



**OECD ÜLKELERİNİN COVID-19 PANDEMİ  
YÖNETİM ETKİNLİKLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Adem Yavuz ERDEM**

**Yüksek Lisans Tezi  
İşletme Ana Bilim Dalı  
Doç. Dr. Hakan PABUÇCU  
2021  
(Her Hakkı Saklıdır)**



T.C.  
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANA BİLİM DALI

**OECD ÜLKELERİNİN COVID-19 PANDEMİ YÖNETİM ETKİNLİKLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Evaluation of Covid-19 Pandemia Management Activities of OECD Countries)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Adem Yavuz ERDEM

Danışman: Doç. Dr. Hakan PABUÇCU

Bayburt  
Temmuz, 2021

## KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Doç. Dr. Hakan PABUÇCU danışmanlığında, ..... numaralı Adem Yavuz ERDEM tarafından hazırlanan “**OECD ÜLKELERİNİN COVID-19 PANDEMİ YÖNETİM ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**” konulu bu çalışma ..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İşletme Anabilim Dalı, ..... Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Başkan :** ..... **İmza:** .....

**Jüri Üyesi :** ..... **İmza:** .....

**Jüri Üyesi :** ..... **İmza:** .....

Bu tezin Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

...../...../.....

.....

Enstitü Müdürü

## ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “OECD Ülkelerinin Covid-19 Pandemi Yönetim Etkinliklerinin Değerlendirilmesi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

20 / 08 / 2021

Adem Yavuz ERDEM

## TEŞEKKÜR

OECD Ülkelerinin Covid-19 Pandemi Yönetim Etkinliklerinin Değerlendirilmesi başlıklı bu çalışmamda, VZA ve modelleri hakkında genel bilgi verilmiştir.

Bu çalışmamın her aşamasında desteğini ve yardımını esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Hakan PABUÇCU' ya en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Adem Yavuz ERDEM



**ÖZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OECD ÜLKELERİNİN COVID-19 PANDEMİ YÖNETİM ETKİNLİKLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Adem Yavuz ERDEM**

**Ağustos 2021, 114 sayfa**

Performans analizi, sektörlerin, kaynaklarını belirledikleri hedefler doğrultusunda verimli ve etkin bir şekilde kullandıklarının göstergesi olan bir kavramdır. Sektör performanslarını karşılaştırmak için kullanılan yöntemlerden biride etkinlik analizidir. Etkinlik analizlerinde, parametrik olan ve parametrik olmayan gibi yöntemler uygulanmaktadır. Bu çalışmada sistemlerin etkinliklerinin ölçülmesinde kullanılan, birden çok ve birbirinden ayrık girdi ve çıktı değişkenlerini aynı potada değerlendirme kabiliyetine sahip olan ve parametrik olmayan, görelî etkinlik değerlendirme modeli veri zarflama analizi kullanılmıştır. Çalışmanın amacı; OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin veri zarflama analizi (VZA) ile performans değerlendirmesini gerçekleştirmektir. Lindo paket programı kullanılarak etkinlik analizleri sonucunda karar verme birimlerine (KVB) ait görelî etkinlik değerleri tespit edilmiş, görelî etkin çıkmayan KVB' ler için referans kümeleri belirlenmiştir. Analizde girdi olarak; 1000 kişiye düşen doktor sayısı, hemşire sayısı, hasta yatağı sayısı ve sağlık harcamalarının GSYİH içindeki yüzdelik payı kullanılmıştır. Çıktı olarak ise; milyon kişi başına test sayısı, vaka sayısı, ölüm sayısı ve her 100 kişiye uygulanan Covid-19 aşı doz sayısı kullanılmıştır. Analizde girdi yönelimli CCR modeli, bağlama bağlı VZA ile kullanılarak uygulanmış ve her seferinde etkin olmayan KVB' lere tekrar model çalıştırılmıştır. 1. seviye analiz sonucunda 37 KVB' nin 14' ü etkin çıkmıştır. 2. seviyede etkin olmayan 23 KVB' nin 14' ü etkin çıkmıştır. 3. seviyede kalan 9 KVB' nin 5' i etkin çıkmıştır. Son seviyede ise kalan Avustralya, Güney Kore, Japonya ve Yeni Zelanda ülkeleri görelî en etkin olmayan KVB' ler olarak görülmüştür. Her seviye sonunda etkin olmayan KVB' lere referans olan etkin KVB' ler ışığında girdi değişkenlerine hedef değerler belirlenmiş ve hesaplanan değişim yüzdelerini baz alarak karar vericiler ve politika belirleyiciler için yol gösterici tavsiyelerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Veri Zarflama Analizi, Verimlilik, Etkinlik, OECD, Covid-19

## **ABSTRACT**

### **MASTER'S THESIS**

#### **EVALUATION OF COVID-19 PANDEMIA MANAGEMENT ACTIVITIES OF OECD COUNTRIES**

**Adem Yavuz ERDEM**

**August 2021, 114 pages**

Performance analysis is a concept that indicates that sectors use their resources efficiently and effectively in line with the targets they have determined. One of the methods used to compare sector performances is efficiency analysis. In efficiency analysis, methods such as parametric and non-parametric are applied. In this study, data envelopment analysis, a non-parametric, relative efficiency evaluation model, which is used to measure the efficiency of systems, has the ability to evaluate multiple and discrete input and output variables in the same pot. The aim of the study; To perform the performance evaluation of the Covid-19 pandemic management activities of OECD countries with data envelopment analysis (DEA). Relative efficiency values of decision-making units (DMU) were determined as a result of efficiency analyzes using the Lingo package program, and reference sets were determined for DMUs that were not found to be relatively efficient. As input in the analysis; The number of doctors per 1000 people, the number of nurses, the number of patient beds and the percentage share of health expenditures in GDP are used. As the output; The number of tests per million people, the number of cases, the number of deaths and the number of Covid-19 vaccine doses administered per 100 people were used. In the analysis, the input-oriented CCR model was applied using the context-dependent DEA and the model was run again to the ineffective DMUs each time. As a result of the 1st level analysis, 14 of 37 DMUs were found to be active. Of the 23 DMUs that were inactive at level 2, 14 were found to be active. 5 of the 9 DMUs remaining at the 3rd level were active. At the last level, the remaining countries such as Australia, South Korea, Japan and New Zealand were seen as the most inactive DMUs. At the end of each level, target values were determined for the input variables in the light of the active DMUs, which were references to the ineffective DMUs, and guiding recommendations were made for decision makers and policy makers based on the calculated percentages of change.

