 2006, 203, Baysal, Uygur ve Toklu 2004)

Üretim İmkânları Kümesi: Etkin ya da etkin olmayan tüm girdi-çıkı dönüşümleri ise Üretim İmkân Kümesi'ni oluşturur. (Oruç 2008, 13)

Veri Zarfı: En uygun çıktı/girdi kombinasyonu, en iyi uygulama sınırını tanımlamaktadır. (A. Charnes, vd. 1995) Etkin KVB'lerin oluşturduğu etkin üretim sınırının tüm KVB'leri bir zarf gibi sarması nedeniyle bu sınıra uzaklıklarının hesaplanarak etkinliğin ölçülmesine Veri Zarflama Analizi denir. (Oruç 2008, 13)

Nisbi, Görel Etkinlik Skoru: Her bir karar biriminin etkin üretim sınırına radyal uzaklıkları değerlendirildiğinde bu sınır üzerinde yer alan KVB'ler etkin (efficient), diğerleri etkin değil (inefficient) olarak adlandırılır. (Deveci Karakoç 2003) Gözlem kümesi içindeki etkin karar birimlerinin etkinlik skoru 1 iken, diğer karar birimlerinin etkinlik skoru 0 ve 1 arasında bir değer alır.

Bu bilgiler ışığında VZA'nın etkinlik ölçme mantığı şu şekilde özetlenebilir.

Bir gözlem kümesindeki en az girdi ile en çok çıktıyı üreten "en iyi" KVB'ler belirlenir. Söz konusu KVB'lerden oluşan sınır "referans" kabul edilip etkin olmayan karar birimlerinin bu sınıra olan uzaklıkları "radyal" olarak ölçülür. Bu ölçüm ilgili KVB'nin görel etkinlik değerini verir. Etkin sınır üzerindeki KVB'ler etkinlik skoru olarak 1 değerini alırken, etkin sınır altındaki KVB'ler 0 ve 1 arasında bir etkinlik değeri aldıklarında, aynı çıktı miktarını üretmek için daha fazla girdi kullandıkları, dolayısıyla görece etkin olmadıkları değerlendirilir. Etkin olmayan karar birimleri kendi referans kümesindeki etkin birimlerini değerlendirilerek etkin hale gelebilir, durumlarını iyileştirecek projeksiyonlar geliştirebilirler. (Bakırcı 2006, 203, Baysal, Uygur ve Toklu 2004, 438)

2.1.2 VZA'nın Uygulama Alanları ve Amacı

VZA'nın uygulanabilmesi için öncelikle benzer örgüt yapısına sahip benzer üretim teknolojisi ile ortak girdi-çıktı setleri ile çalışan karar birimleri seçilmelidir. Uygulama alanı teorisinin ilk dönemlerinde kar amacı gütmeyen kuruluşların etkinlik analizi boyutunda sınırlı kalsa da yöntemin teorik ve tarihsel gelişimi sürecinde pek çok alanda kullanılmıştır. Özellikle hastane, banka ve eğitim kurumlarının etkinlik karşılaştırmasında ülkemizde ve dünyada oldukça fazla sayıda uygulaması olduğu görülmektedir. (Kutlar ve Kartal 2004, Gülcü, vd. 2004, 95)

DEA Excel Solver, EMS, Warwick DEA, DEAP, WinDEAP, Frontier Analyst gibi bir çok paket programın geliştirilmesi VZA modellerinin çözümünü pratik hale getirmiştir. (Özden 2008, 168) VZA; banka şubelerinin, okulların, üniversitelerin, hastanelerin, eczanelerin, havaalanlarının, sağlık hizmetlerinin, posta servislerinin, mahkemelerin, hapishanelerin, restoranların etkinliklerinin ölçülmesinde, tarım, taşımacılık, madencilik, elektrik üretimi ve kullanımı gibi çok çeşitli sektörlerde kar amacı güden ve gütmeyen kuruluşlardan oluşan geniş bir yelpazede uygulama alanı bulmuştur. (Timor 2001, Oruç 2008, 19)

Aşağıdaki amaçlar için VZA yöntemleri kullanılabilir. (Dinçer 2011)

- i. VZA yaklaşımı ile bir gözlem kümesi içindeki etkin olan ve etkin olmayan karar birimleri tespit edilebilir, etkin olmayan karar birimlerinin etkinsizlik sebepleri incelenebilir. Etkin sınıra ulaşabilmeleri için azaltmaları gereken girdi miktarları veya artırmaları gereken çıktı miktarları tespit edilebilir.
- ii. Benzer girdi ve çıktı setleri ile çalışan homojen karar birimlerinden oluşturulmuş bir gözlem kümesinde, VZA teknikleri ile etkin olmayan KVB'ler için etkinsizliğin diğer karar birimlerine göre dezavantajlı durumlardan mı yoksa kendi iç işleyişlerindeki etkin olmayan yönetimlerden mi kaynaklandığı (dış veya iç etkenler) şeklinde değerlendirmeler yapılabilir.
- iii. Birimlerin kontrolleri dışında -etkinliklerini etkileyen dış etkenler açısından- program ve politikaların dış etkenlerden kaynaklanan etkinsizlik ile karar birimlerindeki yönetsel etkinsizliğin ayırt edilmesini sağlar.

- iv. Karar birimlerini için kıt kaynakların yeniden atanması amacıyla niceliksel bir temel oluşturulabilir, sınırlı kaynakların daha etkin atanması sağlanabilir.
- v. Gerçekleşmesi talep edilen standartların veya özel girdi-çıkıtı ilişkilerinin gerçekleşen performanslara göre değerlendirilmesi ve gözden geçirilmesi sağlanabilir.

2.1.3 VZA'nın Güçlü ve Zayıf Yönleri

VZA yöntemi birçok alanda kabul görmüş ve yaygın şekilde kullanım alanı bulmuştur fakat diğer etkinlik ölçme yöntemlerinin olduğu gibi VZA yönteminin de etkinlik ölçümünde güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır.

2.1.3.1 VZA'nın Güçlü Yönleri

Aşağıda VZA'nın güçlü yönleri ortaya konmuştur.

- + VZA, bir çok girdi ve bir çok çıktının olduğu işletmelerin değişik boyutlarını tek bir etkinlik değerine indirgeyebilir. (Yalama 2006, 70) Dışarıda herhangi bir çıktı veya girdi değişkeni bırakmaz, etkinlik skorları girdi ve çıktıların birimlerinden bağımsız olarak belirlenir. Bütün boyutlarının eş zamanlı olarak, tek bir ölçütte değerlendirilmesi sağlanır. (Başkaya ve Avcı 2011, 100, Yolalan 1993, 86, Yeşilyurt 2007, 62)
- + Girdi ve çıktılar çok farklı birimleri ifade etseler dahi benzer işler yapan, homojen birimleri kendi aralarında kıyaslar. (Yalama 2006, 70)
- + VZA, her bir karar biriminin göreceli etkinliğini hesaplarken amaç fonksiyonlarını teker teker eniyiler. Parametrelili yöntemler veya diğer istatistiksel karşılaştırma yöntemlerinde genellikle sektörün tamamı göz önünde bulundurularak ortalama veya kabul edilen bir değere göre etkinlik ölçümü yapılır. (Yolalan 1993, 86)
- + VZA, etkinlik sınırını belirledikten sonra etkin olmayan karar birimlerinin etkin düzeye taşınabilmesi için referans oluşturacak birimleri belirler (A. Charnes, vd. 1995, 8), girdi veya çıktıya yönelik olmak üzere karar vericiye alternatif yollar önerir. İhtiyaç duyulan veriler ve analiz sonuçları ile detaylı bir veri tabanı yaratılmasını sağlar. (Başkaya ve Avcı 2011, 101)

- + Parametrik yöntemlerdeki gibi girdi ve çıktılar arasında bir üretim fonksiyonu tanımlanmasına gerek olmadan KVB' lerin tüm yönleri ile etkinlik değerlerini belirler. (Yalama 2006, 70, A. Charnes, vd. 1995, 8)

2.1.3.2 VZA' nın Zayıf Yönleri

Aşağıda VZA' nın güçlü yönleri ortaya konmuştur.

- VZA, tamamen veriye dayalı bir yöntem olduğu için veri hatalarına karşı hassastır ve bu durum etkinlik hesaplamalarına önemli ölçüde yansır. (Yalama 2006, 71, Başkaya ve Avcı 2011, 101) Örneğin girdi düzeyi yanlışlıkla görece çok düşük yazılmış bir karar birimi, en optimal kabul edilip VZA modeli tarafından bir çok kez referans alınarak diğer KVB' lerin etkinlik skorlarının yanlış değerlendirilmesine sebep olabilir. Bu sebeple verilerde ölçüm hatalarının olup olmadığı titizlikle incelenmelidir.
- VZA ile yapılan en sorunsuz araştırmada dahi belirlenen etkinlik skorlarının karşılaştırılan gözlem kümesi içinde ele alınan girdi ve çıktı setleri ile ulaşılmış göreceli değerler olduğu unutulmamalıdır. VZA yöntemi ile mutlak bir verimlilik ölçüsü elde edilmez. Bu sebeple veri setinin üretim sistemini doğru tanımlaması son derece önemlidir. (Yalama 2006, 71, Bakırcı 2006, 205)
- VZA, statik (durağan) ve tek zaman kesiti/durak noktasındaki verileri kullanarak etkinlik ölçümü yapmaktadır. Gerçek hayatta ise üretim süreci dinamik, girdilerin çıktılara dönüşmesi bazen bir periyottan daha uzun sürebilir. Bu nedenle farklı dönemlerdeki veriler için uygun indirgeme oranlarını kullanmak gerekmektedir. (Başkaya ve Avcı 2011, 102)
- VZA genel olarak fiziksel girdi ve çıktı ölçütleri ile test edildiğinden teknik girdi ve çıktı verimliliği ile sınırlıdır. Yöntemin yetenekleri çıktı ve girdilere (eğer mümkünse) göreceli fiyatlar veya öncelikli ağırlıklar atanarak güçlendirilebilir. Bir yöntemin zayıf yönlerinin fazla olması o yöntemin geliştirilecek alanları olduğu anlamına gelir. (Yolalan 1993, 85)

- VZA parametrik olmayan bir teknik olduğundan sonuçları istatistiki hipotez testleri için çok uygun değildir. (Yalama 2006, 71)
- VZA, etkin olan karar birimleri belirlemekte fakat etkin olan karar birimlerini karşılaştırma aşamasında ve kuramsal karar biriminin anlamsız kaldığı doğal olarak zarflama imkânı bulunmayan durumlarda yetersiz kalmaktadır. (Başkaya ve Avcı 2011, 101, Yolalan 1993, 87)

2.1.4 VZA Literatür Araştırması

VZA, Farrell'in 1957 yılındaki "The Measurement of Productive Efficiency" birden çok girdisi ve tek çıktısı olan işletmelerin etkinliklerini analiz ettiği makalesine dayandırılarak (M. Farrell 1957) geliştirilmiş, ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes 'un "European Journal of Operational Research"te yayınlanan "Measuring the Efficiency of Decision Making Units" makalesi ile ortaya atılmış bir yöntemdir. (Charnes, Cooper ve Rhodes 1978)

İlk olarak W.W.Cooper danışmanlığındaki Edwardo Rhodes'in Carneige Mellon Üniversitesindeki Şehir ve Halkla İlişkiler alanında uyguladığı araştırma tezinde kullanılmıştır burada okullardaki dezavantajlı öğrenciler için geliştirilen "Programme Follow Through" programına katılan ve katılmayan öğrencilerin performanslarını karşılaştırmak için kullanılmıştır. (A. Charnes, vd. 1995) Okullardaki göreceli etkinliği fiyatları göz ardı ederek çoklu girdi ve çıktılar ile tahmin etme isteğiyle VZA' nın temeli olan, CCR formülasyonu olarak bilinen "oransal model" ortaya çıkmıştır. (Dinçer 2011)

Charnes Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen CCR modelinde (Yaklaşım; Charnes, Cooper ve Rhodes' un baş harflerini alarak CCR adıyla benimsenmiştir.) ölçeğe göre sabit getiri (CRS-Constant Returns to Scale) yaklaşımı ele alınmıştır.. (Charnes, Cooper ve Rhodes 1978)

Daha sonra 1984'te Banker, Charnes ve Cooper tarafından ölçeğe göre değişken getiri (VRS-Variable Returns to Scale) yaklaşımıyla etkinlik ölçümü yapabilmek için BCC modeli (Yaklaşım; Banker, Charnes ve Cooper'ın baş harflerini

olarak BCC adıyla benimsenmiştir.) geliştirilmiştir. (Banker, Charnes ve Cooper 1984) Bu şekilde Farell'in etkinlik ölçümü yaklaşımındaki ölçeğe göre sabit getiri varsayımı esnetilmiş teknik etkinliğin yanında ölçek etkinliği de ölçülebilir olmuştur. (Yolalan 1993, 27)

Her iki yaklaşım da (CCR ve BCC) girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı şekilde uygulanabilmektedir. Böylece VZA, verimli kullanılmayan girdilerin (kaynakların) yanı sıra, karar birimlerinin verimsiz olma sebeplerini de açıklayacak duruma gelmiştir. (Kutlar ve Kartal 2004, 53, Yolalan 1993, 14)

Teorik altyapısı oluşan VZA, birçok girdi ve bir çok çıktı ile aynı anda herhangi bir üretim fonksiyonu öngörülmesine gerek duymadan çalışılabilmesinden dolayı önerildiği günden bu yana parametresiz etkinlik ölçüm yöntemleri arasında yoğun ilgi gören bir alan olmuştur. Bu sebeple hızlı şekilde teoride ve pratik uygulamada gelişme göstermiş, birçok kullanıcı tarafından uygulanması kolaylaşacak ve çeşitli problemlere cevap verebilecek şekilde geliştirilmiştir.

- VZA literatüründeki ülkemizdeki temel kaynaklara şu örnekler verilebilir.

1993 yılında Reha Yolalan "İşletmeler arası Görelî Etkinlik Ölçümü" kitabında VZA' nın temel teorik yapısını açıklayarak banka şubeleri üzerinde VZA ile etkinlik ölçümü yapmıştır (Yolalan 1993) .

2001 yılında Armağan Tarım, "Veri Zarflama Analizi, Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı" kitabında VZA' nın teorik çerçevesine detaylı olarak eğilmiş ve nümerik örneklerle VZA çalışma mantığını açıklamıştır. (Tarım 2001)

2011 yılında Başkaya ve Avcı, "Veri Zarflama Analizi" kitabında etkinlik ölçümündeki temel kavramları inceleyerek VZA hakkında bilgi vermişlerdir. (Baskaya ve Avcı 2011)

- VZA uygulamalarına verilebilecek örnekler şunlardır.

1997 yılında Ersoy Kavuncubaşı, Özcan ve Harris "Technical Efficiencies of Turkish Hospitals: DEA Approach" çalışmalarında 573 genel tıp hastanesinde Veri Zarflama Analizi ile etkinlik ölçümü yapmışlardır. (Korkut, vd. 1997)

1997 yılında Rosenman, Siddharthan ve Ahern tarafından "Output Efficiency of Health Maintenance Organizations in Florida" çalışmalarında Florida'daki 28 sağlık bakım organizasyonunun görece teknik etkinliklerini ölçmüşler ve büyük ölçekli sağlık tesislerinin diğerine göre daha etkin ve küçük ölçekli KVB'lerin anlamlı şekilde diğer KVB'lere göre daha az etkin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. (Rosenman, Siddharthan ve Ahern 1997)

2000 yılında Şahin ve Özcan "Public Sector Hospital Efficiency for Provincial Markets in Turkey" çalışmalarında kamu hastanelerinin 80 ildeki etkinliklerini değerlendirmişlerdir. (Şahin ve Özcan 2000)

2001 yılında Helmig ve Lapsley tarafından gerçekleştirilen "On the Efficiency of Public, Welfare and Private Hospitals in German Over Time: A Sectoral Data Envelopment Analysis Study" adlı çalışmada devlet ve özel sektöre ait, kar amacı güden ve gütmeyen hastanelerin etkinlik analizi yapılmıştır. Kamuya ait hastanelerin daha az kaynak kullandıkları için özel hastanelere göre daha etkin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. (Helmig ve Lapsley 2001)

2001 yılında Grosskopf, Margaritis ve Valdmanis tarafından yapılan "Comparing Teaching and Non-teaching Hospitals: A Frontier Approach (Teaching vs. Non-teaching Hospitals)" adlı çalışmada 236 eğitim hastanesi ve 556 eğitim hastanesi olmayan hastaneden oluşan gözlem kümesinde eğitim hastanelerinin sadece %10'unun etkinlik açısından eğitim hastaneleri olmayan KVB'lerle rekabet edebileceği sonucuna ulaşmışlardır. (Grosskopf, Margaritis ve Valdmanis 2001)

2005 yılında Donthu, Hershberger ve Osmonbekov tarafından yapılan "Benchmarking Marketing Productivity Using Data Envelopment Analysis" çalışmalarında bir benchmarking aracı olarak VZA yöntemini ele almışlardır. (Donthu, Hershberger ve Osmonbekov 2005)

2011 yılında Avkiran, "Association of DEA Super-Efficiency Estimates with Financial Ratios: Investigating the case for Chinese Banks" adlı çalışmasında süper etkinlik yöntemi ile hesaplanan etkinlik skorlarını ile Çin Bankalarının finansal oranlarını tahmin etmede kullanmıştır. (Avkiran 2011)

2015 yılında Gökşen, Doğan ve Özkarabacak, "A Data Envelopment Analysis Application for Measuring Efficiency of University Departments" çalışmalarında 9 Eylül Üniversitesi'ndeki fakültelerin etkinlik ölçümü yaparak etkinsizlik sebeplerini, teknik etkinlik ve ölçek etkinliği durumlarını açıklamışlar, etkinlik düzeylerinin iyileşmesi için girdi ve çıktı miktarlarının hangi düzeyde olması gerektiğini belirlemişlerdir. (Gökşen, Doğan ve Özkarabacak 2015)

2016 yılında Sevkli, Koh, Zaim Demirbağ ve Tatoğlu " An Application of Data Envelopment Analytic Hierarchy Process for Supplier Selection: A Case Study Of Beko In Turkey" adlı çalışmalarında BEKO firmasının tedarikçi seçimi için Ağırlık kısıtlı VZA yöntemini uygulamışlar ve kriter, alt kriter sayısının, hiyerarşi seviyesinin arttığı durumlarda VZAHP ile daha gerçekçi sonuçlara ulaşıldığı savunulmuştur. (Sevkli, vd. 2006)

- Ulusal Literatürde de VZA, oldukça yaygın uygulanan bir tekniktir.

2001 yılında Timor, "Hastane Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi" çalışmasında tıbbi bakım dışı çalışan personel sayısı, malzemeler için yapılan harcamalar, yatak-gün sayısı değişkenlerini girdi; sigortalı hastalar için hasta-gün sayısı, sigortalı olmayan hastalar için hasta-gün sayısı, eğitimden geçen hemşire sayısı, eğitimden geçen intern sayısı değişkenlerini çıktı olarak değerlendirmiş ve 4 hastane üzerinde kuramsal birim ve etkinlik ölçümünü incelemiştir. (Timor 2001)

2001 yılında Baysal ve Toklu, "Veri Zarflama Analizi ile Bazı Orta Öğretim Kurumlarının Performanslarının Değerlendirilmesi " adlı çalışmalarında Konya ilindeki 11 lisenin göreceli etkinliklerini eğitim programı, eğiticiler, diğer çalışanlar ve para değişkenlerini girdi öğrenci başarısı ve üst öğrenime girmeyi çıktı kabul ederek VZA ile girdiye ve çıktıya yönelik olarak ölçmüşlerdir. (Baysal ve Toklu 2001)

2002 yılında Ulucan, "İSO500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları İle Değerlendirmeler" adlı çalışmasında yeterli verisi olan İSO500 şirketlerinin piyasa ve karlılık çıktıları bir arada inceleyerek etkinlik skorlarını hesaplamış, İSO500 sıralaması ile etkinlik skorları sıralaması karşılaştırmıştır. (Ulucan 2002)

2003 yılındaki Tetik, "İşletme Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi" isimli çalışmasında Manisa Salihli'deki özel hastane, devlet hastanesi ve SSK hastanelerinin görelî etkinliklerini değerlendirmiştir. (Tetik 2003)

2003 yılında Deveci Karakoç, "Veri Zarflama Analizindeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı" makalesinde VZA modelinde kullanılan ağırlık katsayılarına AHP ile belirlenen uzman görüşüne dayalı ağırlık kısıtlarını ekleyerek deneysel veri seti üzerinde uygulamıştır. (Deveci Karakoç 2003)

2004 yılında Kutlar ve Kartal, "Cumhuriyet Üniversitesinin Verimlilik Analizi: Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama" adlı çalışmalarında Cumhuriyet Üniversitesi fakültelerinin 2000-2004 yılları arasındaki verileri kullanarak, farklı girdi çıktı yaklaşımları ile VZA ile etkinlik analizini yapmış; Tıp, diş hekimliği, güzel sanatlar fakültesi ve ilahiyat fakültesinin görece etkinlik skorlarının düşük olduğu sonucuna varmışlardır. (Kutlar ve Kartal 2004)

2004 yılında Gülcü ve arkadaşları, "Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi" adlı çalışmalarında 1999-2001 yıllarını kapsayan çalışmalarında, 3 yıl için akademik personel (öğretim üyeleri ve araştırma görevlileri) ile yardımcı personel (hemşire ve yardımcı sağlık personeli) verilerini girdi, tedavi edilen hasta sayısı ve hastaların döner sermayeye bıraktıkları net kar miktarını çıktı olarak kabul etmiş, ağız ve diş sağlığı hizmeti veren (endodonti, protetik tedavi, pedodonti, ağız diş ve çene cerrahisi, periodontoloji, ortodonti) kliniklerin görelî etkinliğini değerlendirmişler. (Gülcü, vd. 2004)

2004 yılında Baysal, Uygur ve Toklu "Veri Zarflama Analizi İle Tcdd Limanlarında Etkinlik Ölçümü" çalışmalarında personel sayısı, yük elleçleme kapasitesini girdi; elleçlenen yük sayısı ve gelir parametrelerini çıktı olarak kabul ederek Türkiye'deki 7 liman için etkinlik ölçümü yapmışlar ve 4 ünün görece olarak etkinsiz olduğu sonucuna ulaşmışlardır. (Baysal, Uygur ve Toklu 2004)

2006 yılında Bakırcı, "Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü - VZA ile bir Analiz" çalışmasında ölçeğe göre sabit ve değişken getiri varsayımları ile otomotiv sektöründe faaliyet gösteren 13 firmadan oluşan bir gözlem kümesinde VZA ile etkinlik analizi yapmış ve küçük ölçekli firmaların daha etkin oldukları sonucuna ulaşmıştır. (Bakırcı 2006)

2007 yılında Yeşilyurt, "Türkiye'de Eğitim Hastanelerinin Etkinlik Analizi" çalışmasında devlet hastaneleri, özel vakıf hastaneleri, sosyal sigortalar kurumu hastanelerini içeren 55 eğitim hastanesinin teknik etkinlik analizini yapmış ve özel hastanelerin daha etkin olduğu sonucuna ulaşmıştır. (Yeşilyurt, 2007)

2007 yılında Eroğlu ve Lorcu "Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) İle Sayısal Karar Verme" adlı çalışmalarında VZA ve analitik hiyerarşi prosesi yaklaşımlarının birlikte kullanılması ile ortaya çıkan VZAHP yöntemi ile Türkiye'deki otomotiv sektöründeki fiyatlama stratejileri değerlendirilmiştir. (Eroğlu ve Lorcu 2007)

2008 yılında Özden, "Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi" adlı çalışmasında Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin görece toplam etkinlik, teknik etkinlik ve ölçek etkinliklerini incelemiştir. (Özden 2008)

2009 yılında Çakmak, Öktem ve Ömürgönülşen, "Türk Kamu Hastanelerinde Teknik Verimlilik Sorunu Veri Zarflama Analizi Tekniği ile Sağlık Bakanlığı'na Bağlı Kadın Doğum Hastanelerinin Teknik Verimliliklerinin Ölçülmesi" adlı çalışmalarında kamuya ait 43 adet kadın doğum hastanesinde etkinlik ölçümü yapmış ve üçte ikisinin etkinsiz olduğu sonucuna ulaşmışlardır. (Çakmak, Öktem ve Ömürgönülşen 2009)

2009 yılında Ata ve Yakut, "Finansal Performansa Dayalı Etkinlik Ölçümü: İmalat Sektörü Uygulaması" çalışmalarında imalat sanayisinde faaliyet gösteren 14 alt sektör için 1996-2006 yıllarındaki finansal açıdan etkinlik ölçümünü değerlendirmişler hangi sektörlerin daha karlı, görece daha etkin olduğunu araştırmışlardır. (Ata ve Yakut 2009)

2012 yılında Gerek, Erdiş ve Yakut "Finansal Performansa Dayalı Etkinlik Ölçümü Çimento Sektörü Uygulaması" adlı çalışmalarında çimento sektöründeki 16 firmanın finansal açıdan durumlarını yıllar itibariyle değerlendirmek için VZA kullanmışlardır. (Gerek, Erdiş ve Yakut 2012)

2014 yılında Karakaya, Kurtaran ve Dağlı "Bireysel Emeklilik Şirketlerinin Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü-Türkiye Örneği" adlı çalışmalarında çalışan sayısı, aktif toplamı değişkenleri girdi, primler ve fonların toplamı çıktı değişkenleri olarak değerlendirilmiş ve 14 bireysel emeklilik şirketinin ölçeğe göre getiri durumları incelenmiştir. (Karakaya, Kurtaran ve Dağlı 2014)

- "Ağırlık kısıtlı VZA modelleri" ile ilgili aşağıdaki çalışmalar örnek verilebilir.

VZA'de ağırlık kısıtlamalarıyla ilgili ilk uygulama 1986 yılında Thompson, Singleton, M.Thrall ve Smith tarafından "Comparative Site Evaluations for Locating a High-Energy Physics Lab in Texas" makalesinde, Texas'ta kurulacak bir yüksek enerji fizik laboratuvarı için yer seçimi amacıyla yapılmıştır. (Thompson, vd. 1986)

1988 yılında Dyson ve Thanassoulis "Reducing Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis" makalelerinde üst yöneticilerin görüşleri ile tercih ettikleri, öncelikledikleri çıktıları ağırlıklandırarak VZA'daki katsayı esnekliğini kısıtlamışlardır. (Dyson ve Thanassoulis 1988)

1990 yılında Beasley, "Comparing University Departments" adlı çalışmasında toplamsal bir model ile Birleşik Krallık'ta 52 üniversitenin kimya ve fizik bölümleri çıktı ağırlıklarını önem seviyesine göre kısıtlayarak etkinliklerini ölçmüştür. (Beasley 1990)

1990 yılında Wong ve Beasley " Restricting Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis" makalesinde VZA'daki katsayı esnekliğini azaltmak üzere katsayılar için oransal ağırlıklara limitler belirlenmesi yöntemini önermişlerdir. (Wong ve Beasley 1990)

2007 yılında Eroğlu ve Lorcu "Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) İle Sayısal Karar Verme" makalelerinde Analitik hiyerarşi prosesi ile katsayıları sıralamışlardır. (Eroğlu ve Lorcu 2007)

2.2 VZA' NIN UYGULAMA ADIMLARI



Şekil 10 : Veri Zarflama Analizi Uygulama Adımları

2.2.1 Gözlem Kümesinin Seçimi

VZA' nın ilk aşaması elemanları birbirleriyle karşılaştırılarak göreli etkinlik ölçümü yapılacak olan gözlem kümesini belirlemektir. Fabrika, banka şubesi, hastane, okul gibi kar amacı gütsün veya gütmesin, belirli girdileri kullanarak belirli çıktılar elde etmeyi hedefleyen, üretim veya hizmet sistemleri karar birimi olarak seçilebilir.