**Keywords:** Data Envelopment Analysis, Efficiency, Efficiency, OECD, Covid-19

## İÇİNDEKİLER

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI .....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZ.....	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER .....	v
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ.....	x
GİRİŞ.....	1
BİRİNCİ BÖLÜM .....	11
Temel Kavramlar: Performans, Verimlilik ve Etkinlik .....	11
Performans ve İşletme Performansı.....	11
Performans Ölçümünde Kullanılan Yöntemler .....	11
Oran Analizleri. ....	12
Parametrik Yöntemler.....	13
Parametrik Olmayan Yöntemler (POY). ....	16
Etkinlik Sınırı.....	17
Etkinlik.....	18
Teknik Etkinlik. ....	19
Tahsis Etkinliği (Fiyat Etkinliği). ....	20
Yapısal Etkinlik. ....	21
Kaynak Dağılım Etkinliği.....	21
Ölçek Etkinliği.....	22
Toplam Etkinlik.....	23
Ekonomik Etkinlik.....	23
Etkililik .....	24
Farrell' in Teknik, Fiyat ve Toplam Etkinlik Yaklaşımı .....	24

Verim ve Verimlilik.....	27
İKİNCİ BÖLÜM.....	31
Veri Zarflama Analizi (VZA) .....	31
Veri Zarflama Analizinin Tarihsel Gelişimi.....	31
Etkinlik Değerleri .....	33
Referans Kümesi.....	33
Verilerin Elde Edilebilirliği ve Güvenilirliği.....	34
Etkin Olmayan Birimler İçin İyileştirme .....	34
Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları.....	34
Karar Birimlerinin Tanımlanması ve Seçilmesi. ....	34
Girdi ve Çıktı Faktörlerinin Belirlenmesi.....	36
VZA Modellerinin Seçimi, Uygulanması ve Sonuçların Analizi.....	38
Veri Zarflama Analizi Modelleri .....	38
Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) Modelleri. ....	42
Banker, Charnes ve Cooper (BCC) Modelleri.....	47
Toplamsal Model.....	49
Girdiye Yönelik CCR Modeli.....	51
Bağlama Bağlı Veri Zarflama Analizi Tekniği.....	52
VZA ile Tahsis Etkinliği.....	55
Veri Zarflama Analizindeki Değer Yargıları.....	55
Dışsal Değişkenler .....	56
Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri.....	57
Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri ve Kullanımındaki Güçlükler .....	58
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....	59
OECD Ülkelerinin COVID-19 Pandemi Yönetim Etkinliklerinin VZA ile Performans Değerlendirmesi.....	59
Araştırmanın Amacı.....	59
Metodoloji.....	60

Literatür Taraması.....	61
Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi .....	64
Girdilere ve Çıktılara Ait Değişkenlerin Belirlenmesi .....	65
VZA modelinin seçimi.....	69
Hedef Değerlerin Bulunması .....	70
Mevcut ve Hedef Miktarların Değişim Yüzdesinin Bulunması .....	70
Modelin Uygulanması ve Sonuçların Değerlendirilmesi.....	70
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>95</b>
Sonuç ve Öneriler .....	95
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>102</b>
<b>ÖZ GEÇMİŞ .....</b>	<b>112</b>

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. VZA Modelleri .....	38
Tablo 2. CCR Kesirli Modelleri.....	46
Tablo 3. CCR Doğrusal Modelleri .....	46
Tablo 4. BBC Kesirli Modelleri.....	48
Tablo 5. BCC Doğrusal Modelleri .....	49
Tablo 6. VZA' da Kullanılan KVB' lere Ait Girdi ve Çıktı Değişkenleri .....	67
Tablo 7. Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler .....	67
Tablo 8. Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Pearson Korelasyon Tablosu ..	68
Tablo 9. Bağlama Bağlı VZA 1. Seviyesinde Etkinlik Puanları ve Girdi Hedefleri .....	71
Tablo 10. OECD' ye Üye Ülkelerin Girdi Odaklı CCR Modeli 1. Seviye VZA Sonuçları.....	74
Tablo 11. Bağlama Bağlı VZA Seviye 1'de Etkin Olamayan KVB' ler İçin Değişim Yüzdeleri ve Girdi Hedef Değerleri .....	79
Tablo 12. OECD' ye Üye Yirmi Üç Ülkenin Girdi Odaklı CCR Modeli 2. Seviye VZA Sonuçları.....	81
Tablo 13. Bağlama Bağlı VZA 2. Seviyesinde Etkinlik Puanları ve Girdi Hedefleri ...	85
Tablo 14. VZA Seviye 2'de Görelî Etkin Olamayan KVB' ler İçin Değişim Yüzdeleri ve Hedef Girdi Değerleri .....	86
Tablo 15. OECD' ye Üye Dokuz Ülkenin Girdi Odaklı CCR Modeli 3. Seviye VZA Sonuçları.....	87
Tablo 16. Bağlama Bağlı VZA 3. Seviyesinde Etkinlik Puanları ve Girdi Hedefleri ...	90
Tablo 17. VZA Seviye 3'de Görelî Etkin Olmayan KVB' ler İçin Değişim Yüzdeleri ve Hedef Girdi Değerleri .....	92
Tablo 18. OECD' ye Üye Dört Ülkenin Girdi Odaklı CCR Modeli 4. Seviye Sonuçları .....	92
Tablo 19. Bağlama Bağlı VZA 4. Seviyesinde Etkinlik Puanları ve Girdi Hedefleri ...	93
Tablo 20. KVB' ler İçin Etkinlik Seviyeleri .....	94

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Etkinlik Sınırı ve Regresyon Doğrusu .....	15
Şekil 2. Girdiye Yönelik Etkinlik Sınırı .....	17
Şekil 3. Çıktıya Yönelik Etkinlik Sınırı .....	18
Şekil 4. Farrell'in Etkinlik Gösterimi .....	26
Şekil 5. Verim ve Verimlilik İlişkisi .....	30
Şekil 6. VZA Modelleri ve Uygulamaları .....	39
Şekil 7. Etkinlik Sınırları ve Ölçek Etkinliği .....	41
Şekil 8. Bağlama Bağlı VZA Modelinde Çekiciliğin ve İlerlemenin Ölçümü .....	54
Şekil 9. Bağlama Bağlı VZA Seviye 1'de Etkinlik Puanları .....	73
Şekil 10. Bağlama Bağlı VZA Seviye 2'de Etkinlik Puanları .....	86
Şekil 11. Bağlama Bağlı VZA Seviye 3'de Etkinlik Puanları .....	91
Şekil 12. Bağlama Bağlı VZA Seviye 4'de Etkinlik Puanları .....	93

## KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ

<b>VZA</b>	: Veri Zarflama Analizi
<b>POY</b>	: Parametrik Olmayan Yöntemler
<b>KVB</b>	: Karar Verme Birimi
<b>CCR</b>	: Charnes, Cooper ve Rhodes
<b>BCC</b>	: Banker, Charnes ve Cooper
<b>OECD</b>	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
<b>CRS</b>	: Ölçeğe Göre Sabit Getiri
<b>DRS</b>	: Ölçeğe Göre Azalan Getiri
<b>IRS</b>	: Ölçeğe Göre Artan Getiri
<b>VRS</b>	: Ölçeğe Göre Değişen Getiri
<b>DSÖ</b>	: Dünya Sağlık Örgütü
<b>COVID-19</b>	: Koronavirüs Hastalığı 2019

## GİRİŞ

İnsanlık tarihinde birçok salgın bölgesel ve küresel çapta yaşanmıştır. Bu salgınlar neticesinde milyonlarca insan ya vefat etmiştir ya da hastalık etkisiyle kalıcı hasarlar yüzünden zorlu yaşam koşullarıyla hayatını sürdürmüştür. Vefat sayılarının günümüzden ziyade geçmişte daha çok olmasının nedenleri arasında; tıp ilminin günümüzdeki kadar gelişmemiş olması, hastalığın teşhis ve tedavi süresinin uzun zaman alması, ilaç ve aşı bulunmasının zorluğu gibi sebepler sayılabilir. Ancak insan hareketliliğinin ve kent merkez nüfuslarının günümüzdeki kadar yoğun olmaması daha önceki salgınların küresel değil bölgesel kalmasını sağlamıştır. Son çeyrek asırda çeşitli bölgelerde ortaya çıkan Zika, Ebola ve Koronavirüs gibi çeşitli salgın hastalıklara tüm dünya tanık olmuştur. İlk olarak Aralık 2019' da Çin' in Wuhan kentinde görüldüğü saptanan ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından Koronavirüs Hastalığı 2019 (Covid-19) olarak isimlendirilen hastalık 12 Şubat 2020' de pandemi olarak ilan edildi. Daha önceki bilinen Sars ve Mers koronavirüsleriyle karşılaştırıldığında Covid-19 pandemisinin dünya çapında çok daha büyük nüfusa bulaştığı ve daha fazla yaşamı etkilediği görülmüştür (Shirouyehzad & Jouzdani, 2020). Salgın hastalıklar, insanlarda ölüm vakalarının oluşmasının dışında ekonomik, yönetsel, sosyal ve politik açıdan önemli değişimler yaşanmasına sebep olmuştur (Turan & Çelikyay, 2020). Bir bölgede veya ülkede herhangi bir salgın durumunda vefat ve enfekte sayıları ve bu sayıların ilerleme hızları o bölgenin veya o ülkenin bu gibi durumlara hazır olup olmadıklarını ve sağlık altyapılarının sağlam ya da zayıflığı hakkında bilgi verir. Bunlar gibi kayıtlı veriler ülkelere ait göreceli etkinlik analizlerinin yapılmasına kolaylık sağlamaktadırlar. Pandeminin etkisini azaltma noktasında ülkelerin etkin mücadelelerinin başka göstergeleri de vardır. Bunlar günlük vaka, ölüm, iyileşen, test ve aşı sayıları gibi sayısal göstergelerdir. Bu göstergeler ışığında ülkelerin pandemi ile ilgili performansları hakkında öngörü sağlansa da ülkelerin etkinlik durumları hakkında yanılgı olabilir (Selamzade & Özdemir, 2020).

Ülkelere ait tutulan ve paylaşılan veri setleri kullanılarak etkinlik analizleri sonucunda ülkelerin performansları hakkında yorumlar ve tavsiyeler yapmak daha tutarlı olacaktır. Bunun yanında Covid-19 pandemisinde en önemli göstergelerden biride ülkelerin nüfuslarındaki aşılama sayıları olmuştur. İlk başlarda temizlik, maske ve mesafe teşviklerinin yerini aşı olma yönündeki ısrarlı tavsiyeler almıştır.

OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü), birçok alanda kalkınma hedefi olan ülkelerin bir araya gelmesi ile oluşan bir örgüttür. Üye ülkelerin sağlık ile ilgili gelişmeleri, değişimleri ve strateji politikalarını paylaşabildikleri, mevcut ortak problemlere çözüm aradıkları, uygulama yöntemlerini mevzuat ile belirledikleri ulusal ve uluslar arası politikalarda koordinasyonun sağlanabileceği ve karşılaştırmaların yapılabileceği ortam oluşturulmuştur (Alptekin & Yeşilaydın, 2015). OECD, yaşamsal olarak özelde üye genelde ise tüm ülke toplumlarının refahını ve kalkınmasını hedef alan bir uluslar arası kuruluştur.

OECD kapsamında üye olan ülkeler: Almanya, ABD, Avustralya, Belçika, Avusturya, Çekya, Danimarka, Finlandiya, Estonya, Güney Kore, Fransa, Hollanda, İrlanda, İngiltere, İspanya, İsrail, İsviçre, İsveç, İzlanda, Japonya, İtalya, Kanada, Letonya, Litvanya, Kolombiya, Lüksemburg, Meksika, Norveç, Macaristan, Polonya, Slovakya, Portekiz, Slovenya, Türkiye, Yeni Zelanda, Yunanistan ve Şili' dir. Bununla birlikte Avrupa Toplulukları Komisyonu da OECD' ye destek vermektedir.

1978 yılında Kazakistan'ın Alma-Ata kentinde yapılan Uluslararası Temel Sağlık Hizmetleri Konferansı sonucunda yayınlanan bildiri de birinci basamak sağlık hizmetlerinin önemi vurgulanmıştır. Alma-Ata Bildirgesi' nin imzalanmasından bu yana, ülkelerin kalkınmasının artırılması ve sürdürülebilir ekonomik ve sosyal refahın sağlanması için sağlık uygulamalarının iyileştirilmesi ve sağlık sektörüne yatırım desteklerinin çoğaltılması gerektiği defalarca vurgulanmıştır. Çünkü ekonomik, sosyal ve bölgesel etkilere bağlı olan sağlık işleyişleri optimum verimliliğe kavuşturulduğunda devam ettirilebilir gelişmişliğin hem bir parçası hem de en önemli bir unsuru haline gelmektedir. Diğer bir deyişle, sağlık sistemlerinin etkinlik düzeyleri arttıkça ülkelerin refah ve gelişmişlik düzeyleri de artmaktadır.

Sağlık sektörü birçok faktör ve sektörle yakından ilişkilidir. Bu faktörlerin ilk başta gelenleri hayat şartları, iş durumları, okumışluk seviyeleri olarak sayılabilir. Bu durumlar arası uçurumların en aza indirgenmesi, sağlık hizmetlerindeki eşitsizliklerin azaltılmasına yardımcı olur. Bu nedenle politika yapıcılar sağlık sistemine sektörler arası ilişkiler perspektifinden yaklaşmalıdır. Başarılı bir sağlık ekonomisi ve sağlık işleyiş düzeni olmadan diğer geliştirilen politikaların istenilen düzeyde uygulanması mümkün değildir. Sağlık finansman sistemi ve sağlığa yapılan yatırımlar, hem mevcut kaynakların yeterli olup olmadığını hem de ihtiyaç halinde sağlık hizmetlerinin sunulup sunulmadığını kontrol etmektedir. Ayrıca, sağlık finansman sistemi, ödeme mekanizmalarına şeffaflık sağlamak ve sağlık sistemine olan güvenin artmasını sağlamaktadır. Sağlık sisteminin kaynakları etkin bir şekilde kullanılmazsa, adil ve kaliteli sağlık hizmeti sunmak zorlaşmaktadır. Herhangi bir sağlık kaynağının yetersiz kullanımı, sağlık sisteminin kendisi için belirlediği hedeflere ulaşma olasılığını azaltır.