Seçilen karar birimlerinin üretim teknolojisi açısından benzer olması gözlem kümesinin homojen olması açısından çok önemlidir. Bir gözlem kümesinin homojen olması; karar birimlerinin aynı türden girdileri kullanarak aynı türden ıktıları üretmeleri, etkinliği etkileyebilecek dış faktörlere karşı çok farklı şartlarda olmamalarını ifade eder. (Yolalan 1993, 65)

Etkinlik analizinin anlamlı ve faydalı olması için gözlem kümesini oluşturacak karar birimlerinin seçimi çok önemlidir. Gözlem kümesini oluşturacak olan karar birimleri seçilirken aşağıdaki konulara dikkat edilmesi gereklidir. (Baysal ve Toklu 2001, 206)

- i. Seçilen karar birimleri aynı görevleri benzer amaçlarla yerine getirmelidir.
- ii. Seçilen bütün karar birimleri aynı dış etkenler altında olmalı, aynı pazar şartlarında çalışmalıdır. (Bu husus özellikle kar amacı gütmeyen, hizmet götürme politikasıyla çalışan hastane, okul vb. karar birimlerinin karşılaştırılmasında önemlidir.)
- iii. Gözlem kümesindeki birimlerin performansını ölçmek üzere kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri yoğunluk ve büyüklükteki farkları dışında aynı olmalıdır. Başka bir deyişle değişkenler için kullanılan birimler her karar biriminde aynı şeyi ifade etmelidir.

Gözlem Kümesinin Eleman Sayısı:

n : karar birimi sayısı
m : girdi parametreleri sayısı
s : ıktı parametreleri sayısı , olmak üzere
 $n \Rightarrow 2mxs$ olmalıdır. (Dyson, Allen, vd. 2001, 248)

Gözlem kümesi eleman sayısının belirli bir değerin üzerinde olması üretilecek etkinlik skorlarının birbirinden farklı olmasını sağlayacaktır. (Yolalan 1993, 65) Gözlem kümesine etkin sınırı değiştiren bir karar birimi eklenmesi veya etkin sınırdaki bir karar biriminin gözlem kümesinden çıkarılması ile hesaplanan etkinlik skorları diğer karar birimlerinin etkin sınır uzaklığı değişebileceğinden ilk duruma göre farklılık gösterecektir. Bu aşamada veri zarflama analizinin uç değerlere karşı hassas olduğu unutulmamalıdır.

2.2.2 Girdi ve Çıktı Kriterlerinin Belirlenmesi

Tamamen veri tabanlı bir etkinlik ölçme metodu olan VZA kullanılırken girdi ve çıktı değişkenlerin üretim teknolojisini en doğru şekilde tanımlayacak şekilde titizlikle seçilmesi son derece önemlidir. Çıktılar üzerinde baskın bir etkisi olan bir girdinin dışarıda bırakılması veya hizmetin değerli bir çıktısının modele eklenmemiş olması etkinlik analizi çalışmasına gölge düşürecek, bu ölçümlere dayalı olarak yapılan yorumlara da itimat edilmeyecektir. Bu aşamada veri setinin güvenilirliği de aynı şekilde sorgulanmalı, dataların doğruluğundan şüphe duyulan değişkenler modelden çıkarılmalı veya bulanık dataların bulunduğu veri setine temel VZA modelleriyle yaklaşılmamalıdır.

Girdi ve çıktı sayısının artması ile VZA' nın ayrıştırma yeteneği artar fakat ulaşılabilen bütün dataları girdi ya da çıktı olarak tanımlamaya çalışmaktansa ölçülmek istenen etkinlik yaklaşımına uygun değişkenlerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Yansız bir etkinlik ölçümü için bu faktörlerin seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar şu şekilde belirtilmiştir. (Baysal ve Toklu 2001, 207, Yolalan 1993, 66)

- i. VZA yöntemi ölçme hatalarına karşı çok duyarlı olduğundan veri setindeki dataların güvenilirliği titizlikle sorgulanmalı, uç veriler kontrol edilmelidir.
- ii. Kolaylıkla girdi veya çıktı olarak sınıflandırılmayan faktörlere dikkat edilmelidir.
- iii. Üretime direk etkisi olmayan değişkenler modele dâhil edilmemelidir.
- iv. Aralarında yüksek korelasyon olan girdi veya çıktı faktörlerinin, belli bir oranla kullanılan girdilerin veya oluşan çıktılarının her birinin ayrı ayrı modele eklenmesine gerek yoktur.
- v. Seçilen faktörler, diğer faktörlere dâhil olmayan bilgiler taşımamalıdır.
- vi. Seçilen faktörler, teknik etkinlik nosyonu dışında (örneğin fiyat elemanları) içermemelidir.
- vii. Girdi faktörü olarak seçilecek olan faktörler, çıktılarından biri ya da bir kaçının oluşumuna katkı sağlamalıdır. (Çıktı miktarı üzerinde negatif etkisi olan faktörler modele dâhil edilmemelidir.)
- viii. Seçilen faktörle ilgili veriler, ulaşılabilir ve güvenilir olmalıdır.

2.2.3 VZA Modelinin Seçilmesi ve Etkinliğin Ölçülmesi

Gözlem kümesinde etkinlik analizi yapacak olan analist gözlem kümesini irdeleyerek üretim ortamını en doğru şekilde ifade eden (girdiye/çıktıya yönelik, ölçeğe göre sabit/değişken getirili vb.) VZA modelini tanımlamalıdır. Genel olarak hangi modelin kullanılması gerektiği araştırmanın kapsamına kullanılacak varsayımlara göre değişir. En temel VZA yaklaşımları şu şekildedir. (Özden 2008, 169-170, Oruç 2008, 20)

Zarflama şekli olarak

- i. **CCR : 1978'** de Charnes, Cooper ve Rhodes'un tarafından ortaya atıla Ölçeğe Göre Sabit Getiri (girdilerin bileşim oranı değiştirilmeden, kullanılan (kaynak miktarı) girdiler α kat artırıldığında, çıktıların da α kat arttığı – CRS: Constant Return to Scale) varsayımı ile,
- ii. **BCC : 1984'te** Banker, Charnes ve Cooper tarafından ortaya atılan Ölçeğe Göre Değişken Getiri (girdilerin bileşim oranı değiştirilmeden, kullanılan (kaynak miktarı) girdilerin α kat artırıldığında, çıktılarda α 'dan farklı bir oranda değişim olduğunda VRS: Variable Return to Scale) varsayımı ile

Etkin olmayan KVB' lerin etkin üretim sınırına olan uzaklıklarını ölçme şekli olarak

- i. **Girdiye yönelik :** Mevcut çıktı düzeyi sabit tutularak, bu çıktı düzeyinin elde edilmesini sağlayacak minimum girdi düzeyini tespit ederek, etkinliği artırmak için girdi bileşiminin ne kadar azaltılması gerektiğini araştırarak modeldir. (Karar birimlerinin çıktı miktarını azaltmadan veya diğer girdi miktarlarını artırmadan girdilerin hiç birinin azaltılması mümkün değil iken)
- ii. **Çıktıya yönelik :** Mevcut girdi düzeyi sabit tutularak, bu girdi düzeyi ile elde edilebilecek maksimum çıktı seviyesini tespit edilir, etkinliği artırmak için çıktı bileşiminin ne kadar artırılması gerektiğini araştırarak modeldir. (Karar birimlerinin girdi miktarını artırmadan veya diğer çıktıların miktarını azaltmadan çıktıların hiçbirini artırması mümkün değil iken)

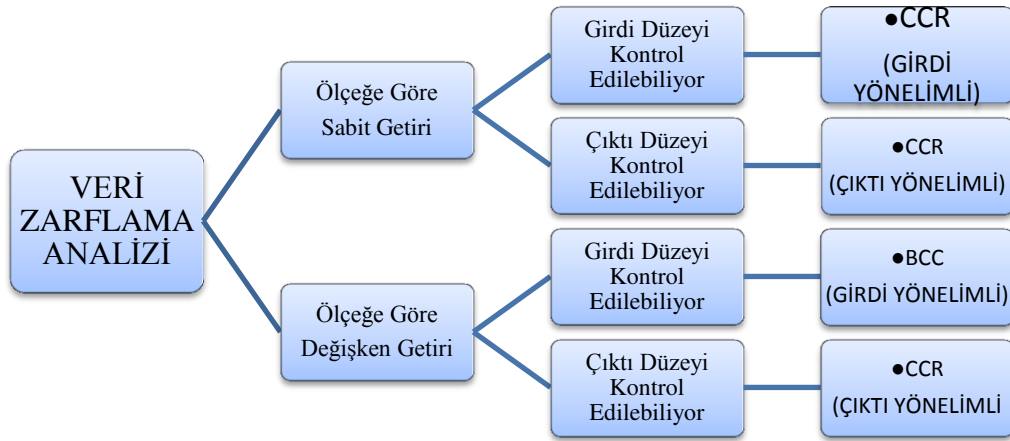
VZA modelleri ile girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olarak iki yönlü , (Charnes, Cooper ve Rhodes 1981, 669) ve ölçeğe göre sabit getiri ve değişken getiri varsayımları altında etkinlik hesaplamaları yapılabilir.

ÖGDG varsayımı; üretim sınırının doğrusal olmadığı durumlarda (Tarım 2001, 19), KVB'lerin pazar şartları, finansal sıkıntılar vb. sebeplerinin optimal ölçekte çalışmasını engelleyebileceği durumlarda, KVB'lerin teknik etkinlik değerinin ölçek etkinliğinden ayrı elde edilmesi gerektiği durumlarda elverişlidir. CCR modeli burada toplam etkinlik değerini elde ettiği için teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değerlerini içinde barındırır. (Yeşilyurt, 2007)

ÖGDG varsayımı, ÖGSG varsayımına göre daha esnek olacağından daha iyimser skorlar elde edilir, böylece BCC modeli ile elde edilen etkinlik skorları CCR modeli ile elde edilen etkinlik skorlarından daha büyük olmaktadır.

Çıktı yönelimli modellerde mevcut girdi ile en fazla ne kadar çıktının üretilbileceği; girdi yönelimli modellerde mevcut çıktının elde edilmesi için kullanılması gereken minimum kaynak miktarı belirlenmeye çalışılır. Bu aşamada analist, VZA modelinde hangi yaklaşımı kullanacağına, hangi parametrelerin kontrol edilebildiğini tespit ederek karar verir.

Eğer girdiler/kaynaklar üzerinde kontrol azsa (ya da yoksa) çıktı yönelimli bir model kullanılarak, mevcut girdi miktarı ile en fazla ne kadar çıktı üretilbileceği araştırılır; eğer çıktılar üzerinde kontrol azsa (ya da yoksa) girdi yönelimli bir modeller kullanılarak, mevcut çıktı düzeyine ulaşabilecek en düşük girdi miktarı araştırılır. Eğer, en çok çıktının en az girdi ile üretilmesi isteniyorsa, o zaman toplamsal veya yönelimsiz modeller kullanılmaktadır. (Özden 2008, 170) Açıkçası bir KVB'nin etkinliğini artırmak için ya girdilerinin azaltması ya da çıktıların artırması gerektiğinden VZA modelini de hangi parametre setini değiştirebileceksek o yönde kurgularız.



Şekil 11 : Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri

Karar birimlerinin ÖGSG altında oldukları varsayılıyor ve toplam etkinlikleri belirlenmek isteniyorsa CCR modeli kullanılabilir. Eğer ÖGDG varsayımı ile yaklaşıyor ve karar birimlerinin sadece teknik etkinlikleri hesaplanmak isteniyorsa BCC modeli kullanılabilir. Ancak KVB'lerin etkinsizlik sebepleri ile ilgili daha ayrıntılı bilgiler edinilmek isteniyorsa, yani toplam etkin olmayan KVB'lerin etkinsizliğinin teknik etkinlikten mi yoksa ölçekten mi kaynaklandığı belirlenmek isteniyorsa, toplam teknik etkinlik ve ölçek etkinliklerinin hepsinin hesaplanması, CCR ve BCC modellerinin ayrı ayrı çözülmesi gereklidir. (Özden 2008, 169-170)

Doğrusal programlama tabanlı bir yaklaşım olan Veri Zarflama Analizi modellerinde doğrusal programlama için geçerli olan; Kesinlik (Modelin tüm katsayılarının bilindiği), Orantı (Amaç fonksiyonunda ve kısıtlarda bir orantı olması gerekliliği), Toplanabilirlik (Tüm değerlerin birbirinden bağımsız olduğu), Bölünebilirlik (Çözümün tam sayı olmasının gerekmediği), Negatif olmama (Tüm değişkenlerin sıfır ya da pozitif olduğu) varsayımları Veri Zarflama Analizi modelleri için de geçerlidir. (Oruç 2008, 19, Dinçer 2011, 59)

2.2.4 Etkin olmayan Karar Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi

Veri Zarflama yöntemi ile yapılan etkinlik ölçümlemesinde etkin üretim sınırının üzerinde bulunan KVB'ler tam görelî teknik etkin birimlerdir ve bu KVB'lerin etkinlik skoru "1" değerini alır. (Tarım 2001, 19) Etkin üretim sınırı altında kalan KVB'ler 0 - 1 arasında bir değer alırlar eğer bir KVB'nin etkinlik skoru 1' den küçük ise o KVB etkin değildir. (Baysal, Uygur ve Toklu 2004, 438) (Eğer tam etkinlik için %100 alındıysa, etkin olmayan karar birimleri için 0-100 % arasında değerler alacaktır.) VZA ile ulaşılan değerli bilgilerden biri de etkin olmadığı gözlemlenen söz konusu KVB'lerin etkin sınıra çekilebilmesi için yürütülecek strateji hakkında fikir vermesidir.

VZA modelinin yaptığı etkin karar birimlerinden bir etkinlik sınırı oluşturarak diğer karar birimlerinin bu etkin sınıra uzaklıklarını radyal olarak ölçerek etkinlik skoru tanımlamaktır. Aynı yaklaşımla etkin olmayan karar birimi için etkinlik skoru hesaplamasında referans olan karar birimi ya da birimlerinden oluşan referans seti ve katsayılar değerlendirilerek incelenen KVB' nin girdi/çıktı seviyesinin hangi düzeye indirmesi/çıkarması gerektiği hesaplanabilir.

Girdiye yönelik modeller kullanılarak (mevcut çıktı miktarını gerçekleştirmek için gerekli minimum girdi düzeyi, çıktıya yönelik modeller kullanarak (mevcut girdiler ile elde edilebilecek en yüksek çıktı düzeyi) tespit edilebilir.

2.2.5 Sonuçların Yorumlanması

VZA ile elde edilen etkinlik skorları karar birimlerinin gözlem kümesi içindeki görelî etkinlikleri ifade etmektedir. Etkin olan KVB'lerin etkinlik skoru 1 (bir) iken diğer KVB'lerin etkinlik skoru 0 (sıfır) ile 1 (bir) arasında değer alır. (Charnes, Cooper ve Rhodes 1978, 3) Bu aşamadan sonra etkin olan ve olmayan karar birimleri için ortak olguların veya farklılıkların araştırılması VZA yönteminin nihai aşamasıdır. Bu olgulardan hareketle etkinsiz karar birimlerinin etkinliklerini artırmaları veya kaynak atamalarının iyileştirilmesi için çeşitli stratejiler geliştirilebilir. VZA ile elde edilen sonuçlar genel olarak şu şekilde sıralanabilir. (Ulucan 2002, 188, Dinçer 2011, 39)

- i. Gözlem kümesindeki benzer karar birimlerinin, etkin olan ve olmayan karar birimleri olarak sınıflandırmasını ve etkinlik skorlarına göre (etkin olan KVB'ler hariç) sıralanmasını sağlar.
- ii. Etkin olmayan karar birimlerinin, etkinlik sınırına ulaşması için mevcut girdileri ile elde etmeleri gereken çıktı düzeyi hesaplanabilir.
- iii. Etkin olmayan karar birimlerinin, ürettiği mevcut çıktı düzeyine göre kullandığı fazla kaynak miktarı belirlenebilir.
- iv. Etkin olmayan karar birimlerinin, etkin sınıra ulaşmak için referans kümesini oluşturan karar birimleri belirlenebilir.
- v. VZA yöntemi; karar vericilere etkinsizlik kaynakları hakkında değerli bakış açıları sunar. Örneğin etkinsizlik durumu değerlendirilen KVB'nin yönetsel sebepler gibi iç etkenlerden kaynaklanan etkinsizlik oranını ve gözlem kümesindeki diğer KVB'lere görece, kontrolü dışındaki dış etkenlerin dezavantajlı durumlarından kaynaklanan etkinsizlik oranlarını açıklar. Böylelikle KVB yönetimlerinin etkinlikleri değerlendirilebilir veya kendi kontrolü dışındaki dış etkenler sebebi ile etkinsiz olduğu ölçülen karar birimleri için daha etkin stratejiler geliştirilmesinde yol gösterir. Etkinliklerin artırılmasına yönelik yeni politikaların oluşumuna katkı sağlar. (Bakırcı 2006, 200)
- vi. Kaynakların gözlem kümesi içinde en etkin kullanılabilecek birimler arasında değiştirilmesi gibi kaynakların yeniden atanmasına temel oluşturabilecek bir bakış açısı sunar.

2.3 VZA' NIN MATEMATİKSEL ÇERÇEVESİ

Veri Zarflama Analizinin temeli Çıktı/Girdi oranı yaklaşımına dayanmaktadır. (Cooper, Seiford ve Tone 2000, 1) Bu modelde bir karar biriminin etkinlik düzeyini belirleyebilmek için gözlem kümesindeki her bir karar alma birimi ile karşılaştırılması gerekir. İleride bahsedilecek olan ağırlık ve zarflama modelleri bu temel yaklaşımının eksik yönlerini geliştirerek bu model üzerine geliştirilen modellerdir. (Yalama 2006, 58)

2.3.1 Oransal Model

Oransal Model, VZA'nın ana yapısını oluşturur. Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından etkinlik analizine dair geliştirilen ilk yaklaşımdır. (Charnes, Cooper ve Rhodes 1978) Bu modelde her karar birimi için ağırlıklandırılmış çıktıların, ağırlıklandırılmış girdilerin oranından yola çıkılmıştır. (Cooper, Seiford ve Tone 2000, 10-11)

$$\text{Oransal Model} = \frac{\text{Ağırlıklandırılmış Çıktı}}{\text{Ağırlıklandırılmış Girdi}}$$

n : karar birimi sayısı

m : girdi sayısı

s : çıktı sayısı

X : girdi verileri

Y : çıktı verileri

mxn : girdi matrisini

sxn : çıktı matrisini, ifade eder.

$$X = \begin{matrix} & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nn} \end{matrix} \quad Y = \begin{matrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nn} \end{matrix}$$

k'ıncı karar biriminin etkinliğini ölçmek için;

k karar biriminin girdileri ($x_{1k} + x_{2k} + x_{3k} + \dots + x_{mk}$)

k karar biriminin çıktıları ($y_{1k} + y_{2k} + y_{3k} + \dots + y_{sk}$) şeklinde gösterilmektedir.

Öncelikle Ağırlıklandırılmış girdi ve çıktı miktarlarının belirlenmesi için öncelikle girdi ve çıktı ağırlıkları kullanılarak sanal girdi ve çıktı miktarı oluşturulur.

$$\text{Sanal Çıktı} = u_{1k}y_{1k} + u_{2k}y_{2k} + u_{3k}y_{3k} + \dots + u_{sk}y_{sk}$$

$$\text{Sanal Girdi} = v_{1k}x_{1k} + v_{2k}x_{2k} + v_{3k}x_{3k} + \dots + v_{mk}x_{mk}$$

VZA modellerinde "sanal çıktı/sanal girdi" oranını maksimize edecek ağırlıklar belirlenmektedir, Her karar birimi kendi toplam etkinliğini maksimize edecek şekilde girdilere ve çıktılara verecekleri ağırlıkları serbestçe atayabilmektedir. Oransal modelde amaç fonksiyonu, toplam faktör verimliliği ile ilişkilidir. VZA modelinin amaç fonksiyonu etkinlik formülünden hareketle k karar birimi için ağırlıklandırılmış çıktıların ağırlıklandırılmış girdilere oranının maksimizasyonu şeklinde ifade edilebilir.

$$\max E_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}}$$

Modeldeki notasyonlar şunları ifade etmektedir;

s : çıktı sayısı

m : girdi sayısı

u_{rk} : k karar biriminin r . çıktı değişkeninin ağırlığı

v_{ik} : k karar biriminin i . girdi değişkeninin ağırlığı

Y_{rk} : k karar biriminin r . çıktı miktarı

X_{ik} : k karar biriminin i . girdi miktarı

Bu problemin çözümünde n adet karar biriminin her biri için problemin çözülmesi gerekmektedir. Bununla birlikte karar birimlerinin girdi ve çıktı ağırlıklarını seçilen KVB' nin etkinlik skorunun en fazla 1 olabileceği şekilde atanması gereklidir. Aksi takdirde seçilen karar biriminin etkinlik skoru 1 olarak hesaplandığında diğer bazı karar birimleri için etkinlik skorunun 1 değerinin üzerinde olduğu görülür. Etkinlik değerinin 1,0'den büyük bir değer almaması için karar birimlerinin çıktı/girdi oranlarının 1' den büyük olmamasını açıklayan bir kısıt daha eklenmesi gerekmektedir. Bu sebeple etkinlik skoru hesaplamak üzere, modele seçilen karar birimi dışındaki karar birimlerinin toplam ağırlıklandırılmış çıktılarının

toplam ağırlıklandırılmış girdilerine oranının 1' den büyük olmamasını sağlayacak kısıt eklenmiştir. Bu kısıt k karar birimin etkinliğini hesaplamada kullanılan katsayıların diğer karar birimleri için de kullanıldığında etkinlik skorlarının 1'i geçmesini engeller.

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}} \leq 1 \quad ; \quad j = 1, \dots, n$$

VZA' nın bir diğer koşulu da ağırlık değerlerinin pozitif olması gerekliliğidir. Kesirli bir programlama modelinde ağırlıkların sıfıra eşit olamayacağı belirlenmiştir ve ağırlık katsayıları ile ilgili modele ağırlıklandırılmış girdi ve ağırlıklandırılmış çıktıların oranlanacağı modelde ağırlık katsayılarının negatif bir değer almaması için aşağıdaki kısıtlar eklenir. (Başkaya ve Avcı 2011, 118) .

" ε ", (non - Archimedean) sabiti, arşimedgil olmayan büyüklük olarak bilinen, 0,000001 civarında çok küçük pozitif, , ihmal edilebilir bir değer olarak alınmaktadır. (Tarım 2001, 52, Kutlar ve Kartal 2004)

$$v_{ik} \geq \varepsilon \quad i=1, \dots, m$$

$$u_{rk} \geq \varepsilon \quad r=1, \dots, p$$

Yukarıda belirtilen amaç fonksiyonu ve kısıtları birleştirildiğinde "oransal model" ortaya çıkmaktadır. VZA' nın temel yapısını oluşturan bu modeli daha genel bir şekilde ifade edebiliriz. (Banker, Charnes ve Cooper 1984, 1028)

$$\max (E_k) = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}}$$

s.t.

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}} \leq 1 \quad ; \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_{rk} \geq \varepsilon \quad ; \quad r = 1, \dots, s$$

$$v_{ik} \geq \varepsilon \quad ; \quad i = 1, \dots, m$$

Modeldeki notasyonlar şunları ifade etmektedir;

n	: karar birimi sayısı
s	: çıktı sayısı
m	: girdi sayısı
u_{rk}	: k karar biriminin r. çıktı değişkeninin ağırlığı
v_{ik}	: k karar biriminin i. girdi değişkeninin ağırlığı
Y_{rk}	: k karar biriminin r. çıktı miktarı
X_{ik}	: k karar biriminin i. girdi miktarı
Y_{rk}	: k karar biriminin r. çıktı miktarı
X_{ik}	: k karar biriminin i. girdi miktarı
E_k	: k karar biriminin etkinlik değeri
ε	: yeterince küçük pozitif bir sayı (0,000001)

Temel VZA modelinde girdi ve çıktı ağırlıkları aşağıdaki iki kısıt dışında ağırlıklarını, etkinlik değerlerini maximize edecek şekilde serbestçe atayabilirler. (Ulucan 2002, 187-188)

- i. Etkinliği ölçülen karar biriminin kendi etkinliğini maksimum yapacak şekilde atadığı katsayılar ile diğer karar birimlerinin etkinliği hesaplandığında hiç bir karar biriminin etkinlik skoru 1' i geçmemelidir.
- ii. Girdi ve çıktı katsayılarından hiç biri negatif değer alamaz.

Buraya kadar anlatılan VZA modeli örneğinde çıktı/girdi oranı maksimize edilmeye çalışılmıştır. Bu yaklaşım aynı zamanda girdiyi minimize eden modellere örnektir. Tüm VZA modelleri gibi oransal model de girdiye ve çıktıya yönelik olarak tanımlanabilir.

2.3.1.1 Girdiye Yönelik Oransal Model

Mevcut durumdaki çıktı düzeyini üretebilmek için gerekli olan minimum girdi miktarını araştıran modellerdir. (Yolalan 1993, 28) Girdiyi minimize eden bu model yaklaşımı ile karar birimlerinin kaynak israfı, atıl kapasite miktarları araştırılır. Girdiye yönelik modeller "ağırlıklı çıktı/ağırlıklı girdi" oranını maksimize eden ağırlıkları belirleyerek etkinlik ölçümü yaparlar. Girdiye yönelik oransal model aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır. (Cooper, Seiford ve Zhu 2011, 94)

$$Z_{max}(E_k) = \frac{\sum_{r=1}^S u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}}$$

s.t.

$$\frac{\sum_{r=1}^S u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}} \leq 1 \quad ; j=1, \dots, n$$

$$u_{rk}, v_{ik} \geq \varepsilon \quad ; r=1, \dots, S \quad ; i=1, \dots, m$$

Bu modelde E_k 'nin alabileceği en büyük değer "1" dir ve amaç fonksiyonu değeri 1' e eşit olduğunda karar biriminin etkin olduğu, eldeki girdi miktarıyla üretilebilecek maksimum çıktı düzeyinin elde edildiği, sonucu çıkarılır.

2.3.1.2 Çıktıya Yönelik Oransal Model

Girdiye Yönelik VZA yaklaşımına benzer şekilde ağırlıklandırılmış girdinin ağırlıklandırılmış çıktıya oranının en küçüklenmesi şeklinde ifade edilebilir. Başka bir ifade ile belli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı elde edilebileceği araştırılmaktadır. (Yolalan 1993, 15)

Çıktıya yönelik oransal programlama modeli de girdiye yönelik modele benzer, fakat bu defa amaç fonksiyonu "ağırlıklandırılmış girdi / ağırlıklandırılmış çıktı" oranının minimizasyonundan oluşur. Girdinin çıktıya oranının minimize

edildiği bu modelin uygulanmasındaki amaç, girdi miktarını sabit tutarak üretilebilecek maksimum çıktı miktarını bulmaktır. Çıktıya yönelik oransal model aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır. (Yolalan 1993, 43-44)

$$Z_{min}(F_k) = \frac{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}}{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}}$$

s.t.