Mesela, sağlının finansman kaynakları etkin kullanılmazsa cepten sağlık harcamaları ve acil durumlar gibi sağlık harcamaları artar. Cepten sağlık harcamaları; maliyet paylaşımı, ek ödemeler, öz bakım ve diğer giderler için doğrudan aile harcamalarından oluşur. Sağlık hizmeti talep edenler tarafından doğrudan karşılanan harcamalardır. (Atasever, 2014). Acil sağlık harcamaları ise cepten yapılan sağlık harcamalarının hane halkı gelir veya giderlerinin belirli bir miktarını aşması durumunda ortaya çıkmaktadır. (Şahin & Çınaroğlu, 2016).

Sağlık alanında ülkelerin mali kaynaklarının verimli ve etkin bir şekilde kullanılması ve değerlendirilmesi, sağlık hizmetlerinin düzeyinin planlanması ve yönetilmesi, sağlık göstergelerinin açık ve gerçekçi bir şekilde sunulması önemlidir. Öne sürülen sağlık göstergelerine bağlı olarak ülkelerin sağlık hizmetleri ve değişim ölçümleri yapılabilmekte, böylece ülkeler arası hem karşılaştırmalar hem de sıralamalar daha net bir şekilde yapılabilmektedir. (Lorcu, 2008).

Dünyadaki çoğu ülke sağlık sistemlerini aşığıdaki temel hedeflere göre ayarlar:

- Sağlık hizmetlerinden yararlanma ve erişimde açık bir eşitliğin sağlanması,
- Sağlık sisteminin mali yükünün dağılımında adalet ve eşitlik kavramlarının gözetilmesi ve mutlak mali korumanın sağlanması,
- Sağlık hizmetlerinin kalitesini olabildiğince yüksek tutarak toplumun sağlık durumunu iyileştirmek.

Her ülkenin nüfusu, sağlığı ve sosyo-kültürel yapısı birbirinden farklıdır. Bunun doğal bir sonucu olarak ülkeler sağlık sistemi uygulamalarında birbirinden farklı yol haritaları belirlemektedir. Hangi yol haritası seçilirse seçilsin genel sağlık hizmetleri hedefine ulaşmak için ilerlemesi gereken üç boyut vardır. Bu boyutlar literatürde "Evrensel Sağlık Kapsayıcılığının Üç Boyutu" olarak ifade edilmektedir. (Verguet, 2016). Evrensel sağlık sigortasının üç boyutu şu şekilde sıralanmaktadır:

- Acil ve öncelikli sağlık hizmetlerinin yaygınlaştırılması,
- Çoğu kişiye sosyal güvenlik sağlamak,
- Hanehalkı cepten sağlık harcamalarının en aza indirilmesi.

Evrensel sağlık güvencesinden bahsedebilmek için adalet ve eşitlik ilkeleri gözetilerek öncelikli hizmetlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu aşamanın tamamlanması, özellikle kırsal ve kentsel bölgeler arasında sağlık hizmetlerinin sağlanması ve sağlığa erişimde önemli farklılıkların olduğu ülkelerde çok daha zordur. Çünkü kırsal kesimde zor yaşam şartları,

yetersiz çalışma koşulları gibi nedenlerle sağlık personelinin kalıcı istihdamını sağlamak çok zordur ve ek maliyet gerektirir.

Tüm ülkeler için çok önemli olan sağlık sistemi performansı, benzer gelir ve eğitim göstergelerine sahip ülkelerde bile farklılık göstermektedir. (Preston, 1986). Sağlık sisteminin yönetimi, uygulanma şekli, içeriği ve kaynak kullanımı bu farklılıklara yol açan sebepler arasında sayılabilir. Politika yapıcılarının sağlık sistemi performansındaki farklılıkları ölçmeleri, bu farklılıklara neden olan faktörleri tanımlamaları ve bu tespitler sonucunda daha iyi sonuçlar alınabilecek politikaları belirlemeleri gerekmektedir.

Sağlık sistemlerinin performans değerlendirmelerini farklı yöntemlerle analiz etmek mümkündür. DSÖ' nün "Sağlık Değerlendirmesi için Araç ve Yöntemler: Envanter ve İnceleme" başlıklı araştırmasında, sağlık işleyiş yönetimlerinin analiz şekilleri ve yapılan analizlerin içerikleri anlatılmaktadır. (Travis & Weakliam, 1998).

Diğer çalışmalarda sağlık sistemi performansının ölçülmesi için farklı kriterler ortaya konmaktadır. Bu kriterler başlıca aşağıdaki gibi sıralanmıştır (Murray & Frenk, 2000):

- Sağlık sisteminin sınırları,
- Ana ve yardımcı amaçlar arasındaki farklar,
- Sosyal amaçlar ile sosyal sistemler arasındaki farkın planlamak,
- Sağlık sisteminin temel amacı,
- Sağlık sisteminin yan amaçları,
- Performans, verimlilik ve etkinlik kavramları,
- Performans fikrini alt sistemlere ve kurumlara yaymak,
- Sağlık sistemi işleyişini etkileyen ana etkenler.

Sağlık sistemi performansının ölçülmesi için farklı kapsamlar olmasının yanında sistem performansının ölçülmesinde kullanılacak göstergelerin bazı temel özelliklere sahip olması beklenmektedir.

Bu konuyla alakalı olarak; Smee, sağlık sektörlerinin sistemsel işleyiş verilerinin çok farklı nedenlerle farklı amaçlar için değerlendirilebildiklerini ifade ettikten sonra karşılaştırma ve etkinlik ölçümünde kullanılacak göstergelerin özelliklerini şu şekilde sıralamaktadır. (Smee, 2002):

- Değişkenler çok net tanımlanmalıdır.

- Bölgesel özellikler dikkate alınmalıdır.
- Yüksek ve düşük performans birimleri tanımlanmalıdır.
- Girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki ilişki açıklanmalıdır.
- Sağlam bir finansal veri esas alınmalıdır.
- Sağlam ve devamlı olarak tanımlanmış faaliyetlerde elde edilecek veriler esas teşkil etmelidir.

Smith, çalışmasında performans değerlendirmelerinde kullanılan değişkenlerin sistemin hedefini doğru bir şekilde tanımlamasını ve gerçek bir formatta ve zamanda erişilebilir olmasını önermektedir (Smith P. C., 2002). DSÖ; verilerle uluslararası karşılaştırmalar yapılırken dikkat edilmesi gereken hususları açıklar; çalışanların, araştıranların ve ülkelerin birbirlerinin deneyimlerinden yararlanması için veri gruplarının ve güçlü ulusal bilgi altyapılarının oluşturulması için prensipte anlaşma yapılmasını önermiştir.