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}} \geq 1 \quad ; j=1, \dots, n$$

$$u_{rk}, v_{ik} \geq \varepsilon \quad ; r=1, \dots, s \quad ; i=1, \dots, m$$

Bu modelde F_k 'nin alabileceği en küçük değer “1” dir ve amaç fonksiyonu değeri 1’ e eşit olduğunda karar biriminin göreceli etkin olduğu, mevcut çıktı miktarını mümkün olan en az girdi düzeyi ile elde ettiği, sonucuna varılır (F_k 'nin 1’ den büyük olması k 'nin etkin olmadığını gösterir.). (Başkaya ve Avcı 2011, 123)

2.3.2 Ağırlıklı Doğrusal (Primal) Model

Ağırlıklı model aslında oransal/kesirli modelinin doğrusal programlama modeline dönüştürülmüş şeklidir. Oransal model, doğrusal ve konveks olma şartlarını karşılamadığı durumda etkinlik değerini hesaplamada kullanılamaz. Charles ve Cooper 1963 ve 1973 yıllarında yaptıkları çalışmalar ile ilk önerdikleri kesirli modeli geliştirmişlerdir. Bu değişim kesirli fonksiyondaki amaç fonksiyonunun paydasının “ 1 ” e eşitlenmesi ile ilgilidir. (Kutlar ve Kartal 2004)

VZA modelinin kesirli şekilde çözülmesi daha güç olduğundan, kesirli modelin doğrusal model olabilmesi için amaç fonksiyonu paydasına normalizasyon uygulanarak paydası 1’ e eşitlenir ve oransal model, doğrusal modele dönüştürülür. (Yolalan 1993, 31) Yukarıdaki oransal model ile geliştirilen doğrusal programlama modeli birbirine denktir. (Cooper, Seiford ve Tone 2000)

2.3.2.1 Girdiye Yönelik Ağırlıklı Doğrusal Model

Ağırlıkların doğrusal programlama aracılığıyla belirlenmesinde iki kısıt söz konusudur; Birincisi, ağırlıkların pozitif olma zorunluluğu; ikincisi ise, modeldeki KVB için ağırlıklı çıktıların ağırlıklı girdilere oranının birden büyük olmamasıdır. Ağırlıklar bazen “sanal transformasyon” veya “sanal çarpanlar” olarak tanımlanır ve bunların ekonomik anlamı bulunmamaktadır. (Kutlar ve Kartal 2004)

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$$

dönüşümü yapıldığında girdiye yönelik ağırlıklı doğrusal model elde edilir. Kesirli programlama modeli doğrusal programlama modeline dönüştürüldüğünde modelin son hali şu şekilde olacaktır. (Başkaya ve Avcı 2011, 125)

$$Z_{\max}(E_k) = \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0 \quad ; \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_{rk}, v_{ik} \geq \varepsilon \quad ; \quad r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m$$

Amaç fonksiyonu k karar birimi için maksimize edilmeye çalışılmıştır. 1.kısıtta ağırlıklandırılmış girdi normalize edilmektedir. Bu şekilde girdi ağırlıklarının 1' in altında kalan değerler alması sağlanır. Amaç fonksiyonunda bulunan ağırlıklar, birimin etkinlik değerini (≤ 1) kısıtı altında maksimize etmektedir. Hesaplanan performansın “ 1.00 ” olması gözlemlenen ile potansiyel performansın çakıştığı anlamına gelir. (Kutlar ve Kartal 2004)

2. kısıttaki üretim sınırı bölümünde bahsedildiği gibi, üretim imkanları kümesine teğet olan etkinlik yüzeylerinin pozitif normal vektörlerini (u, v) ifade etmektedir. Eğer k karar birimi etkin ise, k noktası etkin sınır üzerinde bulunur ve

amaç fonksiyonu değeri “1” e eşit olur. Göreli etkinliği ölçülen k karar birimi etkin değilse amaç fonksiyonu değeri “1” den küçük olur, gözlemlenen performansı potansiyel performansın altında olan bir KVB’ nin “ 1 ” den düşük bir etkinlik değeri olur. (Kutlar ve Kartal 2004)

2.3.2.2 Çıktıya Yönelik Ağırlıklı Doğrusal Model

Çıktıya yönelik ağırlıklı doğrusal modelde amaç fonksiyonunu minimum yapan ağırlıkların doğrusal kombinasyonları da amaç fonksiyonunu minimum yapar.

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk} = 1$$

dönüşümü kullanıldığında çıktıya yönelik primal model elde edilmektedir. (Başkaya ve Avcı 2011, 127)

$$Z_{\min}(F_k) = \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}$$

s.t.

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk} = 1$$

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} - \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} \geq 0 \quad ; \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_{rk}, v_{ik} \geq \varepsilon \quad ; \quad r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m$$

2.3.3 Zarflama (Dual) Modeli

Zarflama modeli, oluşturulan ağırlıklı modelin dualidir. Bir doğrusal programlama modeli için primal (birincil) ve dual (ikincil) model çözümleri aynı sonuçları vermektedir. Fakat primal modelin duali alındığında amaç fonksiyonunun yönü değişmektedir. Dual Model özellikle etkin referans setinin elde edilmesinde fayda sağlar. (Ulucan 2002, 189) Oransal model ve ağırlıklı modelde referans alınacak karar birimlerinin tespit edilmesi zordur, seçilen karar biriminin ağırlık değerlerinin tüm kısıtlarda (tüm KVB’ lerde) yerine konması ve sonucu "0" olan kısıtlayıcılara ait karar birimlerinin referans kümesine alınması gerekmektedir.

Zarflama Modeli bu güçlüğü ortadan kaldırmaktadır. Dual değişkenler yardımı ile ek bir işlem yapılmadan referans kümesi bulunabilmektedir. Bu sebeple, Dual model kullanımı, kesirli model veya ağırlıklı modellere göre daha fazla bilgi sunar. Zarflama modeli ağırlıklandırılmış modelin dualinin alınması ile elde edilir. Zarflama modelinde tanımlanan değişkenler yardımı ile radyal olarak ölçülemeyen ama azaltılması ya da artırılması mümkün olan atıl girdi ve çıktı değerleri tespit edilebilir.

Bu verilerle karar birimlerinin hangi girdi değerini ne kadar kullanmadığını ya da hangi çıktısından mevcut kapasitesine göre eksik ürettiğini görebiliriz. Bu yöntemde karar birimlerinin etkinlik skorunu hesaplarken kendilerine referans aldıkları karar birimlerinin kümesine ulaşmak daha kolaydır. Ayrıca karar birimi sayısı n olan bir gözlem kümesinde ağırlıklı model ile çözüldüğünde kısıt sayısı n , dir fakat zarflama modeli ile çözüldüğünde kısıt sayısı $m + p$ girdi çıktı toplamı kadardır. Bu sebeple zarflama modeli ağırlıklı modele göre daha kısa zamanda çözülür. (Yolalan 1993, 32)

2.3.3.1 Girdiye Yönelik Zarflama Modeli

Primal / Ağırlıklı Modelden, Dual/Zarflama Modeline Geçiş Tablo 2' de gösterilmektedir. Dual probleme geçiş aşamasında primal modelin ağırlık değişkenleri negatif olmayan bir gerçek değişken ve negatif olmayan bir vektör ile ifade edilir.

Tablo 1: Girdiye Yönelik, Primal, Dual Kısıtlar ilişkisi

Primal Değişken	Primal Kısıt	Dual Değişken	Dual Kısıt
$v_{ik} \geq \varepsilon$	$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$	α	$\alpha X_{ik} - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \geq 0$
$u_{rk} \geq \varepsilon$	$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0$	λ_j	$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j \geq Y_{rk}$

Kaynak : (Başkaya ve Avcı 2011, 131)

Girdiye yönelik ağırlık primal modelin duali / zarflama modeli aşağıdaki şekildedir.

$$Z_{\min}(F_k) = \alpha$$

s.t.

$$\alpha X_{ik} - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j \geq Y_{rk}$$

$$\lambda_j \geq 0$$

Zarflama modelinde α değişkeni ve her KVB için bir λ değişkeni tanımlanmıştır. Bu değişkenlerin yorumlanması ile yönetsel açıdan değerli bilgilere ulaşılmaktadır. Değişken α 'nın. İki model arasındaki primal dual ilişkisinden dolayı α değeri k karar biriminin etkinliğini verecektir.

Değişken λ yı yorumlayabilmek için “ Tümlayıcı aylaklık teoremi ” den faydalanılır. λ_{kj} , k karar biriminin primal CCR modelinde karşılık geldiği eşitsizlik eşitlik olarak tanımlandığında pozitif bir değer alır. Zarflamalı VZA modelinde aylak değişkenlerin değeri çok önemlidir. Bir karar biriminin etkin olabilmesi için $\alpha = 1$, $\lambda_k = 1, \lambda_j = 0$ ve aylak değişkenlerin değeri “0” olmalıdır. Bu nedenle aylak değişkenlerin değerinin sıfırsa eşit olup olmadığı kontrol edilmeli, Dual modeldeki “ $\geq$ ” kısıtlarını “ = ” haline çevirmek için aylak değişkenler (s_i^-, s_r^+) kısıtlardan çıkarılmalıdır. Aynı zamanda amaç fonksiyonuna $-\varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$ terimin eklenmesi gerekir. Eğer aylak değişkenlerin değeri sıfırdan farklı ise α değeri 1’e eşit olsa bile aylak değişken değerleri $-\varepsilon$ ile çarpıldığından etkinlik değeri 1’ in altına iner. Böylece göreliliğin sağlanması için gerekli olan etkinlik değerinin 1 olması ve aylak değişkenlerin değerinin “0” olma koşulu amaç fonksiyonuna dâhil edilmiş olur. (Tarım 2001, 79-80)

Aylak değişkenler de modele dâhil edildiği zaman Dual/Zarflama modelinin son hali aşağıdaki şekildedir.

$$Z_{min} = \alpha - \left(\sum_{i=1}^m s_i^- \right) - \left(\sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

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

$$\sum_{j=1}^n (Y_{rj} \lambda_j) + s_r^+ + Y_{rk} = 0 \quad ; r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^+, s_r^- \geq 0$$

α : Girdiye ait büzülme katsayısını, girdilerin ortalama azaltılma miktarı

s_i^- : k karar biriminin i. girdisine ait atıl değeri (radyal olarak ölçülmeyen fakat azaltılması mümkün olan atıl girdi miktarı)

s_r^+ : k karar biriminin r. çıktısına ait serbestlik (gevşeklik) değeri (radyal olarak ölçülmeyen fakat artırılması mümkün olan atıl çıktı miktarı)

λ_j : Gözlem kümesindeki karar birimlerinin aldıkları yoğunluk değerlerini ifade eder.

Zarflama modelinde amaç fonksiyonu α 'yı k karar birimi için minimum yapmaktadır. k karar biriminin etkin olabilmesi için aşağıdaki şartları sağlaması gerekmektedir. (Başkaya ve Avcı 2011, 134)

i. $\alpha = 1$ girdiye ait büzülme katsayısı ortalama azaltılma miktarı 1 olmalı

(Eğer $\alpha < 1 \Rightarrow$ karar biriminin etkin düzey için hala azaltılabileceği girdiler mevcuttur)

ii. $s_i^- = 0$ azaltılması mümkün olan atıl girdi miktarı 0 olmalı

$$(s_i^- = \alpha X_{ik} - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \quad : \text{Atıl girdi miktarı})$$

iii. $s_r^+ = 0$, artırılması mümkün olan serbest çıktı miktarı 0 olmalı

$$(s_r^+ = \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j \geq Y_{rk} \quad : \text{Serbest çıktı miktarı})$$

iv. $\lambda_k = 1$, k karar biriminin yoğunluk değeri 1 olmalı

v. $E_k = 1$, k karar biriminin etkinlik değeri 1 olmalı

Referans Küme: Referans alınan optimal girdi ve çıktı değerleri, (sanal girdi ve çıktılar) etkin KVB'lerin doğrusal kombinasyonlarından oluşur. Her KVB için kurulan modelde λ_{kj} değeri sıfırdan farklı olan etkin KVB'ler ilgili karar biriminin referans kümesini oluşturur ve bu referans küme etkin olmayan KVB'lerin etkinliğini nasıl iyileştirebileceği ile ilgili değerli bilgiler sunar. (Başkaya ve Avcı 2011, 135) eğer k karar birimi etkin ise genellikle referans kümesinde sadece kendisi bulunur ve dual değişkeni λ_{kk} değeri 1'e eşittir.

$$\text{Sanal Girdi} : \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \quad \text{Sanal Çıktı} : \sum_{j=1}^n Y_{ij} \lambda_j \quad (j \text{ karar birimleri})$$

referans kümesindeki karar birimleridir.)

2.3.3.2 Çıktıya Yönelik Zarflama Modeli

Çıktıya yönelik ağırlıklı modelin duali, çıktıya yönelik zarflama modelini verir. Etkin olmayan karar birimlerini etkin hale gelebilmesi için mevcut girdi miktarı ile ulaşmaları gereken çıktı düzeyini tespit edilmeye çalışılır. Etkin karar birimlerinin etkinlik değeri 1, etkin olmayan KVB'lerin etkinlik değeri 1'den büyük olacaktır. (Yalama 2006, 68) Çıktıya yönelik primal modelden dual modele geçiş aşamasında dual problemin değişkenleri, negatif olmayan gerçek değişken μ ve negatif olmayan bir vektör θ ile ifade edilmektedir.

Tablo 2 : Çıktıya Yönelik, Primal, Dual Kısıtlar ilişkisi

Primal Değişken	Primal Kısıt	Dual Değişken	Dual Kısıt
$u_{rk} \geq \varepsilon$	$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk} = 1$	μ	$\mu Y_{rk} - \sum_{j=1}^n Y_{rj} \theta_j \leq 0$
$v_{ik} \geq \varepsilon$	$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} - \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} \leq 0$	θ_j	$\sum_{j=1}^n X_{ij} \theta_j \leq X_{ik}$

Kaynak : (Başkaya ve Avcı 2011, 139)

Çıktıya yönelik Zarflama modeli şu şekildedir.

$$Z_{\max}(F_k) = \mu$$

s.t.

$$\mu Y_{rk} - \sum_{j=1}^n Y_{rj} \theta_j \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \theta_j \leq X_{ik}$$

$$\theta_j \geq 0$$

Çıktıya yönelik zarflama modelinde k karar biriminin etkin durumda olabilmesi için aylak değişkenlerin değeri 0 olmalıdır. Zarflama modelindeki kısıtlara aylak değişkenler (σ_i^- , σ_r^+) eklenerek $\leq$ işaretleri = işaretine dönüştürülür.

Aynı şekilde aylak değişkenlerle ilgili amaç fonksiyonuna da " $+\varepsilon (\sum_{i=1}^m \sigma_i^- + \sum_{r=1}^s \sigma_r^+)$ " terimi eklenir. Aylak değişkenler de modele dâhil edildiği zaman Dual / Zarflama modelinin son hali aşağıdaki şekildedir. (Ulucan 2002)

$$Z_{\max} = \mu - (\sum_{i=1}^m \sigma_i^-) - (\sum_{r=1}^s \sigma_r^+)$$

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

$$\sum_{j=1}^n (Y_{rj} \theta_j) - \sigma_r^+ - (\mu Y_{rk}) = 0 \quad ; r = 1, \dots, s$$

$$\theta_j, \sigma_i^+, \sigma_r^- \geq 0$$

μ : Çıktıya ait genişleme katsayısını , (girdiler sabit) çıktıların ne oranda artabileceği.

σ_i^- : k karar biriminin i. girdisine ait atıl değerini (radyal olarak ölçülmeyen fakat azaltılması mümkün olan atıl girdi miktarı)

σ_r^+ : k karar biriminin r. çıktısına ait serbestlik (gevşeklik) değerini (radyal olarak ölçülmeyen fakat artırılması mümkün olan atıl çıktı miktarı)

θ_j :Gözlem kümesindeki karar birimlerinin aldıkları yoğunluk değerlerini ifade eder.

Çıktıya yönelik zarflama modelinde amaç fonksiyonu μ değerini (genişleme katsayısı) maksimum yapmaktadır, k karar biriminin etkin olabilmesi için aşağıdaki şartları sağlaması gerekmektedir. (Başkaya ve Avcı 2011, 141)

i. $\mu = 1$, çıktıya ait genişleme katsayısı 1 olmalı

(Eğer $\mu > 1 \Rightarrow$ karar biriminin çıktılarını hala artırılabilirliğini ifade eder.)

ii. $\sigma_i^- = 0$, azaltılması mümkün olan atıl girdi miktarı 0 olmalı

$$(\sigma_i^- = X_{ik} - \sum_{j=1}^n X_{ij}\theta_j : \text{Eğer etkin değilse atıl girdi miktarı})$$

iii. $\sigma_r^+ = 0$, artırılması mümkün olan serbest çıktı miktarı 0 olmalı

$$(\sigma_r^+ = \sum_{j=1}^n Y_{rj}\theta_j - \mu Y_{rk} : \text{Eğer etkin değilse serbest çıktı miktarı})$$

iv. $\theta_k = 1$, k karar biriminin yoğunluk değeri 1 olmalı

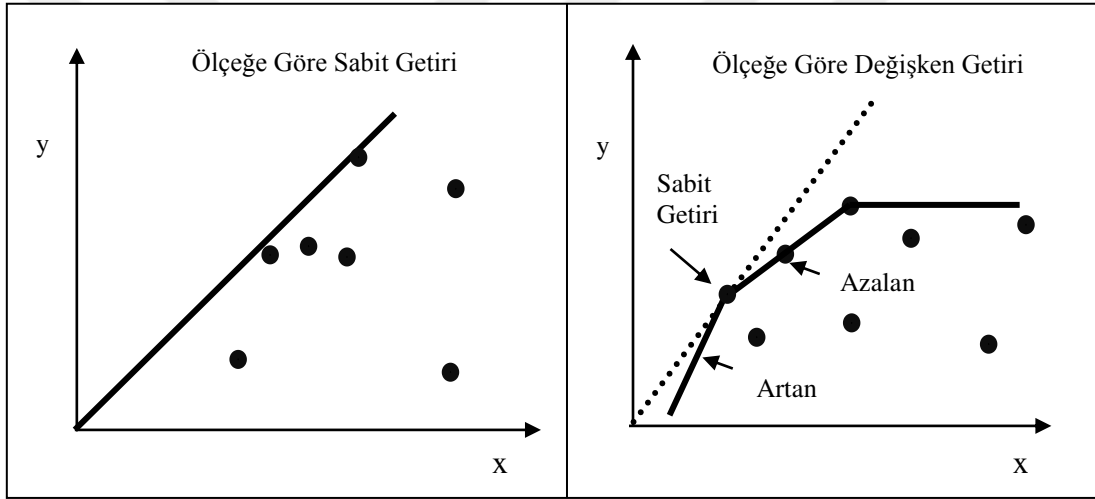
v. $F_k = 1$, k karar biriminin etkinlik değeri 1 olmalı

Çıktıya yönelik zarflama modelinde de girdiye yönelik modelde olduğu gibi, problemin çözümünden elde edilen referans karar birimlerinin θ katsayıları kullanılarak incelenen karar birimi için hedef belirlenebilir.

$$\text{Sanal Girdi : } \sum_{j=1}^n X_{ij}\theta_j \quad \text{Sanal Çıktı : } \sum_{j=1}^n Y_{ij}\theta_j$$

2.3.4 Ölçeğe Göre Getirinin Yönü

Ölçeğe göre getiri kavramı; gözlem kümesindeki bir karar birimi için üretim ölçeği (kullanılan girdi miktarı) arttıkça veya azaldıkça, elde edilen çıktı düzeyinin ne şekilde değişeceğini ifade eder. (Yolalan 1993, 13) 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında VZA modelini geliştirmişlerdir. (Banker, Charnes ve Cooper 1984) Bu varsayımla birlikte karar birimlerinin ölçek etkinliklerin ve teknik etkinliklerinin hesaplanmasına dair yeni yaklaşımlar doğmuştur. Ölçeğe göre sabit getiri ve değişken getiri modellerinin her ikisi de birer VZA modeli olmasına rağmen gözlem kümesine dair varsayımları farklıdır.



Şekil 12 : Ölçeğe Göre Getiri Yönü

Kaynak : (Oruç 2008, 11)

CRS : Ölçeğe Göre Sabit Getiri: Girdi vektöründeki herhangi bir radyal artış (bütün girdi bileşenlerinin aynı oranda artışı), çıktı vektöründe aynı oranda artışa neden olur.

DRS : Ölçeğe Göre Azalan Getiri: (Decreasing And Diminishing Return To Scale) Girdi vektöründeki radyal bir artış, çıktı vektöründe daha az bir radyal artışa neden olur.

IRS : Ölçeğe Göre Artan Getiri: (Increasing Return to Scale) Girdi vektöründeki herhangi radyal bir artış çıktı vektöründe daha büyük bir artışa neden olur.

VRS : Ölçeğe göre değişken Getiri : (Variable Return to Scale) etkinliğin sınırını üzerinde ölçeğe göre azalan, artan ve sabit getiri kavramlarının birlikte bulunabileceğini ifade eder.

Tablo 3:Girdiye Yönelik CCR ve BCC Modelleri

CCR-Primal Model	BCC-Primal Model
$\max E_k = \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}$ st $\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0 \quad ; \quad j = 1, \dots, n$ $\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$ $u_{rk} \geq 0 \quad ; \quad r = 1, \dots, s$ $v_{ik} \geq 0 \quad ; \quad i = 1, \dots, m$	$\max F_k = \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk} - u_0$ st $\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - u_0 - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0 \quad ; \quad j = 1, \dots, n$ $\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$ $u_{rk} \geq 0 \quad ; \quad r = 1, \dots, s$ $v_{ik} \geq 0 \quad ; \quad i = 1, \dots, m$
CCR-Dual Model	BCC -Dual Model
$\min w_k = E_k$ st $\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} Y_{rj} \geq Y_{rk} \quad ; \quad r = 1, \dots, s$ $-\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} X_{ij} + q_k X_{ik} \geq 0 \quad ; \quad i = 1, \dots, m$ $\lambda_{kj} \geq 0 \quad ; \quad j = 1, \dots, n$ $-\infty \leq q_k \leq +\infty$	$\min F_k = q_k$ st $\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} Y_{rj} \geq Y_{rk} \quad r = 1, \dots, s$ $-\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} X_{ij} + q_k X_{ik} \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} = 1$ $\lambda_{kj} \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$ $-\infty \leq q_k \leq +\infty$

BCC modelinde CCR modelinden farklı olarak zarflama modeline sadece konvekslik kısıtı eklenmiştir. Dual CCR ve BCC modelleri incelendiğinde iki model

arasındaki tek farkın $\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} = 1$ olduğu görülebilir. (Oruç 2008)

Her ikisi de yönetsel açıdan faydalı bilgiler sunan CCR ve BCC modellerindeki yaklaşımlar ve etkinlik skoru yorumları birbirinden farklıdır. CCR modeli CRS varsayımı altında "toplam etkinliği" ölçerken, BCC modeli VRS varsayımı altında benzer ölçekteki karar birimlerini birbirleriyle kıyaslayarak sadece "teknik etkinliği" ölçmektedir. CCR toplam etkinliği ölçtüğü için teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değerlerini içerir. Başka Bir ifadeyle: " $E_{CCR} = E_{ÖLÇEK} \times E_{BCC}$ " ölçek etkinliği şeklinde ifade edilebilir. (Peker 2009, 77, Ulucan 2002, 191)

BCC Dual modelde eklenen konvekslik kısıtı şu şekilde yorumlanabilir.

$$\sum_{i=1}^n \lambda_{ki} > 1 \Rightarrow \text{DRS "Ölçeğe Göre Azalan Getiri"}$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_{ki} < 1 \Rightarrow \text{IRS "Ölçeğe Göre Artan Getiri"}$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_{ki} = 1 \Rightarrow \text{CRS "Ölçeğe Göre Sabit Getiri" (Oruç 2008, 19)}$$

BCC Primal modelde eklenen u_0 değişkeni şu şekilde yorumlanabilir.

$$u_0 > 0 \Rightarrow \text{CRS "Ölçeğe Göre Azalan Getiri"}$$

$$u_0 < 0 \Rightarrow \text{CRS "Ölçeğe Göre Artan Getiri"}$$

$$u_0 = 0 \Rightarrow \text{CRS "Ölçeğe Göre Sabit Getiri" (Peker 2009, 76)}$$

E_k , VZA modelleri sonucunda hesaplanan etkinlik skoru olmak üzere, CCR ve BCC modellerin sonuçlarını aşağıdaki tabloda gösterildiği şekilde yorumlayabiliriz.

Tablo 4: VZA Modellerinde Etkinlik Skoru Değerlendirme

Girdi Yönelimli CCR	Girdi Yönelimli BCC
$E_k = 1 \Rightarrow k$ birimi etkindir.	$E_k = 1 \Rightarrow$ ve artıklar sıfırsa k etkindir.
$E_k < 1 \Rightarrow k$ birimi etkin değildir.	$E_k < 1 \Rightarrow k$ birimi etkin değildir.
Çıktı Yönelimli CCR	Çıktı Yönelimli BCC
$E_k = 1 \Rightarrow k$ birimi etkindir.	$E_k = 1 \Rightarrow$ ve artıklar sıfırsa k etkindir.
$E_k > 1 \Rightarrow k$ birimi etkin değildir	$E_k > 1 \Rightarrow k$ birimi etkin değildir

3 İSTANBUL BÖLGESİNDEKİ AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI HİZMETLERİNİN VZA İLE GÖRELİ ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

İşletme yöneticileri hedeflenen amaçlara ulaşmada alınan mesafeyi görmek, planlardan sapmaları tespit etmek, rakiplerine göre sektör içindeki konumlarını bilmek isterler bu nedenle etkin bir işletme yönetimi için çeşitli ölçümler ve değerlendirmelere ihtiyaç vardır. (Ata ve Yakut 2009, 81)

Kaynakların etkin kullanımı, işletme yöneticiliği açısından her dönemde önemli bir konu olmuştur. (Baysal, Uygur ve Toklu 2004, 437) Maliyetsiz refah artışı sağlayan etkinlik çalışmaları (Yeşilyurt ve Yeşilyurt 2007, 104) bütün işletmeler için olduğu gibi kamu kurum ve kuruluşları için de elzemdir. Özel işletmelerin kendilerini rakipleri ile değerlendirme isteği olduğu gibi kamu işletmelerinin de bulundukları sektörü takip etmeleri sektör gerisinde kalmamaları ellerindeki kamu kaynaklarını en etkin şekilde kullanmaları için gereklidir. Sağlık hizmeti veren kamu kurumları için birincil amaç hiç bir zaman kar maksimizasyonu olamaz fakat yatırımların değerlendirilmesi, kritik kaynak atamalarının etkin olup olmadığının ölçülmesi bu birimler için çok daha önemlidir.

Bu çalışma kapsamında İstanbul bölgesindeki Sağlık Bakanlığına bağlı ağız ve diş sağlığı hizmeti veren kurumların görelî etkinliği ölçülecek ve bu etkinlik skorlarından hareketle kritik kaynak dağılımının etkinliği değerlendirilecektir. Çalışma alanı olarak ağız ve diş sağlığı hizmetlerinin seçilmesinin sebebi bu birimlerin diğer sağlık hizmetlerine görelî olarak daha standart, belirli, tanımlı tedavileri uygulayan, genelde homojen çıktılara sahip, bu bakımdan birbiri ile kıyaslanabilen, karşılaştırılabilen hizmetler üretmeleridir. Bu sebeple İstanbul bölgesindeki Sağlık Bakanlığına bağlı ağız ve diş sağlığı hizmeti veren kurumların görelî etkinliğinin VZA ile değerlendirilmesine karar verilmiştir. VZA, bir gözlem kümesindeki karar birimlerinin görelî etkinlik durumu ve bu karar birimleri arasında kaynak dağılımının değerlendirilmesi gibi konularda karar vericilere karşılaştırmalı ve makro bir bakış açısı sunduğu için etkinliğin değerlendirilmesinde uygun bir yöntemdir.

Çalışmada uygulanacak VZA modelleri Sağlık Bakanlığı Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü, İstatistik, Analiz, Raporlama ve Stratejik Yönetim Dairesi Başkanlığı tarafından raporlanan 2014 – 2015 - 2016 yıllarındaki Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri verilerine dayanılarak ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında girdi yönelimli olarak uygulanmıştır.

3.1 Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetlerinin Temel Özellikleri, İşlev ve Görevleri

Ağız sağlığı genel sağlığın ayrılmaz bir parçasıdır ve kişinin hayat kalitesini belirlemede genel sağlık durumu içinde önemli bir yer tutmaktadır. (Gülcü, vd. 2004, Akar 2014, 16) "Tarih boyunca, ağız sağlığına yaklaşım hastalığı önleme ve ağız sağlığını daha iyi duruma getirmekten çok operatif tedaviye yönelmiştir, Türkiye’de de ağız diş sağlığı hizmetleri daha çok tedavi edici ve protez ağırlıklı olarak uygulanmakta olup koruyucu ağız diş sağlığı hizmetlerinde tüm ülke nüfusunu kapsayan sistematik bir uygulama yer almamaktadır." (Akar 2014, 17-3)

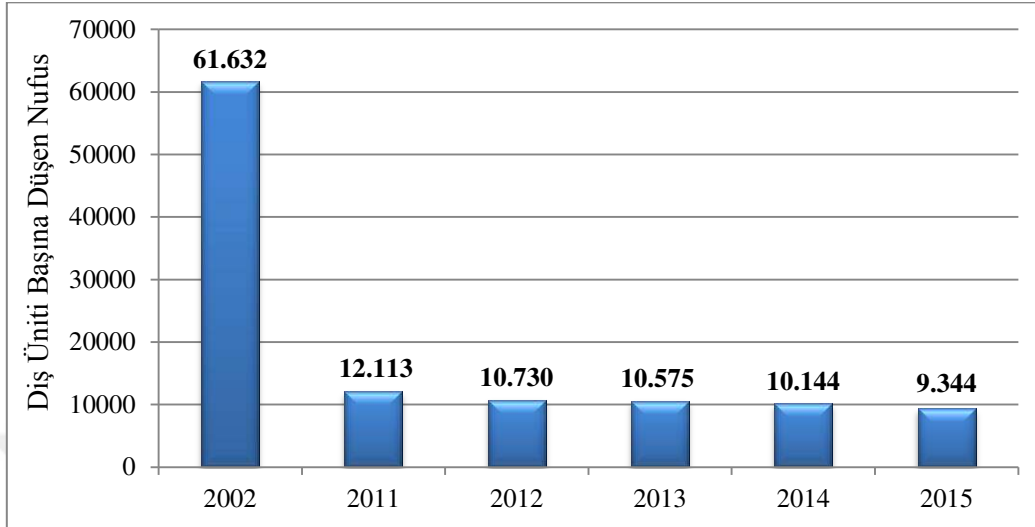
Ülkemizdeki ağız ve diş sağlığı hizmetlerinin genel durumuna bakılacak olursa; 2015 sağlık istatistikleri yılığında belirtildiği gibi Türkiye'deki toplam ünit sayısı 20.181 iken bunların 8.382 si sağlık bakanlığına, 4.682 si üniversitelere, 6.878'i özel sektöre, 194'ü diğer kurum veya kuruluşlara bağlı çalışmaktadır. (T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2015) Her ünite en fazla bir diş hekimi çalıştığını da varsayarak bu verilere bakarsak günümüzde diş konusunda çok fazla sayıda özel girişim olmasına rağmen, kamunun hala ağız diş sağlığı sektörüne kapasite açısından sayıca baskın şekilde egemen olduğu söylenebilir. Bu durum bu yatırım kaynağının etkin kullanılması sorumluluğunu da kamuya yüklemektedir.

Tablo 5: Sektörlere Göre Ünit Dağılımı, 2015

	Sağlık Bakanlığı	Üniversite	Özel	Diğer	Toplam
Ağız ve Diş Sağlığı	4.216	-	778	-	5.039
Diş Hastanesi	1.211	-	90	-	1.301
Diş Eğitim Hastanesi	106	4.460	-	-	4.566
Diş Polikliniği (Hastane)	2.849	222	381	194	3.646
Diş Polikliniği	-	-	5.629	-	5.629
TOPLAM	8.382	4.682	6.878	194	20.181

Kaynak : (T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2015, 115)

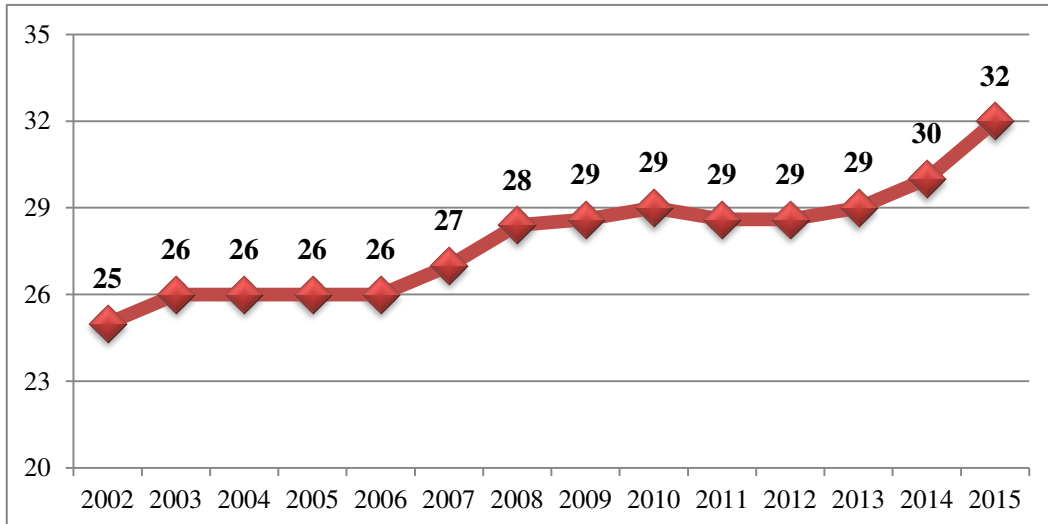
Aşağıdaki grafikte Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistik Yıllığı 2015 raporundan alınan yıllara göre ünit sayısı verileri sunulmuştur.



Şekil 13: Yıllara Göre Diş Ünit Başına Düşen Nüfus Miktarı

Kaynak : (T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2015, 115)

Grafikteki diş ünit sayısının yıllara göre nüfusa oranı incelendiğinde: 2002 yılında 1 diş ünit başına 61.632 kişi düşerken her geçen gün ünit sayısının nüfusa oranı artmış ve 2015 yılında 1 diş ünit başına 9.344 kişi düşmüştür. Ülkemizde 2015 yılı itibariyle 100.000 kişiye 32 diş hekimi düşmektedir. Bu durum diş hekimi kaynağının kritik seviyede değerli olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 14 : Yıllara Göre 100.000 Kişiye Düşen Diş Hekimi Sayısı

Kaynak : (T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2015, 190)

Sağlık hizmetlerindeki çıktılar hasta ihtiyaçlarına özel olduğu için genelde homojen bir çıktıya sahip değildir. Birçok klinikte hastalara birbirinden çok farklı tedaviler uygulanır ve bunları birbirleri cinsinden ifade etme olanağı bulunamaz, bu durum matematiksel tabanlı akademik çalışmalar için görece olarak daha standart tedavi uygulayan kliniklerin seçilmesini zorunlu kılmaktadır. (Çakmak, Öktem ve Ömürgönülşen 2009, 12) Bu sebeple diğer genel sağlık hizmetlerine göre daha homojen çıktılara sahip olan ağız ve diş sağlığı alanı bu tezin çalışma konusu olarak seçilmiştir.

Sağlık sistemleri kullandıkları girdi ve çıktı miktarları, uygulanan hizmet çeşitliliği, çıktıların soyutluğu, kompleks alt sistemler içermeleri, hastanın hem bir çıktı hem üretim sürecinin bir parçası olması, talebinin belirsizliği, hasta ve çalışan çeşitliliği gibi sebepler ve üstlendikleri sosyal ve toplumsal sorumluluklar düşünüldüğünde tek girdi tek çıktı problemleri ile idealize edilmiş üretim süreçlerinden çok daha karmaşık yapıda olan organizasyonlardır. (Karahan ve Özgür 2011, 4) Bu sebeple ağız ve diş sağlığı hizmetlerinin etkinlik ölçümünde metot olarak parametrik bir yöntem olmayan ve herhangi bir üretim fonksiyonu varsayımı gerektirmeyen VZA seçilmiştir.

3.2 Araştırmada Kullanılacak VZA Modelinin Oluşturulması

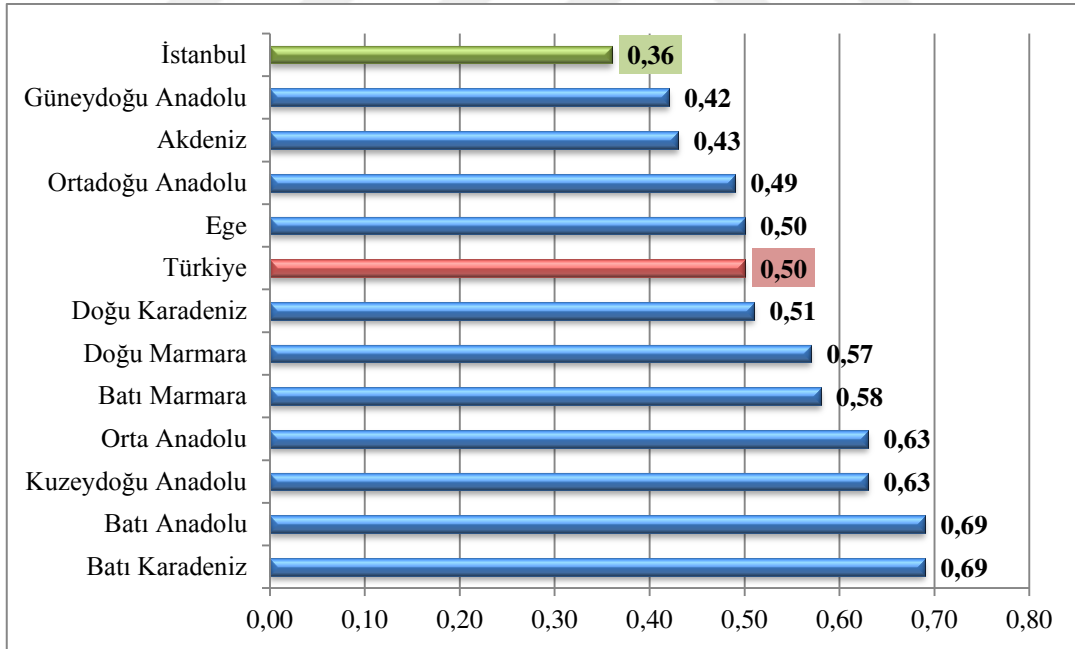
Sağlık hizmetlerinde genel olarak talep çeşidi ve miktarı, hizmeti kullanan (hasta) tarafından belirlenmez; hizmeti sunanlar ve hizmet alanlar arasında aşırı bilgi asimetrisi olduğundan talep miktarı ve çeşidi, hizmeti arz edenler tarafından belirlenir. (Çakmak, Öktem ve Ömürgönülşen 2009, 4) Sektörün yapısı itibarıyla sağlık hizmeti veren sistemlerin çıktıları üzerinde yöneticiler karar verici değildir, yani fabrikalardaki gibi haftalık, günlük üretim planları ile üretilecek olan hizmet/çıktı miktarı kontrol altında tutulamaz.

Bu sebeple bu tezin ana konusu olan veri zarflama analizi modellerinin uygulanması aşamasında sağlık sistemleri; yöneticilerinin elde edilecek çıktıları yani hizmet çeşitleri ve miktarlarını belirlemede etkin olamadığı, karar verici durumunda bulunmadıkları sistemler olduğu için girdi miktarları yani kaynaklar üzerindeki kontrolleri daha fazla olduğundan genel olarak girdi yönelimli modeller benimsenmiş ve kurgulanmıştır.

3.2.1 Araştırmada Kullanılacak Karar Birimlerinin Belirlenmesi

Veri zarflama analizi yöntemi için seçilecek olan gözlem kümesindeki karar birimlerinin performansı üzerinde etkili olabilecek dışsal faktörler açısından eşit şartlarda olması gerekmektedir.

2015 sağlık istatistikleri yılığından alınan verilere göre, istatistiki bölge birimlerindeki nüfusun bölgedeki diş hekimine başvuru sayısında ciddi farklılıklar vardır. Diş hekimine başvuru sıklığının en fazla olduğu bölge Batı Karadeniz, en az olduğu bölge İstanbul olarak görülmektedir. Ağız ve Diş Sağlığı problemlerinin bölgeye bağlı olarak değişmediğini varsayarsak diş hekimine başvuru sayısının nüfus ile orantılı olması gerektiğini bekleyebiliriz. Buradan hareketle bölgeler arasındaki kişi başı diş hekimine müracaat sayısındaki farklılık bölge nüfusu/diş hekimi, bölge nüfusu/tanımlanan kapasite sayısı ile orantılıdır. Kişi başına düşen diş hekimine müracaat sayısındaki grafikte gösterilen farklılık ağız ve diş sağlığı hizmetinin nüfus üzerine homojen şekilde dağılmadığını göstermektedir.



Şekil 15 : Kişi Başı Diş Hekimine Müracaat Sayısı, Tüm Sektörler, 2015

Kaynak : (T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2015, 141)

Bu sebeple bütün Türkiye'den oluşan bir gözlem kümesi VZA ile yaklaşmak uygun değildir. Ağız ve Diş Sağlığı Hizmeti sunan karar verme birimlerinin etkinliklerini değerlendirmek için bu KVB'lerin dış etkenlerinin benzer seviyede olması gerekmektedir. Bir Anadolu kentinin uzak bir ilçesinde bulunan devlet hastanesine ağız diş sağlığı hizmeti almak için yapılan hasta başvurusu miktarı, başka bir alternatif olmadığı için yüksek olabilir; yine bir kentin şehir merkezine yakın olan ilçesindeki hastane ile uzağındaki hastaneye talebin eşit olmadığı ortamda karşılaştırarak değerlendirmemiz doğru olmaz. Bu sebeple ağız ve diş sağlığı talebinin ve hizmet yeterliliğinin homojen olduğu bir evrende değerlendirilmesi açısından sadece İstanbul bölgesi değerlendirmeye alınmıştır.

İstanbul bölgesinde diş hizmeti için özel sektörün de güçlü bir alternatif olarak her alanda yaygın olduğu, nüfusun her bölgede yoğun dağıldığı düşünülerek VZA Modelimiz için Karar Verme Birimleri olarak sadece İstanbul bölgesindeki Ağız ve Diş Sağlığı Hizmeti veren Ağız Diş Sağlığı Merkezleri (ADSM), Ağız ve Diş Sağlığı Hastaneleri (ADSH), Eğitim Araştırma Hastaneleri (EAH) ve Devlet Hastaneleri (DH) seçilmiştir. Bu araştırmanın amacı belirtilen kurumların diğer amaçlarından bağımsız olarak sundukları ağız ve diş sağlığı hizmetinin, modelde kullanılan girdi ve çıktılar açısından, etkinliğinin incelenmesidir.

2016 Yılı Hekim Sayısı verisi olmadığı için veri setinden çıkarılan Karar Verme Birimleri:

-İstanbul Avcılar Murat Kölük Devlet Hastanesi

-İstanbul Erenköy Ruh Ve Sinir Hastalıkları EAH.

Aşağıdaki Silivri Ceza İnfaz Kurumu Hastanesi ve Dal hastanelerinin eşit pazar şartlarında çalışmadıkları kabul edilerek veri setinden çıkarılmışlardır

-İstanbul Lepa Deri ve Zührevi Hastalıkları Hastanesi,

-İstanbul Meslek Hastalıkları Hastanesi

-İstanbul Silivri Ceza İnfaz Kurumu Devlet Hastanesi

-Baltalimanı Metin Sabancı Kemik Hastalıkları EAH

Ağız Diş Sağlığı Hastanesi, Ağız Diş Sağlığı Merkezi, Devlet Hastanesi, Eğitim Araştırma Hastanelerinin sunduğu Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetlerine yönelik etkinliklerini incelemeyi amaçlayan bu çalışma, farklı örgütlenmeler ile yönetilen sistemleri aynı gözlem kümesinde ele alarak karşılaştırmaktadır. (Yeşilyurt; Devlet Hastaneleri, Vakıf Hastaneleri, SSK Hastaneleri, Üniversite Hastaneleri, Özel Hastaneler, Kamu Hastanelerinin etkinliğini Türkiye'de eğitim hastanelerinin etkinlik analizi çalışmasında aynı veri setinde karşılaştırmıştır. (Yeşilyurt, 2007), aynı şekilde Tetik; Devlet Hastanesi, vakıf hastanesi ve SSK hastanelerinin etkinliğini karşılaştırmıştır. (Tetik 2003))

3.2.2 Araştırmada Kullanılacak Girdi ve Çıktı Kriterlerinin Belirlenmesi

VZA ile etkinlik ölçümü yapılırken seçilen girdi ve çıktı değişkenlerin seçimi son derece önemlidir. Modelin dışında bırakılan fakat sistemin etkinliğini açıklamada önemli olan bir girdi ya da çıktı kümesi etkinlik skoru hesaplamalarını tamamen değiştirebilir. Bu çalışmada VZA ile etkinlik analizi hesaplamasına karar birimlerinde diş hekimi tarafından yapılan tedavi işlemleri, hastanın aldığı nihai hizmet sayısı açısından yaklaşmıştır. Ağız ve diş sağlığı hizmeti sunumunda kritik kaynak olan diş hekimlerinin istihdamında karar vericilere yardımcı olmaya yönelik hangi karar birimlerinin ve hangi gruptaki karar birimlerindeki diş hekimlerinin daha etkin olduğu sorusuna cevap aranmıştır.

Tablo 6: Girdi ve Çıktı Kriterleri

GİRDİLER	ÇIKTILAR
Diş Hekimi Sayısı	Diş Çekimi Sayısı
	Kanal Tedavisi Sayısı
	Dolgu Tedavisi Sayısı
	Sabit Protez Üye Sayısı
	Hareketli Protez Parça Sayısı
	Cerrahi Müdahale Sayısı

3.2.3 Girdi Kriterlerinin Açıklaması

3.2.3.1 Diş Hekimi

1219 sayılı yasada Diş Hekimi, "İnsan sağlığına ilişkin olarak, dişlerin, diş etlerinin ve bunlarla doğrudan bağlantılı olan ağız ve çene dokularının sağlığının korunması, hastalıklarının ve düzensizliklerinin teşhisi ve tedavisi ve rehabilite edilmesi ile ilgili her türlü mesleki faaliyeti icra etmeye yetkili kişi" olarak ifade edilmiştir. (1219 sayılı Tababet Ve Şuabatı San'atlarının Tarzı İcrasına Dair Kanun 1928)

Ağız ve diş sağlığı hizmetinde oluşan çıktılar diş hekimi tarafından sunulan sağlık hizmetinin çıktıları olduğu için diş hekimi sayısı girdi setinde tanımlanmıştır. Uzman diş hekimi oranının düşük olduğu ve her KVB' de uzman diş hekimi sayısı bildirilmemesi de göz önünde bulundurularak (2014 yılında İstanbul bölgesindeki uzman diş hekimi oranı= % 5,94 (Küçük, vd. 2015), 2015 yılında İstanbul bölgesindeki uzman diş hekimi oranı = % 7,41 (Tekkanat, Kömbe, vd. 2016), 2016 yılında İstanbul bölgesindeki uzman diş hekimi oranı = %11,80 (Tekkanat, Öztürk, vd. 2017)) diş hekimi sayısının içine uzman diş hekimi sayıları da dâhil edilmiş, uzman diş hekimi verisi ayrı bir parametre olarak değerlendirilmemiştir.

3.2.4 Çıktı Kriterlerinin Açıklaması

3.2.4.1 Diş çekimi

"Diş çürüğü; dış etkenlerle oluşan, dişin sert dokularında yıkıma yol açan, başlangıçta bulgu vermeyen, geri döndürülemez bir hastalıktır, dişin sert dokularında, dental plaklar ve özellikle şeker ve sakkaroz gibi fermente olabilen karbonhidratların zaman içerisinde etkileşimi ile oluşurlar. Kişilerdeki diş çürüğü maruziyeti çürük kayıp ve dolgulu diş indeksi denilen bir ölçme aracı ile değerlendirilir " (Akar 2014, 29) Diş çekimi; dolgu, kanal tedavisi veya başka bir tedavi şekli ile tedavi edilemeyecek dişlerin kemikteki yuvasından çıkarılması işlemidir.



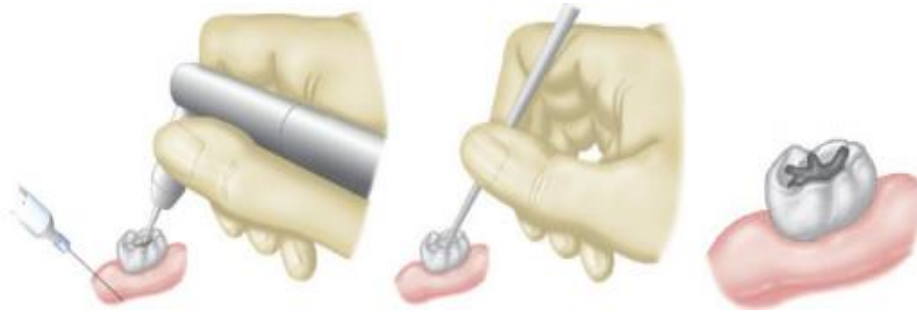
Şekil 16 : Diş Çekimi

Kaynak : <http://www.dentalartplus.com.tr/tr/genel-dis-hekimligi>, 27.10.2017 tarihinde erişilmiştir.

Diş çekimi dolgu ve kanal tedavisine göre gerçekleşmesi daha az tercih edilen bir çıktıdır. Dolayısıyla dolgu ve kanal tedavisi uygulamalarını değerlendirmeden diş çekimi yapılması etkin olmayan ağız diş sağlığı hizmetidir.

3.2.4.2 Dolgu tedavisi

Dolgu tedavisi; çürük nedeniyle zarar görmüş bir dişe çürüğün ilerlemesinin durdurulması, mevcut ağrının dindirilmesi, dişin canlılığını koruması ve çiğneme işlevinin devam ettirilmesi amacıyla uygulanan çürüyen dişteki tüm çürük ve artıklar temizlendikten sonra ortaya çıkan boşluğun, o dişin normal formuna uygun olarak ağızda uzun süre problem yaratmayan bir madde (amalgam, kompozit vb.) ile restorasyonu işlemidir. (Erdoğan 2017)

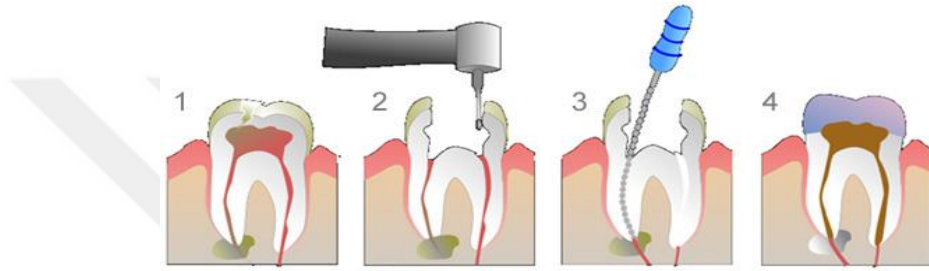


Şekil 17 : Dolgu Tedavisi

Kaynak: http://www.birolyardimci.com/B2_Dis_Dolgusu.html, 24.10.2017 tarihinde erişilmiştir.

3.2.4.3 Kanal tedavisi

Kanal tedavisi dolgu ile tedavi edilemeyen diş çürüğünün, dişin içindeki sinir ve damarları barındıran pulpa odasına ulaştığı veya pulpayı etkilediği durumlarda yapılır. "Önce çürük ve enfekte yapılar temizlenerek kök kanallarına giriş yapılır, kök kanal uzunluğu apeks bulucu cihazlarla ve radyografi ile tespit edilir, el aletleri ve döner aletler kullanılarak kök kanalları boşaltılır, iltihabi dokular ve enfekte mikroorganizmalar kanal içi dezenfektanlar kullanılarak uzaklaştırılır, yeterli dezenfeksiyon sağlandıktan sonra kök kanallarının yeniden doldurulur ve dişin üst kısmının restore edilmesiyle kanal tedavisi tamamlanmış olur." (Bezmilalem 2014)



Şekil 18 : Kanal Tedavisi

Kaynak : <https://www.ankaradisprotez.com/kanal-tedavisi/>, 27.10.2017 tarihinde erişilmiştir.

3.2.4.4 Cerrahi Müdahale

"Ağız içerisinde yer alan hem yumuşak (yanak, damak, dil ,dudak ,kaslar vb..) hem de sert dokularda (dişler, kemikler) gelişen kistik veya tümöral patolojilerin tedavileri, diş ve çene kırıkları, sürmüş yada gömük kalmış dişlerin çıkartılması veya sürdürülmesi, protez yapımına yardımcı olmak amacıyla yapılan düzeltilmesini içeren işlemlerdir." (Marmara Ü. 2013)



Şekil 19 : Sabit Protez ve Hareketli Protez

Kaynak : <http://implant-izmir.com/display/protez-disler>, 27.10.2017 tarihinde erişilmiştir.

3.2.4.5 Sabit Protez

"Protezler, dişlerde madde kaybı veya diş eksikliği sonucu ortaya çıkan fonksiyonel veya estetik bozuklukların giderilmesinde kullanılan yapay oluşumlardır. Sabit ve hareketli olmak üzere iki tür protez yapılır. Sabit Protez: Kron ve köprü protezini tanımlamak amacıyla kullanılan genel terimdir. Diş eksikliklerinde fonksiyon olarak en fazla tercih edilen protez tipidir. (Kron: Tek bir diş üzerine yapılan protez tipidir. Diş hekimi tarafından doğal diş küçültülerek uygulanır ve hasta tarafından çıkartılamaz. Köprü: Diş eksikliği olan bir bölgenin her iki tarafındaki doğal dişlerden destek alınarak eksik diş veya dişlerin yerine konulması için yapılan protez tipidir yine hasta tarafından çıkartılamaz. İmplant: Cerrahi operasyonla çene kemiklerine yerleştirilerek diş kökü işlevini gören titanyum yapılardır." (Ayan, vd. 2015, 21)

3.2.4.6 Hareketli Protez

Hareketli protezler takma diş olarak tabir edilen, ağızdaki bütün dişlerin veya bir bölümünün kaybedilmesi durumunda uygulanan hasta tarafından çıkarılıp takılabilen protezlerdir. " Hareketli Protez: Genellikle hastanın eksik dişlerinin yerine yapılan protezi kendisinin takıp çıkartabilmesi anlamında kullanılmaktadır. Bu tip protezler ağızda kalmış dişler yanında dişleri çevreleyen yumuşak dokulardan da destek alır. Protez, çiğneme sırasında üzerine gelen yük sonucunda, ağızdaki yumuşak dokulara bir miktar gömülmekte, yani hareket etmektedir. Hareketli protezlerde tam (total) veya bölümlü (parsiyel) protez şeklinde yapılır. Tam Hareketli Protez: Ağızda hiç dişi kalmamış hastalara yapılan protezdir. Bölümlü Hareketli Protez: Ağızda eksilen dişlerin yerini doldurmak amacıyla, eksik dişlerin yerine yapay hazır dişlerin yerleştirildiği protezlerdir. " (Ayan, vd. 2015, 21)

3.2.5 Modele Dâhil Edilmeyen Parametreler Hakkında Açıklama

Diş Üniti Sayısı: Aşağıda görseli sunulan diş üniti; üzerinde temel olarak hasta koltuğu, reflektör, aspiratör, kreşuar, bardak doldurucu, hava su sprey yolu vb. elemanlar bulunduran bir cihazdır. Sağlık hizmetleri sunumunda ulaşılan teknoloji seviyesi değerlendirildiğinde bir diş hekiminin diş üniti olmadan ağız ve diş sağlığı hizmet vermesi düşünülemeyeceğinden, diş üniti sayısının diş hekimi sayısı ile arasında yüksek korelasyonlu bir ilişki olması beklenmektedir.

Bu aşamada veri kaynağındaki toplam diş hekimi sayısı ile diş üniti sayısı arasındaki ikili korelasyonlar araştırılmış, uzman diş hekimleri dâhil olmak üzere toplam diş hekimi sayısı ile diş üniti sayısı verileri arasında 2014 yılında 0,994; 2015 yılında 1; 2016 yılında 0,97 korelasyonlu, anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Bu durumda toplam diş hekimi sayısı modele eklendiğinde, diş üniti sayısını da temsil edeceğinden diş üniti sayısı ayrıca modele eklenmemiştir.



Şekil 20 : Diş Üniti

Kaynak: <https://www.dmo.gov.tr>, 27.10.2017 tarihinde erişilmiştir.

Hasta Sayısı: Belirtilen dönem içinde ağız ve diş sağlığı hizmeti almak için karar birimine başvuran kişi sayısıdır. Hasta sayısı sağlık sistemlerindeki hizmet sürecinin hem girdi hem de çıktı elemanı olarak değerlendirilebilir bir parametredir fakat bu çalışmada hedeflenen amaç en çok hastaya kimin hizmet verdiğini ölçmek değil en etkili ağız ve diş sağlığı hizmetinin ölçülmesidir. Modelimizdeki diğer çıktı değişkenlerinin hastalara uygulanan tedavilerin sayısı (diş çekimi, dolgu tedavisi, kanal tedavisi vb.) olduğu düşünüldüğünde bir hastaya birden fazla tedavi uygulanabilir, bir hasta üzerine birden fazla çıktı kaydı olabilir. Bu durum verilerimizde duplikasyon yaratacaktır. (Örneğin bir hasta; bir diş çekimi, bir dolgu

tedavisi bir kanal tedavisi hizmetlerinin hepsini birden alabilir veya çıktı setinde değerlendirmeye almadığımız bir hizmeti almak için karar birimine başvurmuş olabilir ya da hiçbir tedavi hizmeti almayarak karar biriminden taburcu veya sevk edilebilir.) Bununla birlikte veri kaynağı incelendiğinde bazı kayıtlarda poliklinik sayısı ile hasta sayısının eşit miktarlarda bildirildiği görülmüştür. Bu, hastanın sağlık tesisine her ziyaretinde (devam eden tedavileri için de) ayrı bir hasta kaydı oluşturulduğu anlamına gelir ki bu durumun hasta sayısı verilerini bulanıklaştırdığı değerlendirilmiştir.

Poliklinik Sayısı: Ağız ve diş sağlığı hizmetlerinin sunumunda hastaların ağız ve diş sağlığı hizmeti için karar birimlerine her bir ziyareti poliklinik sayısı olarak kaydedilmektedir. Hasta sayısında olduğu gibi bu polikliniklerden hangilerinde belirtilen çıktıların olduğu ayrımı yapılamadığında bu veri VZA modeline eklenmemiştir.