Ulusal verileri karşılaştırma ve prosedürleri tanımlamaya yönelik başka bir çalışmada, üç temel yaklaşım sunulmaktadır (Block, 1997):

1. Uluslararası kurum ve kuruluşlar değişkenleri tanımlamalı ve verilerin elde edilmesini sağlamalıdır,
2. Ülke verilerinin uyumlaştırılması için işbirliği yapılmalı ve veriler karşılaştırmaya açık hale getirilmelidir,
3. Analizciler ve araştırmacılar mevcut verileri düzenlemeli ve ortak karşılaştırmaya uygun hale getirmelidir.

Katkıları ve yararları aşikâr olan yenilik ve gelişmelere rağmen, sağlık hizmeti sunan kurumların ve ülkelerin sağlık performanslarının değerlendirilmesinde karşılaşılan birçok zorluk bulunmaktadır. Bu zorlukların başında; temel neden olarak, sağlık sisteminin çıktılarının tanımı konusunda henüz bir fikir birliğinin olmamasıdır. Girdiler, çıktılar veya göstergeler ülkeler tarafından belirlenmekle birlikte, kullanılacak değişkenler için uluslararası kabul görmüş bir standart bulunmamaktadır. (Kumar & Ozdamar, 2004).

Ancak DSÖ' nün 2000 yılı raporunda ülkeleri sağlık sistemlerinin performansına göre karşılaştırmak için kullanılan değişkenleri detaylandırmasına rağmen, bu veriler ve değişkenlerin ağırlıklandırılması ve kullanılan yöntem birçok yazar tarafından tartışılmış ve eleştirilmiştir. Mesela; Grignon, kullanılan değişkenlerin ağırlıklandırılması sisteminin tamamen keyfi olduğunu savunurken, Williams; her ülkenin kendi sağlık sisteminin bulunduğu, ülkenin geçmişinden gelen finansal, sosyal ve demografik özelliklerini taşıdığını, ancak DSÖ'

nün değerlendirirken bunları göz ardı ettiğini vurgulayarak, DSÖ' nün topladığı verileri elde etme kalitesini ve yöntemini eleştirmiştir. (Williams, 2001).

Sıralama ve karşılaştırmada bir diğer zorluk ise; değişkenler sadece sağlıkla ilgili yatırımlar, çalışmalar, tıbbi cihaz veya sağlık personelinden etkilenen değişkenler değildir. Değişkenler; ülkelerin coğrafi yapısı, yaşam tarzı, kültür ve alışkanlıkları, gelir dağılımı ve eğitim gibi faktörlerden de etkilenebilmektedir.

Sistem karşılaştırmasında, bu değişkenlerin tespit edilmesi ve analize veri olarak dahil edilmesi zordur. Bazen bu değişkenler belirlense de tüm ülkeler dikkate alındığında bazı ülkelerde bu verilere ulaşmak çoğu zaman çok zor olmaktadır. Her lke için verilerin elde edildiği durumlarda, ülkelerin bu verileri toplamada farklı ölçüm stillerine sahip olması da bir başka zorluk olarak ortaya çıkmaktadır. (Kumar & Ozdamar, 2004).

Ayrıca sağlık sektörlerinin kıyaslanmasında kullanılabilecek çok sayıda çıktı değişkeni olduğundan performans ölçümünde sistemin her bir parçasının ve biriminin birbirleriyle olan alakalarının da ölçülmesi gerekmektedir. Sağlık sektöründe, nihai çıktı değişkenini ölçmek bazen imkânsız olabilir.

Konuyla ilgili olarak sağlık sistemlerinin karşılaştırmalı sıralama güçlükleri şu maddeler halinde sıralanmıştır:

- Karşılaştırmanın doğası zor,
- Sonuçların yanıtıcı olma ihtimalleri,
- Değişkenlerin tanımında standartların bulunmaması,
- Sosyal ve finansal göstergeleri belirleme ve genelleme zorluğu,
- Siyasi bilgi ve uygulamaların aktarımının zorluğu ve zaman alıcı olması,
- Her ülkenin sağlık sistemi, ülkenin tarihi geçmişi, coğrafi yapısı, siyasi kültürü gibi birçok değişkene bağlı olarak değişmektedir (Tarcan, Yıldırım, & H., 2000).

Yukarıda bahsedilen birçok zorluğa rağmen, sağlık sistemi performanslarını sıralamanın hem ulusal hem de uluslararası arenada kazanımları vardır. Bu kazanımlar şu şekilde açıklanmıştır:

- Karşılaştırmada sistemlerin anlaşılması, sistemin yapı taşları ve bileşenler arasındaki durumun fark edilmesi sağlanır.
- Karşılaştırmaya esas teşkil eden sistemlerin birbirini tanınması sağlanır.

- Sistemin toplumun sağlık yapısında yaptığı değişiklikler gözlemlenir ve eksiklikler ortaya çıkar.
- Sistem performanslarının karşılaştırılması, politikaların geliştirilmesine ve sorunların erkenden belirlenmesine yardımcı olur.
- Performans değişimini açıklayan kilit unsurlar, ulusal ve uluslararası düzeyde sağlık politikalarının bilimsel temelini güçlendirir.
- Sağlık sistemlerinin uluslararası karşılaştırmalarının yapılması, ülkelere sağlık hizmetlerinin idaresi ve yönetiminde başka bir ülkenin deneyimlerinden yararlanma olanağı sağlar. (Kumar & Ozdamar, 2004).
- Sağlık sistemi performanslarının uluslararası karşılaştırması, teknolojik gelişmelerin ve yeniliklerin yaygınlaştırılmasında önemli faktördür.
- Küresel eşitliği sağlamak için bilgi birikimini aktararak birlik ve bütünlük içinde yapılan çalışmalara yol gösterir (Block, 1997).

Sağlık göstergeleri ile sağlık harcamaları arasında önemli bir ilişki olduğu açıktır. Ekonomik olarak gelişmiş ülkeler, sağlık hizmetlerine belirli bir ölçüde daha fazla kaynak aktarmakta, bireylere sağlıklarında daha fazla deneyim kazandırmakta ve nihayetinde nüfusun sağlık durumunda daha ölçülebilir ilerleme kaydedilmektedir. Döngüsel olarak daha iyi sağlık durumuna sahip toplum; daha iyi, daha gelişmiş ve ekonomik olarak gelişme yönlü bir toplum oluşumunun temelini oluşturur.

Gelişmişlik düzeyini ifade eden göstergelerden biri olan sağlık alanında yapılan yatırımlar genel olarak artış trendindedir. Bu nedenle ülkeler ve uluslararası kuruluşlar özellikle son yıllarda sağlık hizmetlerinin etkinlik, verimlilik ve performans iyileştirme temelinde sunulmasına önem vermişlerdir. Özellikle DSÖ ve OECD gibi uluslararası kuruluşlar sağlık hizmetlerine ve ona yapısal bir durum teşkil eden politikalara özel bir önem vermekte ve bu amaçla çalışmalar yürütmektedir.