Yardımcı Personel Sayısı: Ağız ve diş sağlığı hizmetinin sunulmasında diş hekimi dışındaki yardımcı personel kaynaklarının (diş teknisyeni, klinik sekreteri, hemşire sayısı vb.) karar verme birimlerine etkin dağılıp dağılmadığını görmek açısından bu değişkenin girdi setine eklenmesi değerli olmakla birlikte, yardımcı personel sayısına ulaşamadığı için bu değişken modele dâhil edilememiştir.

Diş Hekimlerinin Aktif Çalışma Oranları: Uygulanan tedavi çıktıları diş hekimleri tarafından aktif oldukları sürelerde gerçekleştirilmiştir ve bir diş hekiminin çeşitli sebeplerle bütün yıl aktif çalışan durumunda olamayacağı açıktır. Fakat bu diş hekimlerinin yılın ne kadarında (hangi oranda) aktif oldukları ne kadarında doğum izni, hastalık izni gibi sebeplerle aktif olmadıkları bilinemediği için bu değişken VZA modeline dâhil edilmemiştir.

Diş hekimliğinde Detertraj, Küretaj, Ortodontik tedavi vb. birçok tedavi çıktısı; diş teknisyeni, diş görüntüleme sayıları girdisi/çıktısı olmakla birlikte bu verilere ulaşamadığından VZA modeline dâhil edilmemişlerdir.

3.2.6 Araştırmada Kullanılacak Verilerin Toplanması, Geçerliliği

Herhangi bir süreç hakkında strateji oluşturabilmenin ilk şartı mevcut durumu görebilmektir. Bu aşamada ölçme faaliyeti değer kazanır ve eğer mevcut durumu doğru ölçümleyerek, doğru veriler üzerinde ölçebildiğimiz ölçüde rasyonel planlamalar yapabiliriz. (Baysal ve Toklu 2001, 218) Bu çalışmada kullanılacak veriler Sağlık Bakanlığı Türkiye Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü İstatistik Daire Başkanlığının hazırladığı 2016 yılına ait raporlardan derlendiğinden veriler geçerli ve güvenilir kabul edilmiştir.

2016 yılı göreceli etkinlik ölçümü yapılacak olan gözlem kümesi, 16 Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi (ADSM), 2 Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi (ADSH), 17 Eğitim Araştırma Hastanesi (EAH), 15 Devlet Hastanesi (DH) olmak üzere toplam 50 Karar Verme Biriminden (KVB) oluşmaktadır. Aşağıdaki tablolarda karar verme birimlerinin hizmet sınıflarına göre Girdi (I), Diş Hekimi (DH) ve çıktıları (O) hizmet miktarlarının (Diş Çekimi (DC), Kanal Tedavisi (KT), Dolgu Tedavisi (DT), Cerrahi Müdahale (CM), Sabit Protez (SP), Hareketli Protez (HP) dağılımı verilmiştir.

Tablo 7:2016 Yılı Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri

	KVB Sayısı	DH {I}	DC {O}	KT {O}	DT {O}	CM {O}	SP {O}	HP {O}
ADSM	16	609	470.188	230.659	910.725	70.259	649.524	47.094
ADSH	2	264	169.597	113.223	389.596	59.351	291.487	18.418
EAH	17	86	55.673	8.606	52.695	3.031	52.415	4.544
DH	15	76	66.616	16.013	62.693	4.754	61.472	5.563
TOPLAM	50	1.035	762.074	368.501	1.415.709	137.395	1.054.898	75.619

Tablo 8: 2016 Yılı Tanımlayıcı İstatistikler

	DH {I}	DC {O}	KT {O}	DT {O}	CM {O}	SP {O}	HP {O}
Ortalama	21	15.241	7.370	28.314	2.748	21.098	1.512
Std. Sapma	30	21549	14016	46726	7936	35013	2391
Minimum	1	196	0,000006	39	0,000006	0,000006	0,000006
Maksimum	156	106.943	80.948	239.542	45.567	165.714	12.840

3.2.7 Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri VZA Modeli

VZA' da tanımlanmış pek çok model ve yaklaşım bulunmaktadır. Bu çalışmada en temel modellerden olan CCR (Charnes, Cooper, Rhodes, 1978) ve BCC (Banker, Charnes ve Cooper, 1984) modelleri ağız ve diş sağlığı hizmetleri sunumunda girdi miktarı üzerinde kontrol olduğu için girdiye yönelik olarak kullanılmış; Literatüre bağlı kalınarak, karar birimlerinin toplam etkinlik değerleri ölçeğe göre sabit getiri yaklaşımıyla CCR modeliyle hesaplanmıştır.

Bu modellerin sonuçları ve çıktı değişkenlerinin aldıkları ağırlık katsayıları değerlendirilmiş, çıktı katsayılarına ağırlık kısıtları eklenmesine ihtiyaç duyulmuştur, çıktıları ağırlıklandırabilmek için Türk Diş Hekimleri Birliği'nin belirlediği 2016 tedavi ücretleri listesi kaynak olarak kullanılmıştır. EMS kılavuzuna uygun olarak ağırlık kısıtları düzenlenmiş ve VZA modeline eklenmiştir. Sonrasında Bu modellerdeki çıktı ağırlıklarına ağırlık kısıtları eklenerek elde edilen etkinlik skorları birincil model sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Bunun yanı sıra 2016 yılı veri seti ele alınarak, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında girdi yönelik ağırlık kısıtlı VZA ile etkinlik skoru hesaplamasına göre etkin olmayan karar birimlerinin girdileri, mevcut çıktı düzeyleri için hangi seviyede olsaydı görece etkin sınırdaki olacaklardı, girdilerini hangi oranda azaltmaları gerekir sorusuna; çıktı katsayıları ve referans karar birimleri değerlendirilerek cevap aranmış, etkin olmayan karar birimlerinin etkin olabilmesi için gerçekleştirmeleri gereken hedef değerler ve potansiyel iyileştirme oranları da hesaplanmıştır.

Ardından Ağız Diş Sağlığı Merkezi (ADSM) /Ağız Diş Sağlığı Hastanesi (ADSH), Devlet Hastanesi (DH) ve Eğitim Araştırma Hastanesi (EAH) grupları tarafından sunulan ağız ve diş sağlığı hizmetlerinin etkinlikleri birbiri ile karşılaştıracak ve belirtilen gruplar arasında bir etkinlik karşılaştırılması yapılacaktır. Bu aşamada gruplar arası etkinlik karşılaştırması konusuna daha geniş bir perspektiften yaklaşmak için 2016 yılı için olduğu gibi 2014 ve 2015 yılları veri seti üzerinde de ağırlık kısıtlı toplam etkinlik ölçümü yapılacaktır.

3.2.7.1 Model I : Girdi Yönelimli VZA

Tablo 9: Model I: CRS Varsayımı Altında, Girdi Yönelimli VZA

Model	Girdi :Diş Hekimi Sayısı
I	Çıktılar :Diş Çekimi Sayısı, Kanal Tedavisi Sayısı, Dolgu Tedavisi Sayısı, Sabit Protez Üye Sayısı, Hareketli Protez Parça Sayısı, Cerrahi Müdahale Sayısı
	Varsayım :Ölçeğe göre Sabit Getiri (CRS)
	Yaklaşım :Girdi Yönelimli

$$Z_{\max}(E_k) = \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}$$

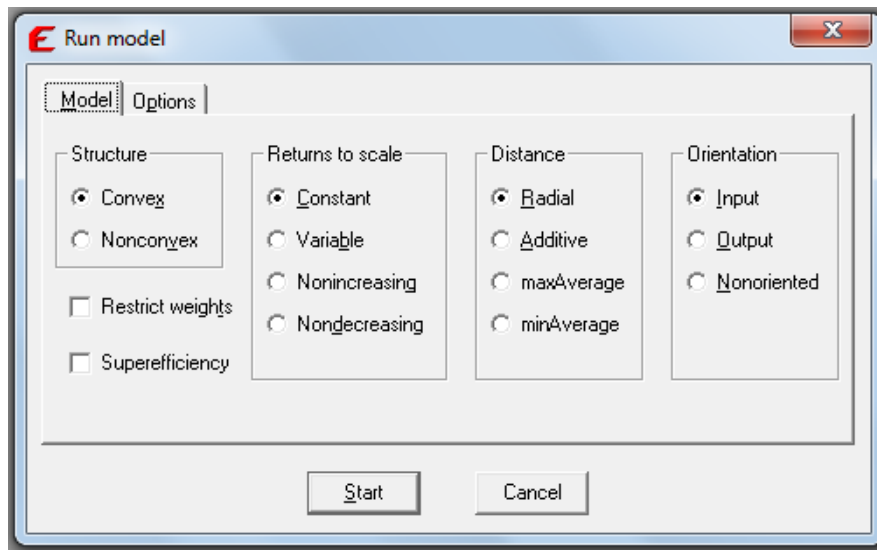
s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0 \quad ; \quad j = 1, \dots, 50$$

$$u_{rk}, v_{ik} \geq \varepsilon \quad ; \quad r = 1, \dots, 6; i = 1$$

Amaç fonksiyonu etkinlik ölçümü yapılan k karar biriminin ağırlıklandırılmış çıktı değerini maksimize eder, 1. kısıt ağırlıklandırılmış girdi miktarını 1' e eşitler, 2. kısıt aynı ağırlıklarla bütün karar birimlerinin etkinlik skorunun 1 değerinin üzerine çıkmasını engeller. Böylece Model I'de girdi ve çıktı ağırlıkları 1 ve 2. kısıtları sağlayacak şekilde serbest atanır. (EMS ekran görüntüsü aşağıda sunulmuştur.)



Şekil 21 : EMS Ekranı - Girdi Yönelimli CCR

3.2.7.2 Model I 'in Etkinlik Skorlarının Değerlendirilmesi

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında hesaplanan CCR skorları toplam etkinlik değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 10 : Model I Çözümü ile Elde Edilen Etkinlik Skorları

DMU	GRUP	Score	DMU	GRUP	Score	DMU	GRUP	Score
KVB1	DH	1,00	KVB21	ADSM	1,00	KVB41	ADSM	0,06
KVB2	ADSH	0,71	KVB22	EAH	0,24	KVB42	EAH	0,03
KVB3	ADSM	0,89	KVB23	EAH	0,24	KVB43	DH	1,00
KVB4	ADSM	0,96	KVB24	DH	0,18	KVB44	EAH	0,09
KVB5	EAH	0,33	KVB25	EAH	1,00	KVB45	ADSM	0,69
KVB6	ADSM	1,00	KVB26	ADSM	0,76	KVB46	DH	0,77
KVB7	EAH	1,00	KVB27	EAH	0,35	KVB47	EAH	0,98
KVB8	EAH	0,68	KVB28	EAH	0,94	KVB48	ADSM	0,69
KVB9	DH	0,62	KVB29	DH	0,78	KVB49	DH	1,00
KVB10	DH	1,00	KVB30	ADSM	0,11	KVB50	EAH	0,92
KVB11	DH	0,50	KVB31	DH	0,70			
KVB12	ADSM	0,79	KVB32	DH	0,45			
KVB13	ADSM	0,85	KVB33	EAH	1,00			
KVB14	DH	1,00	KVB34	ADSH	0,80			
KVB15	ADSM	0,62	KVB35	DH	0,52			
KVB16	ADSM	0,63	KVB36	EAH	0,31			
KVB17	EAH	0,17	KVB37	ADSM	0,90			
KVB18	DH	0,30	KVB38	ADSM	0,57			
KVB19	EAH	0,45	KVB39	DH	0,08			
KVB20	ADSM	0,59	KVB40	EAH	0,03			

Model I'de kullanılan CCR etkinlik ölçümü sonuçlarına göre 50 karar biriminden 10 karar biriminin toplam etkin olduğu diğerlerinin görece etkin olmadıkları ifade edilebilir.

16 ADSM, 2 ADSH, 17 EAH, 15 DH dan oluşan gözlem kümesinde ortalama etkinlik değeri 0,63 iken ADSH grubunun ortalama etkinliği 0,75; ADSM grubunun ortalama etkinliği 0,65; EAH grubunun ortalama etkinliği 0,52; DH grubunun ortalama etkinliği 0,66. olarak gözlemlenmektedir.

Bununla birlikte sağlıklı bir yargıya ulaşabilmek için etkinlik skorları ve VZA tarafından atanmış etkinlik skoru hesaplamasında kullanılan çıktı ağırlık katsayılarının incelenmesi gerekir.

Bu sebeple CCR etkinlik skorları “1” olarak hesaplanan KVB’lerin girdi-çıkı verileri ve atanan çıktı katsayılarını örnek olarak incelenirse:

Tablo 11 : Model I Etkin KVB’lerin Ağırlık Katsayıları

DMU	Score	DH {I}{W}	DC {O}{W}	KT {O}{W}	DT {O}{W}	CM {O}{W}	SP {O}{W}	HP {O}{W}
KVB1	1,00	1	0	0,00043	0,00012	0	0	0,00179
KVB6	1,00	0,02128	0,00000	0	0,00000	0,00001	0,00001	0
KVB7	1,00	0,14286	0	0	0,00002	0	0,00006	0
KVB10	1,00	0,33333	0,00005	0	0,00007	0	0	0
KVB14	1,00	0,25	0,00005	0,00007	0	0	0,00008	0,00005
KVB21	1,00	0,01818	0	0	0,00000	0,00001	0,00001	0
KVB25	1,00	0,5	0,00007	0	0,00009	0,00050	0	0
KVB33	1,00	0,5	0,00011	0,00003	0	0,00009	0,00001	0,00009
KVB43	1,00	0,33333	0,00006	0,00024	0	0,00024	0	0
KVB49	1,00	0,2	0,00004	0,00023	0	0	0	0

(VZA modelleri ağırlık katsayılarını $\geq \varepsilon$ olarak atamaktadır. 0 olarak raporlanan katsayılar programın hassasiyeti yetersiz kaldığı için bu şekilde görüntülenmektedir.)

Tablo 12: Model I Etkin KVB’lerin Girdi ve Çıktı Değerleri

	DH {I}	DC {O}	KT {O}	DT {O}	CM {O}	SP {O}	HP {O}
KVB1	1	636	711	2830	292	1335	200
KVB6	47	44887	17617	86574	10107	77578	5826
KVB7	7	3482	1306	6776	0,000006	14912	902
KVB10	3	8210	159	8542	18	0,000006	0,000006
KVB14	4	4269	1370	3711	123	8169	545
KVB21	55	43347	21680	67192	31295	89660	4807
KVB25	2	1543	236	5336	802	0,000006	0,000006
KVB33	2	8778	0,000006	488	0,000006	0,000006	0,000006
KVB43	3	3023	1714	3164	1681	4394	387
KVB49	5	3491	3705	308	5	559	0,000006

KVB1: 1 diş hekimi ile diş çekiminin az tercih edildiği, dolgu ve kanal tedavisinin daha fazla uygulandığı, sabit protez, hareketli protez tedavilerinin de uygulandığı ideal bir durum söz konusudur. Etkinlik skoru hesaplanırken, HP (hareketli protez) değişkenine en yüksek katsayı atanmıştır, daha sonra kanal tedavisi ve dolgu tedavisi en yüksek katsayıları almışlardır.

KVB 10: 3 diş hekimi ile 8.210 diş çekimi, 159 kanal tedavisi, 8.542 dolgu tedavisi, 18 cerrahi müdahale gerçekleştirdiği diğer tedavilerin ise uygulanmadığı görülmektedir. Bu karar biriminde dolgu tedavisi ile eşit oranda diş çekiminin uyguladığı, sabit protez veya hareketli protez işlemlerinin ise hiç uygulamadığı halde dolgu tedavisine ve diş çekimine en yüksek ağırlık katsayıları atanarak 50 karar birimi içinde göreceli etkinlik skoru değeri “1” olarak ölçülmüştür.

KVB 49: 5 diş hekimi ile 3.491 diş çekimi, 3705 kanal tedavisi, 308 dolgu, 5 cerrahi müdahale, 559 sabit protez tedavisi gerçekleştirdiği, hareketli protez uygulamasının olmadığı görülmektedir, KVB 49 ve KVB 10 karşılaştırıldığında 3 olan diş hekimi sayısı 5'e çıktığı fakat 8.210 olan diş çekimi sayısının 3.491 e inmiş olduğu ve uygulanan tedavileri çeşitlendiği, diş çekimi ile eşit oranda kanal tedavisi uygulandığı görülmektedir. Etkinlik skoru “1” olarak hesaplanan KVB49'un çıktı ağırlıkları içinde en yüksek ağırlık katsayısı yine diş çekimine atanmıştır.

KVB 33: 2 diş hekimi ile 8.778 diş çekimi, 488 dolgu tedavisi dışında bir tedavi uygulanmamış fakat diş çekimi çıktısına en yüksek ağırlık katsayısını atanmış ve etkin olduğu hesaplanmıştır. Bütün hastaların diş çekimi aşamasında bu karar birimine başvurusu gibi bir ihtimal olmakla birlikte diğer tedavilerin hiç bir şekilde uygulanmamış olmasına rağmen 50 karar birimi içinde görece etkin olarak skorlanması durumunun sorgulanması gerektirmektedir.

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında hesaplanan temel VZA modeli, Model I; her karar birimi için etkinlik skoru hesaplaması yaparken bütün çıktıları homojen, eşit önem/değerde kabul ettiğinden etkinlik değerini maksimize etmek için bazen diş çekimi bazen hareketli protez uygulaması, bazen dolgu tedavisine en yüksek katsayısı değerini atamıştır. Burada diş çekimi çıktısının diş kaybına sebep olan, kişinin kendi doğal dişini kaybetmesi ile sonuçlanan bir tedavi şekli olduğu için en yüksek katsayı atanmasının engellenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Model I'in nispeten anlamlı skorlar hesapladığı fakat karar verici tercihlerinin, etkinlik skorlarına yansımadağı görülmektedir. Etkinlik ölçümünde daha doğru bir yaklaşım için karar vericiler tarafından öncelenen çıktıların VZA modellerine eklenmesi gereklidir. Ağırlıklandırılmış VZA modelleri karar vericinin tercih ettiği/değer verdiği çıktı/girdileri ağırlıklandırarak homojenliği bozma imkânı sunar.

3.2.7.3 Çıktı parametrelerine ağırlık kısıtları eklenmesi

Bu çalışmanın uygulama konusu olan ağız ve diş sağlığı hizmetlerinde üretilen bütün çıktıların eşit önemde olmadığı malûmdur. Bununla birlikte VZA modellerindeki ağırlıkların tamamen esnek olarak bulunması ve VZA modelleri tarafından karar birimlerinin etkinliklerini maksimize edecek şekilde atanması, bazen gerçekçi ve uygun olmayan etkinlik skorlarının elde edilmesine sebep olmaktadır.

VZA tarafından etkinlik açısından belirleyici olan bir girdi veya çıktı setine çok düşük ağırlıklar atanması bu faktörlerin etkinliğe katkılarının göz ardı edilmesine, aynı şekilde önemli olmayan girdi ve çıktılara VZA tarafından yüksek ağırlıklar atanması bu girdi ve çıktılar açısından avantajlı durumdaki karar birimlerinin görece önemsiz çıktılarındaki üstünlükleri nedeniyle etkin olarak skorlanmasına sebep olabilir. (Thanassoulis ve Allen 1998, 586)

Girdi ve çıktı ağırlıklarının belirlenmesinde değer yargıları kullanılmaktadır. Değer yargıları, etkinliğin ölçülmesi sürecinde karar vericinin öncelediği çıktı veya girdileri, tercihlerini yansıtan yapılardır. Ağırlık kısıtlarının VZA modellerine eklenmesi sadece girdi ve çıktılarının rakamsal büyüklükleri üzerinden değil; karar vericinin tercih ettiği, öncelediği değişkenleri de değerlendirerek etkinlik ölçümü yapılmasını sağlar. (Deveci Karakoç 2003)

VZA herhangi bir üretim fonksiyonu tanımlanmasına gerek duyulmadan kullanılabilmesine rağmen tamamen sayısal değerler üzerinden çalışan VZA modellerine karar verici tercihlerinin doğru yansıtılması önemlidir. Örneğin temel bir VZA modeline çıktı değişkenleri tanımlanırken, negatif değerli değişkenlerin -tercih edilmeyen çıktılar- modele eklenmesi toplam çıktı veya girdi miktarını rakamsal olarak eniyilemek mantığıyla çalışan VZA' nın yanlış etkinlik skorları hesaplamasına sebep olacaktır. Çıktı değişkenlerinde maksimize edilmesi olumlu olarak değerlendirilen çıktılarının bulunması gereklidir.

Olumlu ve olumsuz birçok çıktı parametresi olan sağlık sisteminden örnek verilirse; bebek ölümü sayısı, mortalite hızı gibi çıktılarının VZA modelinde çıktılar altında toplanarak maksimum olumsuz çıktının en iyi etkinlik skorunu alacağı bir modelin tanımlanmaması gerekmektedir. Fakat etkinlik ölçümü yapacağımız ağız ve

diş sağığı hizmetlerinde diş çekimi sayısı değişkeni, çıktı olarak belirli bir değer ifade etmekle birlikte tercih edilmeyen, öncelenmeyen bir çıktıdır yani negatif bir anlam ifade etmemekle birlikte maksimize edilmeye çalışılmamalıdır.

Ağız ve diş sağığı konusunda en büyük problemlerden biri çeşitli nedenlere dayanan diş kayıplarıdır, diş kaybedildikten sonra elbette yapılabilecek olan en iyi tedavi şekli uygulanıp sabit protez, hareketli protez, implant benzeri çözümler geliştirilecektir. Fakat öncelikle yapılması gereken doğal dişin mümkün olduğunca korunmasıdır. Çünkü insanların yaşamları süresince sahip olabilecekleri en büyük zenginliklerden birisi de yaşamları boyu kendi doğal ve sağıklı dişleri ile gülümseyebilmeleri, çiğneyebilmeleri ve konuşabilmeleridir." (Adaş 2015) Bu sebeple "diş çekimi sayısı" çıktısının rakamsal büyüklüğünün artmasının, etkinliğin artması olarak değerlendirilemeyeceği açıktır.

Örneğin kadın doğum hastanelerinde etkinlik ölçümü çalışması yapılıyor olsaydı, aynı şekilde normal doğum ve sezaryenle doğum farklı ağırlıklar alması gereken çıktı değişkenleri olarak ele alınırdı, bu değişkenlerin eşit büyüklüklerle ağırlıklandırılması veya VZA tarafından karar birimlerinin etkinliklerini maksimize edecek şekilde serbest şekilde her KVB için farklı oranda ağırlıklandırılmasına izin verilemezdi. Çünkü toplum sağığı açısından sezaryenle doğum, normal doğuma göre tercih edilmeyen, görelisi maksimum rakamsal büyüklüğünün etkin çalışma olarak değerlendirilmemesi gereken bir çıktıdır. Negatif bir çıktı değildir, üretilmiş bir hizmeti tanımlamaktadır fakat karar verici tarafından görece öncelenmeyen bir çıktıdır. Bu tezin uygulama konusu olan ağız ve diş sağığı hizmetlerinde de, pek çok diş rahatsızlığı söz konusu olduğunda diş çekimi belki bu rahatsızlıkların en kolay çözümi olabilecekken, hastanın doğal dişini kaybetmesine sebep olan bir yöntem olduğu için diğer ağız diş sağığı çıktılarına göre öncelenmemesi gereken tedavi şeklidir. Bu yüzden sağık bakanlığına bağlı ADSM ve ADSH'lerde diş çekim oranı (diş çekimi sayısı/poliklinik sayısı) parametrelerinin takibi yapılmaktadır. (T. C. Sağık Bakanlığı, Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü 2013, 89)

Ağırlık Kısıtlarının Elde Edilmesi:

Türk Diş Hekimleri Birliği tarafından 17 Aralık 2015 tarihinde kabul edilen "Türk Diş Hekimleri Birliği 2016 Yılı Ağız Diş Sağlığı Muayene Ve Tedavi Ücret Tarifesi" listesi çıktı ağırlıklarını belirlemede kaynak olarak kullanılmıştır. (Türk Diş Hekimleri Birliği 2015) Bu ücretler Sağlık Bakanlığına bağlı kurumlarda uygulanmamakla birlikte karar verici bir otoritenin aslında ağız ve diş tedavilerine dair değer yargılarını ifade etmektedir. Sağlık Bakanlığı'na bağlı kurumların hizmetleri karşılığında ücretlendirmenin her dal / grup / seviye'de farklılaştığı düşünülürse, tek bir kaynak olması sebebi ile Türk Diş Hekimleri Birliği'nin fiyat listesinden bu değerleri almak daha sağlıklı olacaktır. Girdi kriterlerinde tek bir değişken tanımlandığı için ağırlık kısıtı tanımlanmamıştır.

Buradan hareketle listedeki diş çekimi, kanal tedavisi, dolgu tedavisi, cerrahi müdahale, sabit protez, hareketli protez başlıklarına dahil olan tedaviler gruplanarak en düşük ve en yüksek fiyatlandırmalar diş çekimi ortalama fiyatı ile karşılaştırılmış ve VZA modeline eklenecek olan ağırlık kısıtları elde edilmiştir. Bu fiyatlar devlet hastanelerinde uygulanan fiyatlar olmadığı için oluşturulacak kısıtlarla elde edilen etkinlik değerleri fiyat etkinliğini ifade etmemektedir.

	U1	U2	U3	U4	U5	U6
	Diş Çekimi	Kanal Tedavisi	Dolgu Tedavisi	Cerrahi Müdahale	Sabit Protez	Hareketli Protez
Ort.	125	270	169	668	583	1273
En Küçük	90	130	100	140	240	1080
En Büyük	160	390	230	2500	1310	1600

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi, diş çekimi ortalama fiyatı (dolgu tedavisinin en az değeri hariç) bütün diğer tedavilerin en az ve en çok değerlerinden küçüktür, bu durum diş çekimi tedavisinin öncelenmemesi gerekliliği ile örtüşmektedir.

u_r/u_1		U2	U3	U4	U5	U6
		Kanal Tedavisi	Dolgu Tedavisi	Cerrahi Müdahale	Sabit Protez	Hareketli Protez
Diş Çekimi	En Az	1,04	0,8	1,12	1,92	8,64
	En Çok	3,12	1,84	20	10,48	12,8

EMS Versiyon 1.3 kılavuzunda belirtildiği gibi karşılaştırmalar aşağıdaki şekilde ifade edilmiş, böylece VZA modeline eklenecek olan kısıtlar ve "ağırlık kısıtları matrisi" elde edilmiştir. (Scheel 2000, 4)

Tablo 13: Çıktı Ağırlıkları Karşılaştırması

1,04	$\leq$	$U2/U1$	$\leq$	3,12
0,80	$\leq$	$U3/U1$	$\leq$	1,84
1,12	$\leq$	$U4/U1$	$\leq$	20,00
1,92	$\leq$	$U5/U1$	$\leq$	10,48
8,64	$\leq$	$U6/U1$	$\leq$	12,80

Yukarıdaki eşitsizlikler aşağıdaki gibi EMS'ye eklenebilecek kısıtlar haline dönüştürülür.