OECD' nin amacı, üye ülkelerin genel olarak ekonomik ve sosyal refahını artıracak politikalar geliştirmek ve bu politikaları tüm dünyaya yaymaktır. Tarım, işsizlik, eğitim, sağlık, finans ve yönetim gibi konularda tavsiyelerde bulunur, ülkeleri ilgilendiren her alanda veri sağlar, konuyla ilgili istatistikî veriler ve raporlar sunmaktadır. (OECD, 2017).

Sağlık harcamalarındaki artış açısından sağlığın finansmanını etkileyen sağlık sektörü reformları birçok OECD ülkesinde politika yapımında çok önemli bir yere sahiptir. Spesifik politikalar açısından, sağlık reformlarının temel amacı, bakım kalitesini ve tüketici

memnuniyetini minimum maliyetle en üst düzeye çıkarmaktır. Genel politikalar açısından sağlık sektörüne ayrılan bütçe, diğer alanlardaki politikaları olumsuz etkilemeden uygun şekilde ayarlanmalıdır.

Bu çalışmada OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetim etkinliği Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılarak değerlendirilmiştir. Sağlık alanında VZA kullanılarak yapılan çalışmalar incelenerek OECD ülkelerinin girdi ve çıktıları belirlenmiştir. Taranan 74 çalışmanın ortalaması alınarak 4 girdi ve 4 çıktı kullanılmasına karar verildi. Çalışmada girdi değişkenleri olarak; OECD ülkelerinin 1000 kişiye düşen doktor sayısı, 1000 kişiye düşen hemşire sayısı, 1000 kişiye düşen hasta yatağı sayısı ve sağlık harcamalarının Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) içindeki payı OECD ve Dünya Sağlık Örgütü web siteleri veri tabanlarından elde edilmiştir. Çıkış değişkenleri olarak; OECD ülkelerinin 7 Mayıs 2021 tarihli Covid-19 pandemi verileri, milyon kişiye düşen test sayısı, milyon kişiye düşen vaka sayısı, milyon kişiye düşen ölüm sayısı ve her 100 kişiye uygulanan Covid-19 aşısı doz sayısı insanlar kullanıldı. Covid-19 pandemisinde koruyucu bir sağlık hizmeti olarak maske, mesafe ve hijyen önlemlerinin yanı sıra en önemli faktör aşılama değildir.

Temel sağlık ihtiyaçlarının karşılanması sürdürülebilir kalkınmanın temel bir unsuru olduğundan koruyucu sağlık hizmetleri veren ve bulaşıcı hastalıkları kontrol altına almaya çalışan hizmet programları büyük önem teşkil etmektedir. Bunların arasında; bulaşıcı hastalık ve ölümlerin en aza indirilmesinde aşılama programlarının başarısı önemli rol oynamaktadır. Ülke nüfusunda aşılama oranının yüksek olması, sağlık üzerinde ve Covid-19 pandemisine karşı olumlu etki yapmakta ve özellikle hastalık sürecinin daha az hasarla atlatılmasında, ölümlerin azaltılmasında önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Bir ülkenin sağlık sistemi hakkında genel bilgi edinmede aşılama hizmetlerinin durumunun değerlendirilmesinin önemli olduğunu vurgulayarak, aşılamanın en önemli sağlık hizmetlerinden biri olduğunu vurgulamıştır. (Çakmak, 2004).

Sağlık sistemlerinin etkinliğinin ve genel sağlık koşullarının değerlendirilmesinde; ölüm sayıları kullanılırken aşılama gibi genel sağlık programları da kullanılmaktadır. (Block, 1997). Bu düşüncelerden hareketle; kızamık aşısı olan çocukların oranlarının araştırıldığı bir çalışmada (Mirmirani & Mirmirani, 2005); VZA ile yaptıkları analizlerde koruyucu sağlık adı altında aşılama oranlarına yer vermişlerdir (Anderson & Hussey, 2001).

Son zamanların yoğun rekabet ortamı ve değişen ekonomik ve teknolojik koşulları, kaynakların etkin ve verimli kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Karar birimlerinin ayakta kalabilmeleri ve belirledikleri hedeflere ulaşabilmeleri, kaynaklarını ne kadar etkin ve verimli kullandıklarına bağlıdır. VZA, benzer yapılara sahip karar verme birimlerinin görece etkinliğini

ölçmeyi amaçlayan, doğrusal programlama tabanlı, parametrik olmayan bir etkinlik ölçüm yöntemidir. Çoklu girdi ve çoklu çıktı ortamlarında analiz yapılabilmesi yöntemin en önemli özelliklerinden biridir. VZA' nın temeli, Farrell' in 1957'deki çalışmasıdır. Farrell, bu çalışmada teknik etkinlik ve fiyat etkinliğini açıklamıştır. Daha sonra 1978'de Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR), Farrell' in görel verimlilik tanımını geliştirmiş ve çoklu girdi ve çoklu çıktı ortamlarında analize izin veren VZA yöntemini oluşturmuştur. (Yıldırım & Önder, 2018).

VZA başlangıçta bir bankanın şubeleri, okullar, hastaneler veya restoranlar gibi organizasyonel birimlerin karşılaştırmalı etkinliklerini değerlendirmek için bir yöntem olarak geliştirilmiştir. VZA' da görel etkinlikleri ölçülecek KVB' lerin homojen yapıda olmaları gerekmektedir. Birimler aynı girdi değişkenlerini kullanarak aynı çıktı değişkenlerini elde edebilmelidirler (Thanassoulis, 2001).

VZA, karar verme birimlerini nispeten etkin verimli ve etkisiz birimler olarak iki ana gruba ayırır. Nispeten etkin KVB' ler etkinlik sınırını oluşturur. Nispeten etkin olmayan KVB' ler, etkin olan KVB' ler ile karşılaştırılmaya çalışılmaktadır. Nispeten etkin olmayan KVB' lerin her biri için bir referans seti oluşturulur ve hedef değerler belirlenir. Bu sayede etkin olmayan KVB' leri etkin kılabacak politikalar geliştirilebilir. (Yıldırım & Önder, 2018). Birinci bölümde etkinlik ve verimlilik gibi temel kavramlar tanımlanacaktır.

Çalışmadan beklenen çıkarım; etkinlik ve performans ölçümünde önemli bir yöntem olan VZA kullanılarak, OECD ülkelerinin Covid-19 pandemisinin yönetiminde sağlık hizmetleri etkinlik ve performanslarına göre göreceli etkinlik ve performanslarının karşılaştırılmasıdır (Tarım, 2001). VZA teorik yapısının bütünlüğü açısından akademik çevreler ve uygulayıcılar tarafından büyük ilgi gören modeldir. Tanımlar da matematiksel ifadelerde kullanılmıştır.