$U2/U1 \geq 1,04$	$1U2 - 1,04U1 \geq 0$
$U3/U1 \geq 0,80$	$1U3 - 0,80U1 \geq 0$
$U4/U1 \geq 1,12$	$1U4 - 1,12U1 \geq 0$
$U5/U1 \geq 1,92$	$1U5 - 1,92U1 \geq 0$
$U6/U1 \geq 8,64$	$1U6 - 8,64U1 \geq 0$
$U2/U1 \leq 3,12$	$-1U2 + 3,12U1 \geq 0$
$U3/U1 \leq 1,84$	$-1U3 + 1,84U1 \geq 0$
$U4/U1 \leq 20,00$	$-1U4 + 20U1 \geq 0$
$U5/U1 \leq 10,48$	$-1U5 + 10,48U1 \geq 0$
$U6/U1 \leq 12,80$	$-1U6 + 12,80U1 \geq 0$

OLUŞTURULAN AĞIRLIK KISITLARI MATRİSİ

	$v1$	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$	$U6$
1. KISIT	0	-1,04	1	0	0	0	0
2. KISIT	0	-0,80	0	1	0	0	0
3. KISIT	0	-1,12	0	0	1	0	0
4. KISIT	0	-1,92	0	0	0	1	0
5. KISIT	0	-8,64	0	0	0	0	1
6. KISIT	0	3,12	-1	0	0	0	0
7. KISIT	0	1,84	0	-1	0	0	0
8. KISIT	0	20,00	0	0	-1	0	0
9. KISIT	0	10,48	0	0	0	-1	0
10. KISIT	0	12,80	0	0	0	0	-1

3.2.7.4 Model II: Girdi Yönelimli Ağırlık Kısıtlı VZA

Tablo 14 : CRS Varsayımı Altında, Girdi Yönelimi Ağırlık Kısıtlı VZA

Model II	Girdi	:Diş Hekimi Sayısı				
	Çıktılar	:Diş Çekimi Sayısı, Kanal Tedavisi Sayısı, Dolgu Tedavisi Sayısı, Sabit Protez Üye Sayısı, Hareketli Protez Parça Sayısı, Cerrahi Müdahale Sayısı				
	Ağırlık Kısıtları	1,04	<=	u_2/u_1	<=	3,12
		0,80	<=	u_3/u_1	<=	1,84
		1,12	<=	u_4/u_1	<=	20,00
		1,92	<=	u_5/u_1	<=	10,48
		8,64	<=	u_6/u_1	<=	12,80
Varsayım	:Ölçeğe göre Sabit Getiri (CRS)					
Yaklaşım	:Girdi Yönelimli, Ağırlık Kısıtlı					

$$Z_{\max}(E_k) = \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0 \quad ; \quad j = 1, \dots, n(n = 50)$$

$$u_{2k} - 1,04u_{1k} \geq 0$$

$$u_{3k} - 0,8u_{1k} \geq 0$$

$$u_{4k} - 1,12u_{1k} \geq 0$$

$$u_{5k} - 1,92u_{1k} \geq 0$$

$$u_{6k} - 8,64u_{1k} \geq 0$$

$$-u_{2k} + 3,12u_{1k} \geq 0$$

$$-u_{3k} + 1,84u_{1k} \geq 0$$

$$-u_{4k} + 20u_{1k} \geq 0$$

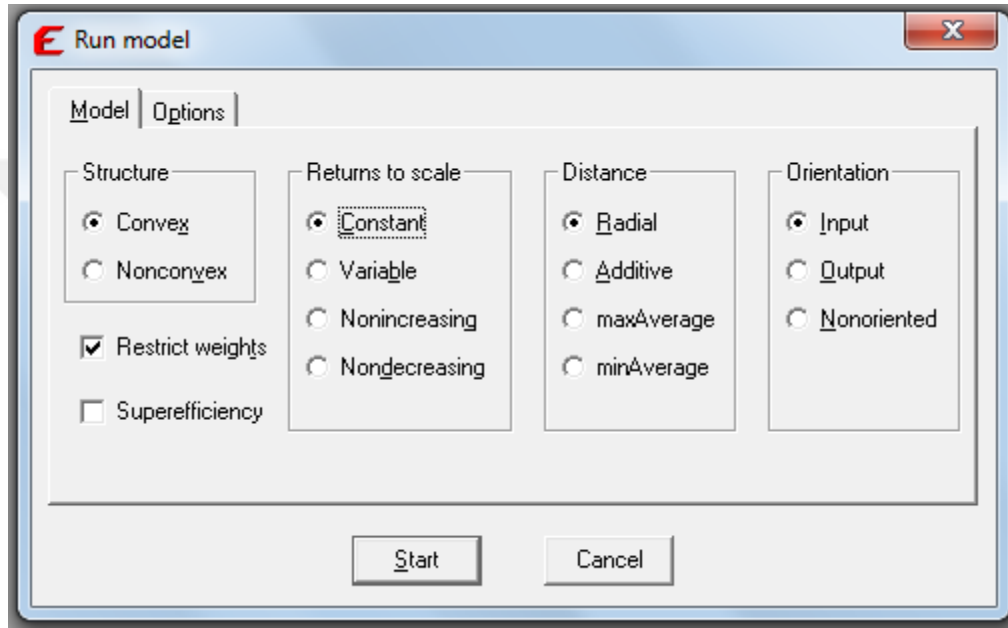
$$-u_{5k} + 10,48u_{1k} \geq 0$$

$$-u_{6k} + 12,8u_{1k} \geq 0$$

$$u_{rk} \geq \varepsilon \quad ; \quad r = 1, \dots, s \quad (s = 6)$$

$$v_{ik} \geq \varepsilon \quad ; \quad i = 1, \dots, m \quad (m = 1)$$

Model II'de, Amaç fonksiyonu k karar biriminin ağırlıklandırılmış çıktılarının maksimum değerine ulaşmaya çalışırken, 1. kısıt ağırlıklandırılmış girdi miktarını 1'e eşitler, 2. kısıt aynı ağırlık değerleri ile diğer karar birimlerinin de etkinliklerinin 1 değerinin üzerine çıkmasını engeller. Diğer kısıtlar; karar vericinin çıktılar arasındaki önceliklendirdiği değerleri/ağırlıkları ifade etmektedir. Bu kısıtların eklenmesiyle çıktı ağırlıkları serbest şekilde atanamaz. (Ağırlık kısıtlı VZA modelinin EMS programında uygulaması için ekran görüntüsü aşağıda sunulmuştur.)



Şekil 22 : EMS Ekranı - Ağırlık Kısıtlı Girdi Yönelimli CCR

3.2.7.5 Model I ve II ile Sonuçlarının Karşılaştırılması

Ağırlık kısıtlarının göreceli etkinlik ölçümüne etkisinin incelenebilmesi için ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayalı etkinlik ölçümü yapan Model I ve Model II kendi arasında karşılaştırılmalıdır.

Tablo 15: Model I Ve Model II'nin Etkinlik Skorları Karşılaştırması

KVB Nr:	GRUP	Model I	Model II	KVB Nr:	GRUP	Model I	Model II
KVB1	DH	1,00	1,00	KVB26	ADSM	0,76	0,65
KVB2	ADSH	0,71	0,67	KVB27	EAH	0,35	0,33
KVB3	ADSM	0,89	0,77	KVB28	EAH	0,94	0,47
KVB4	ADSM	0,96	0,91	KVB29	DH	0,78	0,74
KVB5	EAH	0,33	0,28	KVB30	ADSM	0,11	0,06
KVB6	ADSM	1,00	0,98	KVB31	DH	0,70	0,40
KVB7	EAH	1,00	1,00	KVB32	DH	0,45	0,25
KVB8	EAH	0,68	0,67	KVB33	EAH	1,00	0,56
KVB9	DH	0,62	0,49	KVB34	ADSH	0,80	0,74
KVB10	DH	1,00	0,72	KVB35	DH	0,52	0,40
KVB11	DH	0,50	0,27	KVB36	EAH	0,31	0,18
KVB12	ADSM	0,79	0,68	KVB37	ADSM	0,90	0,67
KVB13	ADSM	0,85	0,75	KVB38	ADSM	0,57	0,52
KVB14	DH	1,00	1,00	KVB39	DH	0,08	0,04
KVB15	ADSM	0,62	0,52	KVB40	EAH	0,03	0,03
KVB16	ADSM	0,63	0,51	KVB41	ADSM	0,06	0,05
KVB17	EAH	0,17	0,09	KVB42	EAH	0,03	0,02
KVB18	DH	0,30	0,20	KVB43	DH	1,00	1,00
KVB19	EAH	0,45	0,35	KVB44	EAH	0,09	0,07
KVB20	ADSM	0,59	0,55	KVB45	ADSM	0,69	0,59
KVB21	ADSM	1,00	1,00	KVB46	DH	0,77	0,46
KVB22	EAH	0,24	0,14	KVB47	EAH	0,98	0,76
KVB23	EAH	0,24	0,14	KVB48	ADSM	0,69	0,62
KVB24	DH	0,18	0,11	KVB49	DH	1,00	0,34
KVB25	EAH	1,00	0,75	KVB50	EAH	0,92	0,49

Model I sonucunda 10 karar biriminin, Model II sonucunda 5 karar biriminin etkin olduğu, diğer karar birimlerinin toplam etkin olmadıkları hesaplanmıştır. Gözlem kümesindeki ortalama etkinlik değeri Model I'de 0,63 iken Model II'de 0,50 olarak hesaplanmıştır. ADSH grubunun ortalama etkinliği 0,75'ten 0,71' e; ADSM grubunun ortalama etkinliği 0,65'ten 0,61' e; EAH grubunun ortalama etkinliği 0,52'ten 0,37'e; DH grubunun ortalama etkinliği 0,66'dan 0,49'a düşmüştür.

Model I'de tam etkin oldukları ölçülürken Model II'te etkin olmadıkları ölçülen karar birimlerinin girdi-çıktı değişkenleri ve çıktı ağırlıkları incelenirse:

Tablo 16: Etkinlik Skoru Değişen Karar Birimlerinin Verileri

	DH{I}	DC{O}	KT{O}	DT{O}	CM{O}	SP{O}	HP {O}
KVB6	47	44887	17617	86574	10107	77578	5826
KVB10	3	8210	159	8542	18	0,000006	0,000006
KVB25	2	1543	236	5336	802	0,000006	0,000006
KVB33	2	8778	0,000006	488	0,000006	0,000006	0,000006
KVB49	5	3491	3705	308	5	559	0,000006

Tablo 17: Etkinlik Skoru Değişen KVB' lerin Model I VZA Sonuçları

DMU	Score	DH {I}{W}	DC {O}{W}	KT {O}{W}	DT {O}{W}	CM {O}{W}	SP {O}{W}	HP {O}{W}
KVB6	1,00	0,021277	0,0000046	0	0,000003	0,000006	0,000007	0
KVB10	1,00	0,333333	0,0000485	0	0,000070	0	0	0
KVB25	1,00	0,5	0,0000674	0	0,000093	0,000501	0	0
KVB33	1,00	0,5	0,0001139	0,000027	0	0,000086	0,000008	0,00009
KVB49	1,00	0,2	0,0000433	0,000229	0	0	0	0

Tablo 18: Etkinlik Skoru Değişen KVB' lerin Model II VZA Sonuçları

DMU	Score	DH {I}{W}	DC {O}{W}	KT {O}{W}	DT {O}{W}	CM {O}{W}	SP {O}{W}	HP {O}{W}
KVB6	0,98	0,021277	0,000001	0,000001	0,000002	0,000007	0,000008	0,000009
KVB10	0,72	0,333333	0,000041	0,000043	0,000076	0,000046	0,000080	0,000358
KVB25	0,75	0,5	0,000046	0,000048	0,000084	0,000582	0,000088	0,000397
KVB33	0,56	0,5	0,000109	0,000113	0,000087	0,000122	0,000209	0,000942
KVB49	0,34	0,2	0,000061	0,000191	0,000049	0,000068	0,000117	0,000528

KVB 6: 47 diş hekimi ile bütün tedavileri uygulayan karar birimi Model I'de uyguladığı kanal tedavisi ve hareketli protez çıktılarına çok küçük ağırlık katsayıları atamıştır. (EMS Versiyon 1.3 görüntüleme hassasiyeti en fazla 8 basamak olduğu için değerler ekran çıktısına “0” şeklinde yansımıştır.) ağırlıklandırılmış çıktı miktarını maksimize etmek için diş çekimine en iyi kat sayı değerlerinden birini atamıştır. Fakat Model II'de diğer çıktılarına diş çekimine göre daha yüksek ağırlık atamak durumunda kaldığı için ağırlıklandırılmış çıktı değeri Model I'e göre azalmıştır ve 0,98 gibi iyi bir etkinlik skoru elde etmiştir.

KVB 10 ve **KVB 25** için de aynı durum söz konusudur. Burada girdi değişkenindeki ağırlık katsayısının herhangi ek bir kısıt eklenmediği için hiç değişmediğine dikkat edilmelidir.

KVB 33 ve **KVB 49** 'un etkinlik skorlarında önemli bir farklılık gözlenmektedir. Uygulanan diğer tedavilerle karşılaştırıldığında diş çekimi sayıları yüksek olduğundan en yüksek rakamsal değeri taşıyan çıktı değişkenlerine en düşük ağırlık katsayısını vermek durumunda kaldıklarından Model I'e göre etkinlik skorları düşmüştür. Bu durumda bu karar birimlerinin karar verici tercihlerine uygun, etkin hizmet vermedikleri söylenebilir. Bu karar birimlerinin daha etkin hale gelebilmesi için hekim sayısı sabit kalmak üzere uyguladıkları diş çekimi oranını azaltmaları diğer tedavi yöntemlerini artırmaları, onları da tercih etmeleri gerekmektedir.

Model II'te etkin ölçülürken Model I'de etkin olmadığı hesaplanmış olan karar birimi bulunmamaktadır. Model I ve Model II'te etkin olarak hesaplanan KVB1, KVB7, KVB14, KVB21 karar birimleri girdi çıktı değişkenlerinin durumu incelenirse;

Tablo 19:Model I ve II'de Etkin Olan Karar Birimlerinin Verileri

	DH{I}	DC{O}	KT{O}	DT{O}	CM O}	SP{O}	HP {O}
KVB1	1	636	711	2830	292	1335	200
KVB7	7	3482	1306	6776	0,000006	14912	902
KVB14	4	4269	1370	3711	123	8169	545
KVB21	55	43347	21680	67192	31295	89660	4807

Tablo 20:Her iki Modelde Etkin Olan KVB' lerin Model I Sonuçları

DMU	Score	DH{I}{W}	DC{O}{W}	KT{O}{W}	DT{O}{W}	CM{O}{W}	SP{O}{W}	HP{O}{W}
KVB1	1,00	1	0	0,0004307	0,0001189	0	0	0,0018
KVB7	1,00	0,1428571	0	0	0,0000213	0	0,0000574	0
KVB14	1,00	0,25	0,00004944	0,0000744	0	0	0,0000809	0,00005
KVB21	1,00	0,0181818	0	0	0,0000017	0,0000081	0,0000070	0

Tablo 21: Her iki Modelde de Etkin Olan KVB' lerin Model II Sonuçları

DMU	Score	DH {I}{W}	DC {O}{W}	KT {O}{W}	DT {O}{W}	CM {O}{W}	SP {O}{W}	HP{O}{W}
KVB1	1,00	1	0,00007095	0,00022137	0,00013055	0,00022098	0,00013623	0,00091
KVB7	1,00	0,14285714	0,00000551	0,00000573	0,00001014	0,00000617	0,00005778	0,00005
KVB14	1,00	0,25	0,00001679	0,00005238	0,00001343	0,0000188	0,00008879	0,00015
KVB21	1,00	0,01818182	0,00000066	0,00000069	0,00000122	0,00000714	0,00000695	0,000006

KVB 1 : 1 diş hekimi tarafından bütün tedavilerin uygulandığı, dolgu ve kanal tedavisinin diş çekimine öncelendiği görülmektedir. Bu durumda KVB 1, diş çekimi çıktısının en düşük değeri aldığı Ağırlık kısıtlı CCR modelinde de etkin olarak ölçülmüştür. (Arnavutköy DH)

KVB 7 : 7 diş hekiminin cerrahi müdahale hariç bütün tedavileri uyguladığı, sabit protez uygulamasının yoğun olduğu karar biriminde diş çekiminin öncelenen bir tedavi olmadığı görülmektedir. (Bakırköy Sadi Konuk EAH)

KVB 14 : 4 diş hekimi bütün tedavi şekillerini uygulamıştır. Dolgu tedavisi oldukça yoğun uygulanmıştır, diş çekimi oranı diğer çıktılarla karşılaştırıldığında yüksek bir orana sahip olduğu görülmektedir fakat yoğun olarak uygulanan sabit protez uygulaması aldığı yüksek ağırlık değeri ile KVB14'ün Ağırlık kısıtlı CCR modelinde de etkin olarak ölçülmesini sağlamıştır. (Çatalca İlyas Çokay DH)

KVB 21 : 55 diş hekimi tarafından bütün tedavi şekilleri uygulanmıştır. Sabit protez ve dolgu tedavisinin yoğun olarak uygulanması, karar verici tercihlerinin yansıtılması olarak bu çıktıların aldığı görece yüksek ağırlıklar ile Model II 'de de etkin ölçülmüştür. (Güngören ADSM)

Arnavutköy ve Çatalca'daki az sayıda diş hekiminin görev yaptığı devlet hastanelerinin en etkin grup içinde yer almasını, bu KVB' lerde az sayıda diş hekimi ile bütün tedavilerin uygulanmasını da göz önünde bulundurularak, diğer ağız ve diş sağlığı merkezi ve hastanelerinden uzak olmaları ile açıklayabiliriz.

Model I ve Model II 'ün İstatistiksel Karşılaştırması

	Model I	Model II
Etkin KVB Sayısı	10,00	5,00
Aritmetik Ort.	0,63	0,50
Standart Sap.	0,32	0,30

Model I'in etkinlik skorlarının geometrik ortalaması 0.48, aritmetik ortalaması 0.63, standart sapması 0.32'dir. Model II 'nin etkinlik skorlarının geometrik ortalaması 0.36, aritmetik ortalaması 0.50, standart sapması 0.30'dur.

Fakat Model II tarafından hesaplanan etkinlik skorları hakkında genel bir yorum yapabilmek için bu iki modelin etkinlik skorları arasında istatistiksel açıdan anlamlı

bir fark var mıdır yoksa bu fark rastgele mi oluşmuştur sorusuna Bağımlı (Eşleştirilmiş) örneklem t-testi (two sample paired t-test) ile cevap aranmıştır.¹

H_0 =Model I ve Model II etkinlik skorları arasında anlamlı bir fark yoktur.

H_1 = Model I ve Model II etkinlik skorları arasında anlamlı bir fark vardır.

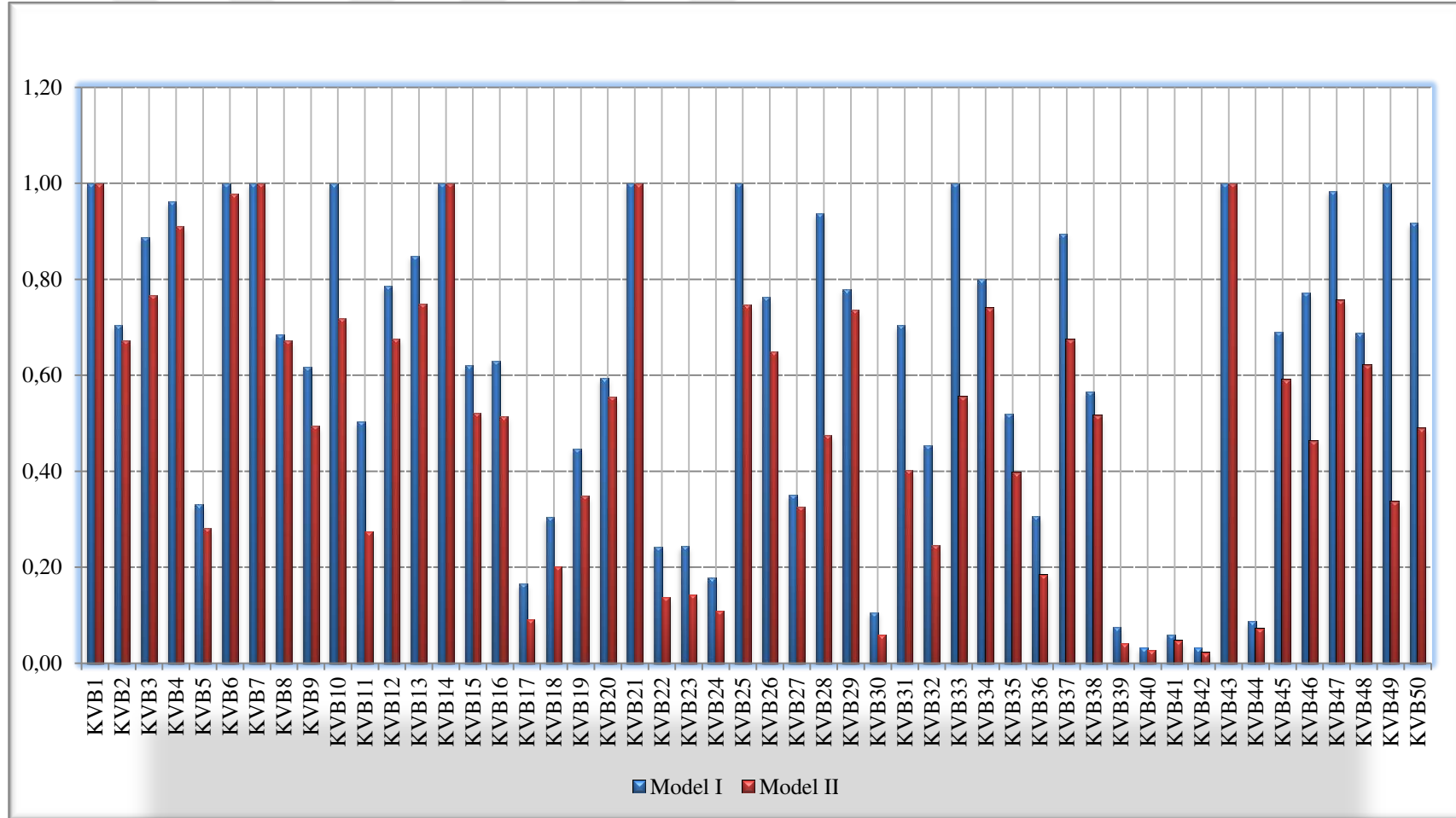
	<i>Model I</i>	<i>Model II</i>
Ortalama	0,625334	0,499364
Varyans	0,106377261	0,092423444
Gözlem	50	50
Birikimli Varyans	0,099400352	
df	98	
t Stat	1,997759351	
P(T<=t) tek-uçlu	0,024257223	
t Kritik tek-uçlu	1,660551218	
P(T<=t) iki-uçlu	0,048514446	
t Kritik iki-uçlu	1,984467404	

%95 güven aralığında, p olasılık değeri <0.05 olduğu için H_0 , reddedilir.

Model I ve Model II ile hesaplanan etkinlik skorları arasında %95 güven aralığında anlamlı bir farklılık vardır. Kullanılan ağırlık kısıtları etkinlik skoru hesaplamasında anlamlı bir farklılığa sebep olmuştur.

Ağırlık kısıtları, VZA modelinin serbestçe atadığı katsayılara ek kısıtlar getirdiği için karar birimlerinin göreceli etkinlikleri de değişmektedir. Karar vericinin tercih ettiği, değer verdiği, öncelediği çıktıların veya girdilerin ağırlıklandırılmasını sağladığı için Ağırlık kısıtlı VZA yönteminin, temel VZA modellerinden daha üstün olduğu söylenebilir.

¹ (Yolalan 1993) etkinlik skorları değerlerini t-testi ile karşılaştırmıştır.



Şekil 23 : 2016 yılı Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetlerinin Etkinlik Ölçümü

3.2.7.6 Etkin Olmayan Karar Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi

Etkin olmayan karar birimlerinin etkin sınıra ulaşabilmeleri, çıktı düzeyinin kontrol edilemediği sağlık hizmeti gibi sistemler için girdi değerinin kontrolü ile sağlanacaktır. Bu karar birimlerinin etkin sınıra ulaşabilmeleri için girdi değerlerini (diş hekimi sayısı) ne oranda azaltmaları gerektiği referans aldıkları karar birimlerinin girdi verileri ve referans katsayısı ile değerlendirilir. (Ek:4' te karar birimlerinin referans aldıkları birimler ve etkinlik skorları verilmiştir.)

Tablo 22: Hedef Girdi Değerleri

	DH SAYISI	HEDEF	FARK	Fark Oran		DH SAYISI	HEDEF	FARK	Fark Oran
KVB1	1		ETKİN	ETKİN	KVB26	63	40,94	-22,06	-0,35
KVB2	108	72,65	-35,35	-33%	KVB27	20	6,52	-13,48	-67%
KVB3	30	23,00	-7,00	-23%	KVB28	3	1,42	-1,58	-53%
KVB4	46	41,86	-4,14	-9%	KVB29	23	16,92	-6,08	-26%
KVB5	2	0,56	-1,44	-72%	KVB30	12	0,70	-11,30	-94%
KVB6	47	45,94	-1,06	-2%	KVB31	1	0,40	-0,60	-60%
KVB7	7		ETKİN	ETKİN	KVB32	2	0,49	-1,51	-0,75
KVB8	9	6,05	-2,95	-33%	KVB33	2	1,11	-0,89	-44%
KVB9	9	4,44	-4,56	-51%	KVB34	156	115,33	-40,67	-26%
KVB10	3	2,15	-0,85	-28%	KVB35	9	3,57	-5,43	-60%
KVB11	7	1,91	-5,09	-73%	KVB36	3	0,55	-2,45	-82%
KVB12	29	19,62	-9,38	-32%	KVB37	57	38,44	-18,56	-33%
KVB13	63	47,17	-15,83	-25%	KVB38	34	17,53	-16,47	-48%
KVB14	4		ETKİN	ETKİN	KVB39	1	0,04	-0,96	-0,96
KVB15	36	18,79	-17,21	-48%	KVB40	12	0,32	-11,68	-97%
KVB16	23	11,83	-11,17	-49%	KVB41	11	0,51	-10,49	-95%
KVB17	1	0,09	-0,91	-91%	KVB42	2	0,04	-1,96	-98%
KVB18	3	0,60	-2,40	-80%	KVB43	3		ETKİN	ETKİN
KVB19	4	1,39	-2,61	-65%	KVB44	5	0,35	-4,65	-93%
KVB20	50	27,70	-22,30	-45%	KVB45	34	20,10	-13,90	-41%
KVB21	55		ETKİN	ETKİN	KVB46	3	1,39	-1,61	-0,54
KVB22	1	0,14	-0,86	-86%	KVB47	9	6,80	-2,20	-24%
KVB23	2	0,28	-1,72	-86%	KVB48	19	11,79	-7,21	-38%
KVB24	2	0,22	-1,78	-89%	KVB49	5	1,68	-3,32	-66%
KVB25	2	1,49	-0,51	-25%	KVB50	2	0,98	-1,02	-51%

Örneğin KVB 2'nin, aynı çıktı düzeyini 108 olan diş hekimi sayısını azaltıp yaklaşık 73 diş hekimi ile yakaladığında (diğer KVB verileri sabit kalmak şartı ile) etkin üretim sınırına ulaşabilir.

3.2.7.7 KVB Gruplarının Etkinlik Skorlarının Karşılaştırması

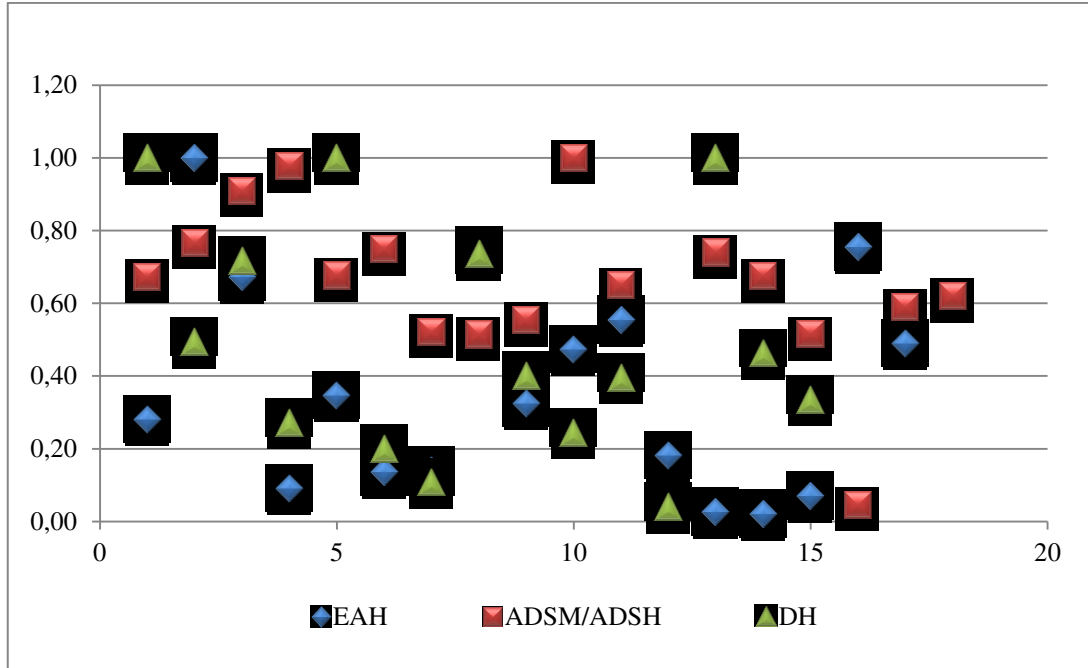
Ağız ve Diş Sağlığı Hizmeti veren sağlık tesisleri hizmet grupları bazında değerlendirildiğinde; Ağız Diş Sağlığı Merkezi (ADSM), Ağız Diş Sağlığı Hastanesi (ADSH), Devlet Hastanesi (DH) ve Eğitim Araştırma Hastanelerinin (EAH) belirtilen girdi ve çıktılar üzerinden ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında oluşturulan hem Model I hem Model II ile hesaplanan etkinlik skorlarının gruplar bazında da farklılıklar gösterdiği gözlemlenmiştir. Daha anlamlı ve seçici sonuçlar elde edildiği için çalışmanın bundan sonraki aşamaları Model II ile devam edecektir.