Bu performans değerlendirme analizinde girdiye dayalı CCR modeli ve bağlama bağlı VZA kullanılmış ve verimsiz ülkeler için potansiyel iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. Çalışmada OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetimi faaliyetlerinin performans değerlendirmesinin VZA ile araştırılması amaçlanmaktadır. Çalışma teorik ve deneysel olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın teorik kısmı makaleler, tezler, kitaplar ve resmi internet kaynakları kullanılarak oluşturulmuştur. Çalışmanın deneysel bölümünde uygulamaya konu olan veriler OECD ve DSÖ' nün resmi web sayfasında yer alan sağlık verileri ve Covid-19 bilgi verilerinden elde edilmiştir. Elde edilen veriler ile kurulan VZA modeli LINDO paket programında çözümlenerek sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çalışma giriş dahil beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde; çalışmanın amacı, çalışmanın yöntemi, çalışmanın organizasyonu verilmiştir. Birinci bölümde, VZA yönteminin kavramsal çerçevesinden bahsetmek adına temel kavramlar açıklanmıştır. İkinci bölümde ise veri zarflama analizi modellerinin tanımlamaları ve analizde kullanılacak metodoloji yer almaktadır. Üçüncü bölüm, analizin bulgularını ve literatür taramasını içermektedir. Sonuç bölümünde ise elde edilen bulgular çerçevesinde yorum, tartışma ve tavsiyeler yer almıştır.



## BİRİNCİ BÖLÜM

### Temel Kavramlar: Performans, Verimlilik ve Etkinlik

#### Performans ve İşletme Performansı

Performans kavramsal olarak; bir kişi, grup veya kurumun o iş için belirlenen hedeflere ne ölçüde ulaşabildiğinin nicel veya nitel olarak değerlendirilmesini kapsayan bir kavram olarak tanımlanabilmektedir. Buna ek olarak önceden planlanmış bir faaliyetin sonucunda ne elde edildiğini niceliksel veya niteliksel olarak belirleyen bir oran olarak da yorumlanabilir.

Kurumsal düzeyde performans; performansın genel tanımından farklı bir kavram olmayıp, belirli bir süre sonunda elde edilen çıktı verilerine göre iş amacının veya sorumluluğun başarılabilme derecesi olarak tanımlanabilmektedir (Akal, 2002). Yani performans; bir işletmenin belirlenen hedef veya hedeflere ulaşmak için sarfettiği bütün gayretlerin değerlendirilmesidir.

Performans tanımlarındaki değişik görüşler, bu yaklaşıma hangi pencereden nasıl bakıldığı ile yakından ilgilidir. Performansı inceleyeceklerin hangi işlevleri, yapısal sistemleri veya bireyleri inceleyecekleri noktasında farklı performans tanımları ortaya çıkmaktadır. Aşağıda, farklı yaklaşımlara göre farklı performans tanımları bulunmaktadır.

Hedef yaklaşımına göre; bir sektör veya kuruluş, belirlediği hedeflere ulaştığı ölçüde başarılı olmaktadır.

Sistem kaynakları yaklaşımına göre; bir sektör veya kuruluş, ihtiyaç olarak tanımladığı kaynakları elde ettiği sürece başarılı olmaktadır.

İç süreç yaklaşımına göre; bir sektör veya kuruluş, alt birimleri ve bileşenleri arasında uyum gösterdiği sürece başarılıdır.

Üst düzey performanslı sistem yaklaşımına göre ise; bir kuruluş, rakiplerinden veya benzerlerinden nispeten üstün olduğu ölçüde başarılıdır. (Gülcü, Tutar, & Yeşilyurt, 2004).

#### Performans Ölçümünde Kullanılan Yöntemler

Performans ölçümünde uygulanan yöntemler genel olarak;

1. Oran Analizi
2. Parametrik Yöntemler

### 3. Parametrik Olmayan Yöntemler

üç bölüme ayrılabilir. Parametrik ve parametrik olmayan yöntemleri de "sınır yaklaşımı" adı altında tek bir çatı altında toplamak mümkün olabilir. Bu çalışmada, birçok girdi ve çıktının kullanılabilceği parametrik olmayan bir etkinlik ölçüm tekniği olan, performans ölçümünde kullanılan yöntemlerden VZA incelenmiş ve kullanılmıştır.

#### **Oran Analizleri.**

Bir KVB' nin farklı zamanlardaki performansını ölçmek ve seçilen KVB' leri karşılaştırmak için kullanılan yöntemlerden biri olan oran analizi; girdi değişkenleri ile bu değişkenlerin kullanılması sonucunda elde edilen çıktılar arasındaki oranın hesaplanmasını ve yorumlanmasını içerir. Genel olarak tek girdi değişkeni ile tek çıktı değişkeninin bölünmesi olarak ifade edilen oran analizi; uygulama kolaylığı ve çok az bilgi ve veriye ihtiyaç duyması nedeniyle en sık kullanılan yöntemlerden biri olmasına rağmen özellikle birden fazla girdi ve çıktıya sahip sistemlerde yetersiz bir yöntemdir. Bir oran analizi için genellikle üç aşama vardır:

1. Karşılaştırılmak üzere bir KVB seti oluşturulur. Bu küme, karşılaştırma sonuçlarını anlamlı hale getirmesi açısından önemlidir. Küme oluşturmak için konu ile ilgili uzman görüşlerin yanı sıra küme analizi gibi istatistiksel yöntemler de kullanılabilir.
2. Karşılaştırılacak grup belirlendikten sonra, karşılaştırmada önemli görülen çıktı-girdi oranları belirlenir ve her bir KVB için bu oran hesaplanır.
3. Her KVB için hesaplanan oranlar ile tüm birimlerin toplamı içinde hesaplanan ortalama değer arasındaki farkı belirlemek için karşılaştırma yapılır. Bu karşılaştırmaya dayalı olarak ortalama değerden farklı oranlarda olan KVB' ler için alınması gereken önlemler belirlenir.

Tüm girdi ve çıktı değişkenleri arasında oranlar yapılırsa bile bazı oranlar sektörün başarılı olduğu izlenimini verirken bazı oranlar ise tam tersini söyleyebilir. Bu durumda oranları bir arada değerlendirmek ve anlamlı bir yorum yapmak oldukça zor olacaktır. Aynı zamanda oranlarla karşılaştırılacak KVB sayısı ne kadar fazlaysa değerlendirmeler de o kadar zor olacaktır. Ancak etkinlik analizinde farklı oranları anlamlı bir şekilde ağırlıklandırarak tek bir kıstasa dönüştürülmesi çok önem arz etmektedir.