Tablo 23: ADSM/ADSH, EAH, DH Etkinlik Skorları

EAH		ADSM/ADSH		DH	
KVB5	0,28	KVB2	0,67	KVB1	1,00
KVB7	1,00	KVB3	0,77	KVB9	0,49
KVB8	0,67	KVB4	0,91	KVB10	0,72
KVB17	0,09	KVB6	0,98	KVB11	0,27
KVB19	0,35	KVB12	0,68	KVB14	1,00
KVB22	0,14	KVB13	0,75	KVB18	0,20
KVB23	0,14	KVB15	0,52	KVB24	0,11
KVB25	0,75	KVB16	0,51	KVB29	0,74
KVB27	0,33	KVB20	0,55	KVB31	0,40
KVB28	0,47	KVB21	1,00	KVB32	0,25
KVB33	0,56	KVB26	0,65	KVB35	0,40
KVB36	0,18	KVB30	0,06	KVB39	0,04
KVB40	0,03	KVB34	0,74	KVB43	1,00
KVB42	0,02	KVB37	0,67	KVB46	0,46
KVB44	0,07	KVB38	0,52	KVB49	0,34
KVB47	0,76	KVB41	0,05		
KVB50	0,49	KVB45	0,59		
		KVB48	0,62		

KVB Sayısı	17,00	KVB Sayısı	18	KVB Sayısı	15
Std Sapma	0,2868	Std Sapma	0,2472	Std Sapma	0,3133
Ortalama.	0,37	Ortalama.	0,62	Ortalama.	0,49
Min	0,02	Min	0,05	Min	0,04
Max	1,00	Max	1	Max	1,00

(ADSH sayısı sadece 2 adet olduğu için (KVB 2 ve KVB 34) ayrı bir başlık altında gruplanmamış, ADSM'lerle birlikte değerlendirilmiştir.)



Şekil 24 : ADSM/ADSH, DH, EAH Etkinlik Skorlarının Karşılaştırılması

Yukarıdaki grafikte de görüldüğü gibi 2016 yılında ADSM ve ADSH'ler en yüksek değerdeki ortalama etkinliğe sahiptirler. Hizmet gruplarının ağız diş sağlığı hizmetindeki etkinlik sıralaması $Etkinlik_{ADSM/ADSH} > Etkinlik_{DH} > Etkinlik_{EAH}$ şeklindedir. Eğitim Araştırma Hastanelerinde bir karar birimi dışında etkin karar birimi bulunmamaktadır (Bakırköy Dr. Sadi Konuk). Toplam etkinliğin en değişken olduğu grup Devlet Hastaneleri daha sonra Eğitim Araştırma Hastaneleridir.

3.2.7.8 Hizmet Gruplarının Etkinlik Değerlerinin İncelemesi

Uygulamanın bu aşamasında ulaşılan sonucun geçmiş yıllarda da aynı şekilde $Etkinlik_{ADSM/ADSH} > Etkinlik_{DH} > Etkinlik_{EAH}$ olarak gerçekleşip gerçekleşmediği değerlendirilecektir. Bu sebeple geçmiş yıllara ait raporlardan 2014, 2015 ve 2016 yıllarının her birinde verilerine ulaşılabilen karar birimleri değerlendirmeye alınmıştır.

2014 Yılı Hekim Sayısı verisi olmadığı için veri setinden çıkarılan Karar Verme Birimleri: İstanbul Gaziosmanpaşa Taksim EAH Levent Semt Polikliniği, İstanbul Sultanbeyli Tacirler Eğitim Vakfı Devlet Hastanesi, İstanbul Üsküdar Ahmet Yüksel Özemre Ağız Ve Diş Sağlığı Merkezi

2015 Yılı Hekim Sayısı verisi olmadığı için veri setinden çıkarılan Karar Verme Birimleri: İstanbul Büyükçekmece DH, İstanbul Esenler Kadın Doğum Ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi, İstanbul Esenyurt DH, İstanbul İstinye DH, İstanbul Maltepe Ceza İnfaz Kurumu DH, İstanbul Okmeydanı Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, İstanbul Silivri DH, İstanbul Sultangazi Adsm, İstanbul Haseki E.A.H

2016 Yılı Hekim Sayısı verisi olmadığı için veri setinden çıkarılan Karar Verme Birimleri: İstanbul Avcılar Murat Kölük DH, İstanbul Erenköy Ruh Ve Sinir Hastalıkları EAH.

İstanbul Silivri Ceza İnfaz Kurumu Hastanesi ve dal hastaneleri İstanbul Lepa Deri ve Zührevi Hastalıkları Hastanesi, İstanbul Meslek Hastalıkları Hastanesi, İstanbul Balta Limanı Metin Sabancı Kemik Hastalıkları EAH eşit pazar şartlarında çalışmadıkları kabul edilerek veri setinden çıkarılmışlardır. Oluşturulan 2014, 2015 ve 2016' yılları veri setleri EK: 6, 7 ve 8 'de sunulmuştur.

2014, 2015, 2016 yılları için elde edilen etkinlik skorları ortalamaları aşağıdaki gibidir

Tablo 24: Hizmet Gruplarının Yıllara Göre Etkinlik Ortalamaları

	2014	2015	2016
ADSM/ADSH	0,66	0,68	0,70
DH	0,51	0,55	0,51
EAH	0,46	0,49	0,43

2 ADSH, 12 ADSM, 14 DH ve 14 EAH'ın değerlendirildiği gözlem kümesinde karar birimi gruplarının etkinlik ortalamaları değerleri yukarıdaki tabloda görüldüğü şekildedir. Daha önce ulaştığımız $Etkinlik_{ADSM/ADSH} > Etkinlik_{DH} > Etkinlik_{EAH}$ şeklindeki gruplar arası etkinlik sıralaması bu yıllar için de doğrulanmaktadır.

Aşağıda karar birimlerinin yıllar içindeki görelî etkinlik değerlerindeki değişim görülmektedir. Bütün yıllarda etkin olarak değerlendirilen KVB 36'nın (Şile Devlet Hastanesi) daha donanımlı ağız ve diş sağlığı alternatiflerine uzaklığı sebebi ile yüksek sağlık hizmeti talebi ile karşı karşıya olduğu yorumu yapılabilir.

Tablo 25: Hizmet Gruplarının Yıllara Göre Etkinlik İncelemesi

		2014'	2015'	2016'			2014'	2015'	2016'
DMU1	DH	0,63	0,44	1,00	DMU21	ADSM	0,78	1,00	1,00
DMU2	ADSM	0,63	0,57	0,67	DMU22	DH	0,12	0,16	0,11
DMU3	ADSM	0,55	0,84	0,77	DMU23	EAH	0,59	0,90	0,75
DMU4	EAH	0,38	0,39	0,28	DMU24	ADSM	0,56	0,67	0,65
DMU5	ADSM	0,79	0,70	0,98	DMU25	EAH	0,43	0,34	0,33
DMU6	EAH	0,94	1,00	1,00	DMU26	EAH	0,65	0,35	0,47
DMU7	EAH	1,00	1,00	0,67	DMU27	DH	0,83	0,88	0,74
DMU8	DH	0,31	0,46	0,49	DMU28	DH	0,56	0,72	0,40
DMU9	DH	0,41	0,30	0,72	DMU29	DH	0,22	0,19	0,25
DMU10	DH	0,39	0,48	0,27	DMU30	EAH	0,48	0,51	0,56
DMU11	ADSM	0,69	0,67	0,68	DMU31	ADSH	1,00	0,83	0,74
DMU12	ADSM	0,71	0,56	0,75	DMU32	DH	0,62	0,77	0,40
DMU13	DH	0,68	0,61	1,00	DMU33	ADSM	0,67	0,65	0,67
DMU14	ADSM	0,54	0,67	0,52	DMU34	DH	0,25	0,41	0,04
DMU15	ADSM	0,45	0,59	0,51	DMU35	EAH	0,21	0,07	0,02
DMU16	EAH	0,09	0,20	0,09	DMU36	DH	1,00	1,00	1,00
DMU17	EAH	0,14	0,13	0,14	DMU37	EAH	0,21	0,38	0,07
DMU18	DH	0,30	0,22	0,20	DMU38	ADSM	0,57	0,56	0,59
DMU19	EAH	0,23	0,44	0,35	DMU39	DH	0,83	1,00	0,46
DMU20	ADSM	0,58	0,57	0,55	DMU40	EAH	0,59	0,74	0,76
					DMU41	EAH	0,49	0,46	0,49

Büyük ölçekli hastanelerin küçüklerine nazaran daha etkin oldukları sonucuna ulaşan bir diğer çalışma da Kuzey İrlanda Hastanelerinin etkinlikleri üzerinde McCallion ve arkadaşları tarafından 1999 yılında yapılmıştır. (McCallion, vd. 1999)

4 BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada sağlık sektöründe geniş uygulama alanı bulan, farklı birimlere sahip birçok girdi ve birçok çıktı ile çalışılan sistemleri birbiri ile kıyaslayarak göreceli etkinliği ölçmeyi hedefleyen veri zarflama analizi yöntemi, İstanbul'daki ağız ve diş sağlığı hizmetlerinin etkinliğini ölçmek amacıyla kullanılmıştır.

Oluşturulan VZA modellerinde personel ve kaynak yatırımının etkinliği değerlendirmeye çalışıldığından girdi değişkeni olarak diş hekimi sayısı; çıktı değişkenleri olarak diş çekimi, kanal tedavisi, dolgu tedavisi, cerrahi müdahale, sabit protez ve hareketli protez sayısı alınmış gerekli veriler ile ilgili bilgiler Sağlık Bakanlığı Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü İstatistik, Analiz, Raporlama ve Stratejik Yönetim Dairesi Başkanlığı raporlarından derlenmiştir.

Ağız ve diş sağlığı hizmetini sunan bir sağlık tesisinin etkin olabilmesi için elindeki kaynakları doğru kullanıp diş kayıplarının tercih edilmediği bir ağız ve diş sağlığı hizmeti sunarak optimum çıktı değerlerini elde etmesi gereklidir. Bu sebeple öncelikle 2016 veri seti üzerinde ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile girdi yönelimli temel VZA modeli uygulanmış, bu yaklaşımın sonuçları irdelenerek karar verici tarafından öncelenen çıktıların da etkinlik skorlarına yansıtılması gerektiğine karar verilmiş, oluşturulan ağırlık kısıtları da temel VZA modeline eklenmiştir. Daha sonra ağırlık kısıtlı ve ağırlık kısıtlamasız modellerin çıktıları karşılaştırılmış, ağırlık kısıtlı model hesaplamalarının karar verici tercihlerini daha fazla yansıttığı görülmüştür. Ardından etkin olmayan karar birimlerinin etkin sınıra ulaşabilmesi için optimum girdi düzeylerinin ne olması gerektiği, karar birimlerinin etkinlik skoru ve hizmet sınıfları ilişkisi incelenmiş, hangi hizmet sınıfındaki karar birimlerinin daha etkin olduğu sorularına cevap aranmıştır.

Hizmet sınıflarına göre karar birimleri gruplandığında Ağız Diş Sağlığı Merkezi ve Ağız Diş Sağlığı Hastanelerinin ortalama etkinlik düzeyinin 0,62 (0,2472) -parantez içerisindeki değerler standart sapmaları göstermektedir- olduğu, Devlet Hastanelerinin ortalama etkinlik düzeyinin 0,49 (0,3133), Eğitim Araştırma Hastanelerinin ortalama etkinlik düzeyinin 0,37 (0,2868) olduğu, etkinlik düzeylerinin gruplar bazında önemli farklılıklar gösterdiği, hizmet gruplarının

etkinlik sıralamasının $Etkinlik_{ADSM/ADSH} > Etkinlik_{DH} > Etkinlik_{EAH}$ şeklinde olduğu görülmektedir. Hizmet gruplarının etkinlik düzeylerine ilişkin ulaşılan bu yargıyı daha geniş perspektifte doğrulayabilmek için geçmiş yılların verileri üzerinde de çalışılmış, 2014 ve 2015 yıllarında da 2016 yılında olduğu gibi en yüksek etkinlik düzeyinin ADSM ve ADSH' lere ait olduğu, en düşük etkinlik düzeyinin EAH'lerine ait olduğu gözlemlenmiştir.

Bu bağlamda ağız ve diş sağlığı hizmetlerinin toplam etkinliğini artıracak şekilde kaynak dağılımında iyileştirmelere gereksinim olduğu yorumu yapılabilir. Görece etkinsiz olduğu sonuçlarına ulaşılan Eğitim Araştırma Hastaneleri ve Devlet Hastanelerinde kaynakların etkinsiz dağılımı söz konusudur. Bu durumun sebepleri incelendiğinde bu karar birimlerinin ağız ve diş sağlığı konusunda uzmanlaşmamış olması, temel hizmet sınıfları dışında hizmet verilen ağız diş sağlığı polikliniklerinin iyi yönetilememesi, teknolojik donanımlarının görece yetersiz olması, ağız ve diş sağlığı hizmeti için daha donanımlı sağlık tesislerinin tercih edilmesi gibi sebeplerle ADSM ve ADSH'lere görece aktif olmadıkları söylenebilir.

Merkezden uzakta olan bölgelerde Devlet Hastanesi ve Eğitim Araştırma Hastanelerinde etkinlik skorlarının makul düzeyde olduğu fakat daha donanımlı ağız ve diş sağlığı tesislerinin alternatif olarak bulunduğu bölgelerde bu hizmet sınıfındaki karar birimlerinin etkin olmadıkları görülmektedir. Bu sebeple personel istihdamında rasyonel davranılarak bu bölgelerde Devlet Hastanesi ve Eğitim Araştırma Hastaneleri yerine ADSM ve ADSH'lerde diş hekimi istihdamının daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Etkinsiz olduğu ölçülen ADSM ve ADSH'lerin etkin olamama sebeplerinin kendi özellerinde irdelenmesi gerekmektedir. Etkin olmayan karar birimlerinin etkin sınıra ulaşabilmesi için mevcut çıktı seviyesi için hekim sayılarını azaltmaları gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Doğru istihdam politikalarının uygulanması etkinlik düzeylerini de artıracaktır.

Bu çalışmada ağız ve diş sağlığı merkezlerinin ve hastanelerinin ağız ve diş sağlığı hizmetlerinde beklendiği gibi görece daha etkin oldukları görülmüştür. Bu tezde açıklanan değerlendirmeler ve sunulan öneriler etkinlik ölçümü için sıklıkla kullanılan VZA metoduna dayalı yorumlardır. Bu çalışma ile vurgulanmak istenen

analitik bir temele dayandırılarak hizmet sınıflarının etkinlik farklarının ispatlanması, sağlık hizmeti gibi karmaşık yapıların da VZA ile herhangi bir üretim fonksiyonu tanımlanmasına gerek kalmadan etkinliğinin ölçülebileceğinin gösterilmesidir.

Veri Zarflama Analizi yöntemi ile bu çalışmada kullanılan veri seti üzerinde birçok çalışma yapılabilir. Ele alınan veri seti ölçeğe göre değişken getiri altında da incelenip lokal seviyede etkin olup global seviye etkin olmayan karar birimleri için farklı stratejiler geliştirilmesine yardımcı olması açısından ölçek etkinlikleri, etkinsizlik sebepleri incelenebilir. Karar birimlerinin üç yıllık periyottaki toplam faktör verimliliğinin zamansal değişimi, etkinlik düzeyinin artış veya azalış sebepleri incelenebilir.

Elde edilen karar birimlerinin etkinlikleri sadece bir skorlarma olarak değerlendirilmemelidir. Kamu kaynaklarını kullanan bu birimlerin kaynak atamalarını en etkin şekilde gerçekleştirmesi ve bu kaynaklardan optimum fayda elde etmesi, kamunun sağlık hizmetindeki yüksek talep seviyesine cevap verme sorumluluğu ve kamu kaynaklarının yerinde kullanımı açısından çok önemlidir.

KAYNAKÇA

- Adaş, Cenap. *Ağız ve Diş Sağlığı*. 2015. <http://www.cenapadas.com.tr/agizvedissagligi.html> (24.10.2017 tarihinde erişilmiştir).
- Akar, Çetin. *Türkiye'de Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetlerinin Strateji Değerlendirmesi*. Ankara: Türk Diş Hekimleri Birliği Yayınları, Araştırma Dizisi:9, 2014.
- Ankara Diş Protez. «Kanal Tedavisi.» www.ankaradisprotez.com. tarih yok. <https://www.ankaradisprotez.com/kanal-tedavisi/> (27.10.2017 tarihinde erişilmiştir).
- Ata, H.Ali, ve Emre Yakut. «Finansal Performansa Dayalı Etkinlik Ölçümü: İmalat Sektörü Uygulaması.» *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi) 18, no. 2 (2009): 80-100.
- Avkıran, Necmi K. «Association of DEA super-efficiency estimates with financial ratios: Investigating the case for Chinese Banks.» *Omega, The International Journal of Management Science* (Elsevier Ltd.), 2011: 323-334.
- Ayan, Güngör, Ali Keskin, Muhammed Küçüktaşçı, M. Koray Kayaoğlu, Ahmet Sinan Akın, ve Alper Makar. «Sağlık Tesisleri Denetim Rehberi (ADSM/ADSH).» Ankara: Denetim Hizmetleri Daire Başkanlığı, 2015.
- Bakırcı, Fehim. «Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü-VZA ile bir Analiz.» *Atatürk Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi* 20, no. 2 (2006): 199-217.
- Banker, R.D., A. Charnes, ve W.W. Cooper. «Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis.» *Management Science* 30, no. 9 (1984): 1078-1092.
- Başkaya, Zehra, ve Burcu Avcı. *Veri Zarflama Analizi*. Bursa: Dora Yayınları, 2011.
- Baysal, M.Emin, Mehmet Uygur, ve Bilal Toklu. «Veri Zarflama Analizi İle TDCC Limanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Çalışması.» *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* 19, no. 4 (2004): 437-442.
- Baysal, M.Emin, ve Bilal Toklu. «Veri Zarflama Analizi ile Bazı Orta Öğretim Kurumlarının Performanslarının Değerlendirilmesi.» *Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F.* 6, no. 2 (2001): 203-220.

- Beasley, Je. «Comparing University Departments.» *OMEGA Int. J.of Mgmt Sci.* 18, no. 2 (1990): 171-183.
- Bezmilalem. *Bezmilalem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Hastanesi, Kanal Tedavisi (Endodonti) Nedir?* . 2014. <http://bezmialemdis.com/endodonti> (1.11.2017 tarihinde erişilmiştir).
- Borluk, Sinan. *Kriz Sonrası Bankacılık Sektörü Etkinlik Analizi*. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No:702, 2008.
- Charnes, A., W.W. Cooper, ve E. Rhodes. «Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment EnvelopmentAnalysis to Program Follow Through.» *Management Science* 27, no. 6 (1981): 668-697.
- . *Measuring the Efficiency of Decision Making Units*. Cilt 2. North-Holland Publishing Company European Journal of Operational Research, 1978.
- Charnes, Abraham, William Cooper, Arie Y. Lewin, ve Lawrence M. Seiford. *Data Envelopment Analysis Theory, Methodology and Applications*. New York: Springer Science+Business Media, 1995.
- Coelli, Timothy J., D.S.Prasada Rao, Christopher J. O'Donnell, ve George E. Battese. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. New York,USA: Springer Science+Business Media, 2005.
- Cooper, William W., Lawrence M. Seiford, ve Joe Zhu. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. New York, USA: Springer Science +Business Media, 2011.
- Cooper, William W., Lawrence M. Seiford, ve Kaoru Tone. *Data Envelopment Anaysis A Comprehensive Text With Models, Applications, References and DEA-Sover Software*. USA: Springer, 2000.
- Çakmak, Mehtap, M.Kemal Öktem, ve Uğur Ömürgönülşen. «Türk Kamu Hastanelerinde Teknik Verimlilik Sorunu Veri Zarflama Analizi Tekniği ile Sağlık Bakanlığı'na Bağlı Kadın Doğum Hastanelerinin Teknik Verimliliklerinin Ölçülmesi.» *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi* 12, no. 1 (2009).
- Dentalartplus. «Genel Diş Hekimliği, Diş Çekimi.» <http://www.dentalartplus.com.tr>. tarih yok. <http://www.dentalartplus.com.tr/tr/genel-dis-hekimligi> (27.10.2017 tarihinde erişilmiştir).

- Depren, Özer. «Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama.» Yüksek Lisans Tezi, İstatistik Anabilim Dalı, Yıldız Teknik Üni., İstanbul, 2008.
- Deveci Karakoç, İpek. «Veri Zarflama Analizindeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı .» *D.E.Ü.İ.İ.B.F.Dergisi* 18, no. 2 (2003): 1-12.
- Dinçer, S.Erdal. *Stratejik Planlama ve Veri Zarflama Analizinde Etkinlik Ölçümü*. İstanbul: DER Yayınları:056, 2011.
- DMO. «www.dmo.gov.tr.» *Devlet Malzeme Ofisi, Genel Katoloğu*. <https://www.dmo.gov.tr/Esatis/UrunKategori/UrunDetay.aspx?UrunID=13702278&AKategoriID=15612&UrunKodu=355.1040002#tabs|productinfo:urunbilgileri> (27.10.2017 tarihinde erişilmiştir).
- Donthu, Naveen, Edmund K. Hershberger, ve Talai Osmonbekov. «Benchmarking Marketing Productivity Using Data Envelopment Analysis.» *Science Direct, Journal of Business Research*, 2005: 1474-1482.
- Dyson, R.G., R. Allen, A.S. Comanho, V.V. Podinovski, C.S. Sarrico, ve E.A. Shale. «Pitfalls and Protocols in DEA.» *European Journal of Operational*, 2001: 245-259,132.
- Dyson, R.G., ve E. Thanassoulis. «Reducing Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis.» *The Journal of the Operational Research Society* (Palgrave Macmillan Journals on behalf of the Operational Research Society) 39, no. 6 (1988): 563-576.
- Ekmekçi, Gülbin. «Protez Dişler.» *implant-izmir.com*. 2015. <http://implant-izmir.com/display/protez-disler> (27.10.2017 tarihinde erişilmiştir).
- Erdoğan, İlker. *Diş Dolguları ve Kanal Tedavisi*. 22 10 2017. <https://www.sabah.com.tr/yazarlar/ilker-erdogan/2017/10/22/dis-dolgulari-ve-kanal-tedavisi> (23.12.2017 tarihinde erişilmiştir).
- Eroğlu, Ergün, ve Fatma Lorcu. «Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) İle Sayısal Karar Verme.» *İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme Dergisi* 36, no. 2 (2007): 30-53.
- Farrell, M. «The Measurement of Productive Efficiency.» (Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)) 1957: 120:253-281.

- Farrell, M.J., ve M. Fieldhouse. «Estimating Efficient Production Functions under Increasing Returns to Scale Series A (General).» *Journal of the Royal Statistical Society*, 1962: 2: 252-267.
- Gerek, İ.Halil, Ercan Erdiş, ve Emre Yakut. «Finansal Performansa Dayalı Etkinlik Ölçümü Çimento Sektörü Uygulaması.» *e-Journal of New World Sciences Academy* (NWSA-Engineering Sciences), 2012: 311-321.
- Gökşen, Yılmaz, Onur Doğan, ve Bilge Özkarabacak. «A Data Envelopment Anaysis Application for Measuring Efficiency of University Departments.» *Science Direct, Procedia Economics and Finance*, 2015: 226-237.
- Grosskopf, Shaawna, Dimitri Margaritis, ve Vivian Valdmanis. «Comparing Teaching and Non-teaching Hospitals: A Frontier Approach (Teaching vs. Non-teaching Hospitals).» *Health Care Management Science*, 2001: 83-90.
- Gülcü, Aslan, Akın Coşkun, Cavit Yeşilyurt, Sibel Coşkun, ve Timur Esener. «Cumhuriyet Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi'nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi.» *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 5, no. 2 (2004): 87-104.
- Helmig, Bernd, ve Irvine Lapsley. «On the Efficiency of Public, Welfare and Private Hospitals in German Over Time: A Sectoral Data Envelopment Anaysis Study .» *Health Services Management Research*, 2001: 263-274.
- Karahan, Atilla, ve Ersan Özgür. *Hastanelerde Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi*. Ankara: Nobel, 2011.
- Karakaya, Aykut, Ahmet Kurtaran, ve Hüseyin Dağlı. «Bireysel Emeklilik Şirketlerinin Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü-Türkiye Örneği.» *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, no. 22 (2014).
- Korkut, Ersoy, Şahin Kavuncubaşı, A.Yaşar Özcan, ve James M. Harris. «Technical Efficiencies of Turkish Hospitals: DEA Approach.» *Journal of Medical Systems* 21, no. 2 (1997): 67-74.
- Kutlar, Aziz, ve Mahmut Kartal. «Cumhuriyet Üniversitesinin Verimlilik Analizi:Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama.» *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 8, no. 2 (2004): 49-79.
- Küçük, Aziz, vd. «İstatistik, Analiz, Raporlama ve Stratejik Yönetim ,Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri (TKHK, 2013 - 2015).» *T.C. Sağlık Bakanlığı Kamu*

- Hastaneleri Genel Müdürlüğü.* 13 11 2015.
http://khgm.saglik.gov.tr/DB/21/3986_agiz-ve-dis-sagligi- (7.12.2017 tarihinde erişilmiştir).
- Marmara Ü. *Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim dalı,* . 07 03 2013.
<https://dhf.marmara.edu.tr/bolumler/dishekimligi/agiz-dis-ve-cene-cerrahisi-anabilim-dali/> (24.11.2017 tarihinde erişilmiştir).
- McCallion, Gillian, Donal G. McKillop, J. Colin Glass, ve Christine Kerr. «Rationalizing Northern Ireland Hospital Services Towards Larger Providers: Best-Practice Efficiency Studies and Current Policy.» *Public Money & Management*, 1999: 27-32.
- Oruç, Kenan Oğuzhan. «Veri Zarflama Analizi İle Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitelerde Bir Uygulama.» *Doktora Tezi*. Isparta, 2008.
- Özden, Ünal H. «Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi.» *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi* 37, no. 2 (2008): 167-185.
- Özyiğit, Tamer. *Türkiye'de Elektrik Üretimi İçin Enerji Kaynak Alternatiflerinin Etkinliğinin Değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, 2007.
- Peker, İskender. «Veri Zarflama Analizi ile Türkiye Havalimanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Uygulaması.» *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 18, no. 2 (2009): 72-88.
- Ramanathan, R. *An Introduction to Data Envelopment Analysis, A Tool for Performans Measurement*. New Delhi, Thousand Oaks , London: Sage Publications India Pvt Ltd., 2003.
- Rosenman, Robert, Kris Siddharthan, ve Melissa Ahern. «Output Efficiency of Health Maintenance Organizations in Florida.» *Health Economics*, 1997: 295-302.
- Scheel, Holger. «EMS: Efficiency Measurement System .» *EMS: Efficiency Measurement System Version 1.3*. 15 08 2000.
- Senyücel, Orçun. *Türkiye'de Elektrik Dağıtımında Hizmet Kalitesi ve Etkinlik Ölçümü*. Ankara: Rekabet Kurumu, 2012.

- Sevklı, Mehmet, S.C Lenny Koh, Selim Zaim, Mehmet Demirbağ, ve Ekrem Tatoğlu. «An Application of Data Envelopment Analytic Hierarchy Process for Supplier Selection: A Case Study Of Beko In Turkey.» *International Journal of Production Research*, 2006: 1-34.
- Şahin, İsmet, ve Yasin Özcan. «Public Sector Hospital Efficiency for Provincial Markets in Turkey.» *Journal of Medical Systems* 24, no. 6 (2000): 307-320.
- T. C. Sağlık Bakanlığı, Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü. «Verimlilik ve Kalite Uygulamaları Dairesi Başkanlığı, Verimlilik Karne Uygulaması Gösterge Kartları Rev 05-2.» *Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü*. 01 10 2013. http://khgm.saglik.gov.tr/DB/19/747_DB_19_verimlilik-karnesi-gosterge-kartlari (24.10.2017 tarihinde erişilmiştir).
- T.B.M.M. «1219 sayılı Tababet Ve Şuabatı San'atlarının Tarzı İcrasına Dair Kanun.» Resmi Gazete, 11 4 1928.
- T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık İstatistikleri Yıllığı. *T. C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2015*. İstatistik Yıllığı, 9, Sağlık Bakanlığı, Ankara: Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı, 2015.
- Tarım, Armağan. *Veri Zarflama Analizi, Matematiksel Programlama Tabanlı Göreli Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı*. Ankara: Sayıştay Yayınları, 2001.
- Tekkanat, Uğur, Alpay Kömbe, Metin Kara, ve Mustafa Gören. «Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü; İstatistik, Analiz, Raporlama ve Stratejik Yönetim Dairesi Başkanlığı, Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri 2015, Ankara, 2016.» *T.C. Sağlık Bakanlığı Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü*. 26 04 2016. http://khgm.saglik.gov.tr/DB/21/4936_dogum-istatistikleri (7.12.2017 tarihinde erişilmiştir).
- Tekkanat, Uğur, vd. *Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri Rapor Bülteni*, 2016. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumu, 2017.
- Tetik, Semra. «İşletme Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi.» *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi* 10, no. 2 (2003).
- Thanassoulis, E., ve R. Allen. «Simulating Weights Restrictions in Data Envelopment Analysis by Means of Unobserved DMUs.» *Management Science* 44, no. 4 (1998): 586-594.

- Thompson, Russell G., F.D. Singleton, Robert M. Thrall, ve Barton A. Smith. «Comparative Site Evaluations for Locating a High-Energy Physics Lab in Texas.» *INFORMS* 16, no. 6 (1986): 35-49.
- Timor, Mehpare. «Hastane Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi.» *İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi* 30, no. 1 (2001): 69-79.
- Türk Diş Hekimleri Birliği. «2016 Yılı Ağız Diş Sağlığı Muayene Ve Tedavi Ücret Tarifesi, 1.Grup İllerde uygulanacak TDB Ağız Diş Sağlığı Muayene ve Tedavi Ücret Tarifesi.» *Türk Diş Hekimleri Birliği*,. 17 12 2015. http://tdb.org.tr/icerik_goster.php?Id=2313 (7.12.2017 tarihinde erişilmiştir).
- Ulucan, Aydın. «İSO500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı:Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları İle Değerlendirmeler.» *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi* 57, no. 2 (2002): 185-202.
- Wong, Y.H., ve J.E. Beasley. «Restricting Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis.» *The Journal of the Operational Research Society* 41, no. 9 (1990): 829-835.
- Yalama, Abdullah. *Entellektüel Sermayenin Entellektüel Katma Değer Katsayısı (VAIC) İle Ölçülmesi ve Veri Zarflama Analizi (DEA) Yöntemi Kullanılarak Karlılığa Etkisinin Sınanması:İMKB'ye Kote Bankalarda Uygulanması*. İstanbul: İktisadi Araştırmalar Vakfı, 2006.
- Yardımcı, Birol. «Diş Dolgu Çeşitleri.» <http://www.birolyardimci.com>. tarih yok. http://www.birolyardimci.com/B2_Dis_Dolgusu.html (24.10.2017 tarihinde erişilmiştir).
- Yeşilyurt, M. Ensar. «Türkiye'de Eğitim Hastanelerinin Etkinlik Analizi.» *Atatürk Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi* 21, no. 1 (2007).
- Yeşilyurt, M.Ensar, ve Filiz Yeşilyurt. «Poliklinik ve Ameliyat Hizmeti Veren Hastanelerin Sahipliklerine bağlı Olarak Oluşan Refah Kayıpları.» *Ekonomik Yaklaşım* 18, no. 62 (2007): 103-119.
- Yolalan, Reha. *İşletmelerarası Göreli Etkinlik Ölçümü*. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi:483, 1993.

Ek 1: Karar Verme Birimleri Listesi

KVB Nr:	KVB GRUP	KARAR BİRİMLERİ LİSTESİ
KVB1	DH	ARNAVUTKÖY DEVLET HASTANESİ
KVB2	ADSH	ATAŞEHİR AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI HASTANESİ
KVB3	ADSM	AVCILAR AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB4	ADSM	BAĞCILAR AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB5	EAH	BAĞCILAR EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KVB6	ADSM	BAHÇELİEVLER AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB7	EAH	BAKIRKÖY DR. SADİ KONUK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KVB8	EAH	BAKIRKÖY PROF.DR.MAZHAR OSMAN RUH SAĞLIĞI VE SİNİR HAST. EAH.
KVB9	DH	BAŞAKŞEHİR DEVLET HASTANESİ
KVB10	DH	BAYRAMPAŞA DEVLET HASTANESİ
KVB11	DH	BEŞİKTAŞ SAİT ÇİFTÇİ DEVLET HASTANESİ
KVB12	ADSM	BEYKOZ AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB13	ADSM	BEYLİKDÜZÜ AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB14	DH	ÇATALCA İLYAS ÇOKAY DEVLET HASTANESİ
KVB15	ADSM	ÇEKMEKÖY AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB16	ADSM	DERVİŞ ALİ-HESNA CEYLAN AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB17	EAH	DR.SİYAMİ ERSEK GÖĞÜS KALP VE DAMAR CERRAHİSİ EAH.
KVB18	DH	EYÜP DEVLET HASTANESİ
KVB19	EAH	GAZİOSMANPAŞA TAKSİM EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KVB20	ADSM	GÖZTEPE AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB21	ADSM	GÜNGÖREN AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB22	EAH	HASEKİ EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KVB23	EAH	İSTANBUL EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KVB24	DH	KAĞITHANE DEVLET HASTANESİ
KVB25	EAH	KANUNİ SULTAN SÜLEYMAN EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KVB26	ADSM	KARTAL AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB27	EAH	KARTAL DR.LÜTFİ KIRDAR EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KVB28	EAH	KARTAL KOŞUYOLU YÜKSEK İHTİSAS EAH.
KVB29	DH	KARTAL YAVUZ SELİM DEVLET HASTANESİ
KVB30	ADSM	KÜÇÜKÇEKMECE AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB31	DH	LÜTFİYE NURİ BURAT DEVLET HASTANESİ
KVB32	DH	MALTEPE DEVLET HASTANESİ
KVB33	EAH	MEHMET AKİF ERSOY GÖĞÜS KALP VE DAMAR CERRAHİSİ EAH.
KVB34	ADSH	OKMEYDANI AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI HASTANESİ
KVB35	DH	PENDİK DEVLET HASTANESİ
KVB36	EAH	PENDİK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KVB37	ADSM	SANCAKTEPE AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB38	ADSM	SARIYER AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB39	DH	SARIYER İSMAİL AKGÜN DEVLET HASTANESİ
KVB40	EAH	SULTAN ABDÜLHAMİD HAN EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KVB41	ADSM	SULTANGAZİ AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB42	EAH	SÜREYYAPAŞA GÖĞÜS HASTALIKLARI VE GÖĞÜS CERRAHİSİ EAH.
KVB43	DH	ŞİLE DEVLET HASTANESİ
KVB44	EAH	ŞİŞLİ HAMİDİYE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KVB45	ADSM	TOPÇULAR AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB46	DH	TUZLA DEVLET HASTANESİ
KVB47	EAH	ÜMRANİYE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KVB48	ADSM	ÜSKÜDAR AHMET YÜKSEL ÖZEMRE AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ
KVB49	DH	ÜSKÜDAR DEVLET HASTANESİ
KVB50	EAH	ZEYNEP KAMİL KADIN VE ÇOCUK HASTALIKLARI EAH.

Ek 2: 2016 Veri Seti- İstanbul Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri

	DH {I}	DC {O}	KT {O}	DT {O}	CM {O}	SP {O}	HP {O}
KVB1	1	636	711	2830	292	1335	200
KVB2	108	62654	32275	150054	13784	125773	5578
KVB3	30	31472	8779	44065	233	35988	4276
KVB4	46	41044	21149	74262	2609	77142	2864
KVB5	2	785	362	1749	8	710	63
KVB6	47	44887	17617	86574	10107	77578	5826
KVB7	7	3482	1306	6776	0,000006	14912	902
KVB8	9	5650	2364	7380	825	11295	927
KVB9	9	8483	2795	11563	216	6074	458
KVB10	3	8210	159	8542	18	0,000006	0,000006
KVB11	7	4036	145	2423	0,000006	1814	608
KVB12	29	23615	11152	58271	198	27856	1927
KVB13	63	64769	26683	98937	15	76987	5428
KVB14	4	4269	1370	3711	123	8169	545
KVB15	36	21049	14601	57913	314	25830	1300
KVB16	23	18496	8178	32016	40	17123	835
KVB17	1	641	13	117	0,000006	0,000006	0,000006
KVB18	3	2908	194	1032	4	365	37
KVB19	4	2739	910	2819	0,000006	2032	162
KVB20	50	28173	15478	67644	3422	42222	4037
KVB21	55	43347	21680	67192	31295	89660	4807
KVB22	1	1008	0,000006	148	0,000006	0,000006	0,000006
KVB23	2	1611	4	840	16	0,000006	0,000006
KVB24	2	550	0,000006	1016	1	0,000006	0,000006
KVB25	2	1543	236	5336	802	0,000006	0,000006
KVB26	63	47623	30696	104015	7536	59084	4552
KVB27	20	8228	916	9733	123	12205	903
KVB28	3	6941	47	142	895	0,000006	0,000006
KVB29	23	18677	3318	12715	1596	33616	2600
KVB30	12	1223	843	2148	0,000006	431	22
KVB31	1	2765	0,000006	686	0,000006	0,000006	0,000006
KVB32	2	720	0,000006	2586	11	0,000006	0,000006
KVB33	2	8778	0,000006	488	0,000006	0,000006	0,000006
KVB34	156	106943	80948	239542	45567	165714	12840
KVB35	9	6634	814	5518	599	5146	728
KVB36	3	1215	122	2608	0,000006	0,000006	0,000006
KVB37	57	46195	34043	111392	5811	48210	3582
KVB38	34	19468	7118	38549	7796	20604	2234
KVB39	1	298	0,000006	39	4	0,000006	0,000006
KVB40	12	340	165	403	218	70	28
KVB41	11	766	189	1471	0,000006	511	113
KVB42	2	196	0,000006	149	0,000006	0,000006	0,000006
KVB43	3	3023	1714	3164	1681	4394	387
KVB44	5	462	176	1233	67	209	66
KVB45	34	25834	7104	34681	34	32459	3882
KVB46	3	1916	1088	6560	204	0,000006	0,000006
KVB47	9	10163	803	9053	77	10982	1493
KVB48	19	12227	5349	31595	849	17839	1409
KVB49	5	3491	3705	308	5	559	0,000006
KVB50	2	1891	1182	3721	0,000006	0,000006	0,000006

Kaynak : (Tekkanat, Öztürk, vd. 2017)

Ek 3: Model I - Etkinlik Skorları, Girdi ve Çıktı Ağırlıkları

DMU	Score	DH {I}{W}	DC {O}{W}	KT {O}{W}	DT {O}{W}	CM {O}{W}	SP {O}{W}	HP {O}{W}
KVB1	1,00	1	0	0,00043071	0,00011893	0	0	0,00178591
KVB2	0,71	0,00925926	0,00000074	0	0,00000165	0,00000342	0,00000524	0
KVB3	0,89	0,03333333	0,00000857	0	0	0	0,00000579	0,00012213
KVB4	0,96	0,02173913	0,00000457	0,0000005	0,00000354	0	0,00000699	0
KVB5	0,33	0,5	0,00033265	0,00016796	0,00020771	0	0,00044335	0
KVB6	1,00	0,0212766	0,0000046	0	0,00000265	0,00000592	0,0000065	0
KVB7	1,00	0,14285714	0	0	0,00002133	0	0,00005737	0
KVB8	0,68	0,11111111	0,00000049	0	0	0,00006481	0,000055	0,00034792
KVB9	0,62	0,11111111	0,00003967	0,00002003	0,00002477	0	0,00005287	0
KVB10	1,00	0,33333333	0,00004853	0	0,00007043	0	0	0
KVB11	0,50	0,14285714	0,00006475	0	0	0	0	0,00121495
KVB12	0,79	0,03448276	0,00000862	0	0,00000714	0	0,00001365	0
KVB13	0,85	0,01587302	0,00000425	0,00001281	0,00000022	0	0,00000469	0
KVB14	1,00	0,25	0,00004944	0,00007441	0	0	0,00008092	0,00004757
KVB15	0,62	0,02777778	0,00001015	0,00005076	0,00000078	0	0	0
KVB16	0,63	0,04347826	0,00001569	0,00004732	0,00000083	0	0,00001731	0
KVB17	0,17	1	0,00133455	0,00428057	0,00075989	0	0	0
KVB18	0,30	0,33333333	0,00024173	0,00012205	0,00015094	0	0,00032217	0
KVB19	0,45	0,25	0,00012701	0,00038302	0,00000669	0	0,00014011	0
KVB20	0,59	0,02	0,00000681	0,00000075	0,00000527	0	0,00001042	0
KVB21	1,00	0,01818182	0	0	0,00000174	0,00000808	0,00000703	0
KVB22	0,24	1	0,00090749	0	0,00057599	0,00000003	0,00046369	0,00157345
KVB23	0,24	0,5	0,00045119	0	0,00028103	0,00231614	0	0
KVB24	0,18	0,5	0	0	0,00098425	0	0,00000165	0,0000008
KVB25	1,00	0,5	0,00006742	0	0,00009264	0,00050083	0	0
KVB26	0,76	0,01587302	0,00000474	0,00001672	0	0	0,00000442	0
KVB27	0,35	0,05	0,00002871	0	0,00002246	0	0,00004387	0,00001071
KVB28	0,94	0,33333333	0,00008102	0	0	0,00048895	0	0
KVB29	0,78	0,04347826	0,00001271	0	0	0,00001522	0,00001084	0,00014384
KVB30	0,11	0,08333333	0,0001785	0,00089242	0,00001368	0	0	0
KVB31	0,70	1	0,00031246	0	0,00019832	0	0,00005712	0,00152078
KVB32	0,45	0,5	0	0	0,0003866	0,00002343	0	0
KVB33	1,00	0,5	0,00011392	0,00002776	0	0,00008601	0,00000812	0,00008883
KVB34	0,80	0,00641026	0,00000182	0,00000879	0	0,00000205	0	0
KVB35	0,52	0,11111111	0,00004881	0	0	0	0,00003296	0,00069586
KVB36	0,31	0,33333333	0	0,00001009	0,00038296	0	0	0
KVB37	0,90	0,01754386	0,00000445	0,00002223	0,00000034	0	0	0
KVB38	0,57	0,02941176	0,00000092	0	0,0000093	0,00005002	0,00000251	0,00000919
KVB39	0,08	1	0,00291694	0	0,00181684	0,01497386	0	0,00000002
KVB40	0,03	0,08333333	0,00017058	0,00000001	0	0,00432111	0	0
KVB41	0,06	0,09090909	0,00034645	0	0	0	0	0,00650108
KVB42	0,03	0,5	0,00344151	0,00000005	0,00218432	0,00000152	0,00113247	0,00527792
KVB43	1,00	0,33333333	0,00006362	0,00023825	0	0,00023755	0	0
KVB44	0,09	0,2	0	0	0,00080728	0	0	0,00006997
KVB45	0,69	0,02941176	0,00000097	0	0	0	0,00000655	0,00013828
KVB46	0,77	0,33333333	0	0,0000004	0,00015178	0	0	0
KVB47	0,98	0,11111111	0,00002573	0	0	0	0,00001738	0,00036683
KVB48	0,69	0,05263158	0,0000015	0	0,00001243	0	0,00002376	0
KVB49	1,00	0,2	0,00004339	0,00022902	0	0	0	0
KVB50	0,92	0,5	0,00012367	0,00061833	0,00000948	0	0	0

Ek 4: Model II - Etkinlik Skorları, Girdi ve Çıktı Ağırlıkları

DMU	Score	DH {I}{W}	DC {O}{W}	KT {O}{W}	DT {O}{W}	CM {O}{W}	SP {O}{W}	HP {O}{W}
KVB1	1,00	1	0,00007095	0,00022137	0,00013055	0,00022098	0,00013623	0,00090818
KVB2	0,67	0,00925926	0,00000066	0,00000069	0,00000122	0,00000418	0,00000528	0,00000571
KVB3	0,77	0,03333333	0,00000381	0,00000397	0,00000305	0,00000427	0,00001392	0,00004881
KVB4	0,91	0,02173913	0,00000121	0,00000379	0,00000223	0,00000136	0,00000869	0,00001049
KVB5	0,28	0,5	0,00015883	0,00016518	0,00029224	0,00017789	0,00030495	0,00137227
KVB6	0,98	0,0212766	0,00000105	0,00000109	0,00000192	0,0000066	0,00000835	0,00000903
KVB7	1,00	0,14285714	0,00000551	0,00000573	0,00001014	0,00000617	0,00005778	0,00004764
KVB8	0,67	0,11111111	0,0000114	0,00001186	0,00000912	0,0000576	0,0000582	0,00014598
KVB9	0,49	0,11111111	0,00002235	0,00002325	0,00001788	0,00002503	0,00007323	0,00019312
KVB10	0,72	0,33333333	0,00004147	0,00004313	0,00007631	0,00004645	0,00007963	0,00035832
KVB11	0,27	0,14285714	0,0000575	0,0000598	0,000046	0,0000644	0,00011041	0,00073603
KVB12	0,68	0,03448276	0,00000304	0,00000317	0,0000056	0,00000341	0,00001849	0,0000263
KVB13	0,75	0,01587302	0,00000108	0,00000336	0,00000198	0,00000121	0,00000771	0,00000931
KVB14	1,00	0,25	0,00001679	0,00005238	0,00001343	0,0000188	0,00008879	0,00014506
KVB15	0,52	0,02777778	0,00000271	0,00000844	0,00000498	0,00000303	0,00001936	0,00002338
KVB16	0,51	0,04347826	0,0000043	0,00001341	0,00000791	0,00000481	0,00003075	0,00003712
KVB17	0,09	1	0,00133668	0,00139015	0,00106935	0,00149709	0,00256643	0,01154895
KVB18	0,20	0,33333333	0,0002016	0,00020966	0,00016128	0,00022579	0,00038707	0,00174182
KVB19	0,35	0,25	0,00005527	0,00017244	0,00004422	0,0000619	0,00024098	0,00047754
KVB20	0,55	0,02	0,00000216	0,00000224	0,00000397	0,00000241	0,00001309	0,00001863
KVB21	1,00	0,01818182	0,00000066	0,00000069	0,00000122	0,00000714	0,00000695	0,00000573
KVB22	0,14	1	0,00088778	0,0009233	0,00071023	0,00099432	0,00170455	0,00767045
KVB23	0,14	0,5	0,0003146	0,00032718	0,00057885	0,00035235	0,00060403	0,00271812
KVB24	0,11	0,5	0,00041313	0,00042965	0,00076015	0,0004627	0,0007932	0,00356942
KVB25	0,75	0,5	0,00004591	0,00004774	0,00008447	0,00058249	0,00008814	0,00039665
KVB26	0,65	0,01587302	0,00000124	0,00000387	0,00000228	0,00000139	0,00000889	0,00001073
KVB27	0,33	0,05	0,00000916	0,00000953	0,00001686	0,00001026	0,00005564	0,00007915
KVB28	0,47	0,33333333	0,00003999	0,00004159	0,000032	0,00079989	0,00007679	0,00034555
KVB29	0,74	0,04347826	0,00000408	0,00000424	0,00000326	0,0000206	0,00002081	0,0000522
KVB30	0,06	0,08333333	0,00011334	0,00035362	0,00020854	0,00012694	0,00021761	0,00097925
KVB31	0,40	1	0,00030177	0,00031384	0,00024141	0,00033798	0,0005794	0,00260728
KVB32	0,25	0,5	0,00018213	0,00018942	0,00033512	0,00020399	0,00034969	0,00157361
KVB33	0,56	0,5	0,00010907	0,00011343	0,00008726	0,00012216	0,00020941	0,00094237
KVB34	0,74	0,00641026	0,00000054	0,00000169	0,00000043	0,00000272	0,00000312	0,00000468
KVB35	0,40	0,11111111	0,00002459	0,00002557	0,00001967	0,00002754	0,00008977	0,0003147
KVB36	0,18	0,33333333	0,00016285	0,00016936	0,00029964	0,00018239	0,00031267	0,00140703
KVB37	0,67	0,01754386	0,00000205	0,0000064	0,00000378	0,0000023	0,00000394	0,00001773
KVB38	0,52	0,02941176	0,00000391	0,00000407	0,0000072	0,00004964	0,00000751	0,00003381
KVB39	0,04	1	0,00299688	0,00311676	0,00239751	0,00335651	0,00575401	0,02589307
KVB40	0,03	0,08333333	0,00016605	0,0002057	0,00030553	0,00332102	0,00031882	0,00143468
KVB41	0,05	0,09090909	0,00016402	0,00017058	0,0003018	0,00018371	0,00031492	0,00209949
KVB42	0,02	0,5	0,00212694	0,00221201	0,00391356	0,00238217	0,00408372	0,01837672
KVB43	1,00	0,33333333	0,00002354	0,00007344	0,00001883	0,00025473	0,00004519	0,0003013
KVB44	0,07	0,2	0,0002525	0,00026261	0,00046461	0,00028281	0,00048481	0,00218164
KVB45	0,59	0,02941176	0,00000436	0,00000454	0,00000349	0,00000489	0,00001593	0,00005584
KVB46	0,46	0,33333333	0,00005679	0,00017718	0,00010449	0,0000636	0,00010903	0,00049065
KVB47	0,76	0,11111111	0,0000129	0,00001341	0,00001032	0,00001444	0,00004709	0,00016508
KVB48	0,62	0,05263158	0,00000507	0,00000527	0,00000932	0,00000567	0,00003077	0,00004377
KVB49	0,34	0,2	0,00006107	0,00019052	0,00004885	0,00006839	0,00011725	0,00052761
KVB50	0,49	0,5	0,00008048	0,0002511	0,00014808	0,00009014	0,00015452	0,00069535

Ek 5: Çıktı Ağırlık Kısıtları Oluşturma

Diş Çekimi	
Diş Çekimi	90
Komplikasyonlu Diş Çekimi	160
	En Küçük: 90
	En Büyük: 160
Kanal Tedavisi	
Kanal Tedavisi - Tek Kanal (Dolgu Hariç)	160
Kanal Tedavisi - İki Kanal (Dolgu Hariç)	280
Kanal Tedavisi - Üç Kanal (Dolgu Hariç)	370
Kanal Tedavisi - İlave Her Kanal İçin	130
Periapikal Lezyonlu Dişte Kanal Tedavisi - Tek Kanal (Dolgu Hariç)	190
Periapikal Lezyonlu Dişte Kanal Tedavisi - İki Kanal (Dolgu Hariç)	300
Periapikal Lezyonlu Dişte Kanal Tedavisi - Üç Kanal (Dolgu Hariç)	390
Açık Apeksli Dişte Kanal Tedavisi (Her Kanal İçin - Dolgu Hariç)(Pansuman Ücretleri Hariç)	340
	En Küçük 130
	En Büyük 390
Dolgu Tedavisi	
Amalgam Dolgu (Bir Yüzlü)	100
Amalgam Dolgu (İki Yüzlü)	120
Amalgam Dolgu (Üç Yüzlü)	160
İnley Dolgu * (Bir Yüzlü)	210
İnley Dolgu * (İki Yüzlü)	220
İnley Dolgu * (Üç Yüzlü)	230
Komposit Dolgu (Bir Yüzlü)	120
Komposit Dolgu (İki Yüzlü)	130
Komposit Dolgu (Üç Yüzlü)	150
Komposit İnley Dolgu (tek yüzlü)	180
Kompozit inley dolgu (iki yüzlü)	210
Kompozit inley dolgu (üç yüzlü)	230
Kompomer Dolgu	140
	En Küçük 100
	En Büyük 230
Hareketli Protez Parça Sayısı	
Tam Protez (Akrilik-Tek Çene)	1080
Bölümlü Protez (Akrilik-Tek Çene)	1100
Tam Protez (Metal-Tek Çene)	1260
Bölümlü Protez (Metal-Tek Çene)	1230
Hassas Tutuculu Protezler	1500
(Hassas Tutucu Ücreti Hariç - Tek Çene)	
İmplant Destekli Hareketli Protezler	1600
(Hassas Tutucu Ücreti Hariç - Tek Çene)	
Diş Üstü Protezi (Overdenture-Tek Çene) (**)	1100
Damak Yarığı Protezi (Velum Uzantılı Aparey) (**)	1310
	En Küçük 1080
	En Büyük 1600

Cerrahi Müdahale	
Gömülü Diş Operasyonu	300
Gömülü Diş Operasyonu (Kemik Retansiyonlu)	340
Tek Kökte Kök Ucu Rezeksiyonu (Kanal Tedavisi Ve Dolgu Hariç)	330
İki kökte kök ucu rezeksiyonu (Kanal Tedavisi Ve Dolgu Hariç)	450
Üç kökte kök ucu rezeksiyonu (Kanal Tedavisi Ve Dolgu Hariç)	520
Alveol Plastiği (Yarım Çene)	400
Alveol Düzeltilmesi (Yarım Çene)	250
Kist Operasyonu	370
Epulis Operasyonu	230
Osteomyelitis veya Osteitis Operasyonu (Tek Çene Basit)	490
Frenektomi Operasyonu	220
Vestibüloplasti Plastiği (Yarım Çene)	700
Sert Doku Greftleme (Graft Ücreti Hariç)	390
Yumuşak Doku Greftleme (Graft Ücreti Hariç)	350
Sinüs Lifting (Biomateryal Ücreti Hariç)	420
Biyopsi	190
Fibrom Operasyonu	240
Apse Drenajı	140
Çene Kırığı (Basit)	620
Çene Kırığı (Komplike-Materyal Ücreti Hariç)	2230
Tek Köklü Dişte Reimplantasyon	400
Çok Köklü Dişte Reimplantasyon	420
Tek Köklü Dişte Ototransplantasyon	420
Çok Köklü Ototransplantasyon	430
Torus Operasyonu (Yarım Çene)	290
Odontogenik Tümör Operasyonu (Küçük)	630
Odontogenik Tümör Operasyonu (Büyük)	710
Nöroktomi (Nevralji Tedavisi Cerrahi)	320
Tükürük Bezi Kanalından Taş Çıkarma	230
Ortodontik Tedavi Amaçlı Gömük Dişlerin Üzerinin Açılması	290
Açık Eklem Cerrahisi (Tek Taraflı)	2300
Genioplasti	2200
Segmental Osteotomi	2400
Osteotomi (Tek Çene)	2500
	En Küçük 140
	En Büyük 2500
Sabit Protez Üye Sayısı	
Roch köprü	240
Tek Parça Döküm Kuron	240
Veneer Kuron (Akrilik)	300
Veneer Kuron * (Seramik)	330
İmplant Üstü Veneer Kuron (Seramik)(Abutment Ücreti Hariç)	760
Laminate Veneer Kuron (Akrilik)	360
Laminate Veneer Kuron (Seramik)	730
Tam Seramik Kuron (Metal Desteksiz)	700
Maryland Köprü (Adeziv Köprü)	250
Supperiostal İmplant (İmplant Ücreti Hariç)	1310
Kemik İçi İmplant (Tek Silindirik İmplant Ücreti Hariç)	870
Kemik İçi İmplant (Blade Tek İmplant Ücreti Hariç)	910
	En Küçük 240
	En Büyük 1310

Kaynak : (Türk Diş Hekimleri Birliği 2015)

Ek 6: 2014 Yılı Veri Seti
DMU GRUP

Ek 7: 2015 Yılı Veri Seti
DMU GRUP

Ek 8: 2016' Yılı Veri Seti
DMU GRUP

ÖZGEÇMİŞ

8 Aralık 1985, İstanbul doğumluyum. İlkokulu İstanbul'da, ortaokul ve liseyi Bursa/İznik Anadolu Lisesinde tamamladım. 2007 yılında Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünden mezun oldum. 2013 yılında Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumu, Bakırköy Kamu Hastaneleri Birliği Genel Sekreterliğinde çalışmaya başladım. 2014 yılında, Beykent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitime başladım. Halen Bolu/İzzet Baysal Devlet Hastanesinde Endüstri Mühendisi olarak görev yapmaktayım.

Aday: Dilek ESENLİK TELATAR