Performans ölçümünde, oran analizinde; yukarıda adı geçen eksiklikler olmasına karşın tek girdi ve çıktı sektörleri için sadeliği göz önüne alındığında iyi bir değerlendirme aracı olarak bakılabilir. Yine de; bu orana ek olarak başka istatistiksel verilere de ihtiyaç olduğu dikkate alınmalıdır. Çünkü oran analizinde kullanılan oran, göreceli de olsa en iyiye göre değil, var olan

değerlerin bölünmesiyle elde edilir. Öyleyse; karşılaştırmadan ziyade sadece bir durumun belirlenmesine izin verir. Oranlar aşağıdaki kriterler çerçevesinde;

- a. Genel kabul görmüş oranlarla,
- b. Aynı sektörde benzer oranlarda,
- c. İşletmelerin geçmiş dönemdeki oranları ile,
- d. İşletmelerin aynı dönemdeki diğer ilgili oranları ile

karşılaştırıldığında, anlamlı ve yorumlanabilir hale gelebileceği vurgulanmıştır (Akgüç, 1981).

### **Parametrik Yöntemler.**

Daha önce bahsedildiği gibi, parametrik ve parametrik olmayan yöntemler, etkinliği ölçmek için sınır yaklaşımını kullanır ve en iyi performansa sahip gözlemlerin etkin sınırdaki bulunduğunu kabul eder. Her iki yöntemin ortak amacı; bahsedilen sınır fonksiyonunun tahminidir. Bu sınır parametrik olmayan yöntemlerde parçalı iken parametrik yöntemlerde kırılmaz haldedir. Parametrik yöntemler de etkinliği ölçülecek sektörle ilgili bir üretim fonksiyonunun varlığını ve bu fonksiyonun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımını da kabul etmektedir. Bu kabul altında varlığı varsayılan bu fonksiyonun parametrelerini belirlemeye çalışır.

Parametrik yöntemler, oran analizinin kullanılmadığı girdilerin ve çıktıların çok olduğu durumlarda geliştirilen bir diğer verimlilik ölçüm tekniğidir. Oran analizi ile firmanın sınırlı bir yönüne veya fonksiyonel yönüne ait detaylara ilişkin etkinlik ve verimlilik sonuçları elde edilir. Kompozit birimlerin genel verimliliği, bu mikro ölçekli değerlendirmeleri etkisiz hale getirir. Parametrik yöntemler, performans ölçümlerinde ağırlıklı olarak regresyon analizini kullanır.

Basit regresyon analizi, bağımlı değişken  $y$  ile bağımsız değişken  $x$  arasındaki ilişkiyi  $y=a+bx$  olarak ifade eden modeli bulmaya çalışır ve bu modeldeki  $a$  ve  $b$  katsayılarının anlamlılığını test eder. Çoklu regresyon analizinde bir bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişken vardır ve

$$Y=a+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_px_p+e_p,$$

$$p=1,\dots,n$$

istatistiksel bir modele dayalıdır. Burada  $a$  sabit terimi ve  $b_1, b_2, \dots, b_p$  regresyon katsayıları bilinmeyen parametrelerdir.  $e_p$  ise modelin hata terimidir.

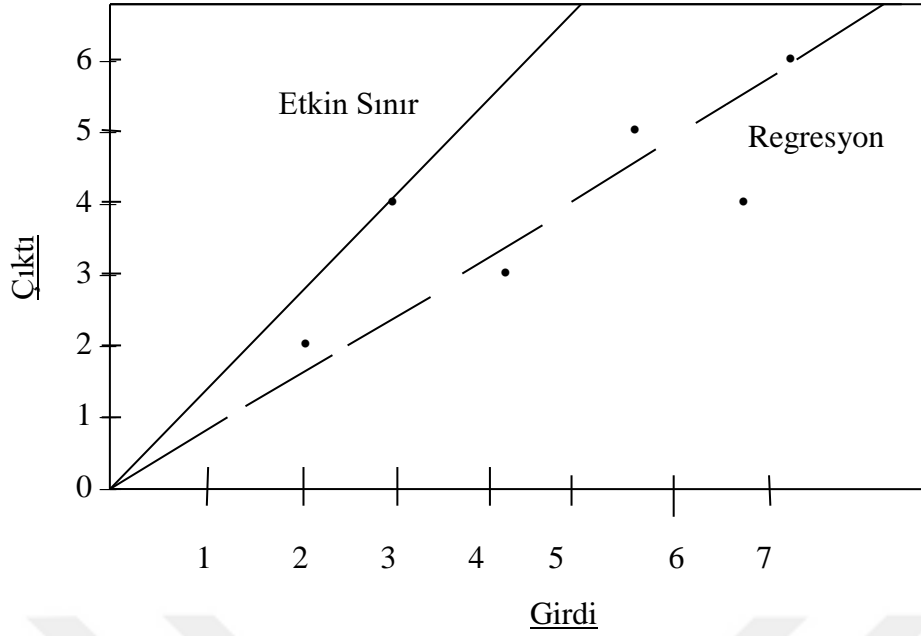
Etkinlik ve verimliliğin parametrik yöntemlerle ölçülmesinde genellikle üretim fonksiyonunun bir çıktısının birçok girdiyle ilişkilendirilmesiyle tanımlanan regresyon teknikleri kullanılmaktadır. Çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktının ilişkilendirildiği parametrik yöntemler geliştirilmiş olmasına rağmen bu yöntemler yaygın uygulama alanları bulamamışlardır.

Regresyon analizinde neden-sonuç ilişkisi olduğu bilinen bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin nedensel yapısı belirlenmeye çalışılır. Bu nedensel ilişkinin teorik olarak var olması ve değişkenler arasındaki ilişkinin fonksiyonel yapısı bilinmelidir. Fonksiyonel yapıyı öğrenmek için değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren nokta grafikler kullanılır.

Çoklu regresyon analizi ile yapılan etkinlik ölçümünde regresyon çizgisinin üzerindeki birimler etkin, çizginin altındaki birimler etkin olmayan birimler olarak tanımlanır. Analiz sonunda elde edilen artık değerler pozitif ise etkin karar birimlerini, negatif ise etkin olmayan karar birimlerini tanımlar.

Eldeki veriler doğrultusunda en etkin karar verme biriminin regresyon çizgisinin üzerinde olduğu, bu çizginin etkinlik sınırı olduğu varsayılmış ve bu çizgiden sapmayan karar verme birimlerinin direk etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Çizgiden sapsın karar alma birimlerinin ise verimli olmadığı gösterilmiştir. Ayrıca bu yöntemde daima rastgele bir hata olacağı kabul edilmektedir. Şekil 1' de görüldüğü gibi, bu yöntemde genellikle bir gözlem kümesi vardır ve bu kümedeki en iyi performansın regresyon doğrusunda olduğu varsayılarak, bu doğrudan sapsmadan giden gözlemler etkin olarak tanımlanırken, doğrudan sapsmalar etkin olmayan olarak tanımlanır. Ayrıca bu yöntemle yapılan tahminler sonucu ortaya çıkan ortalama fonksiyon, teoride ve pratikte verimli üretim olanaklarını yansıtmadığından, verimlilik ölçümü amacıyla kullanıldığında hatalara yol açmaktadır. Uygulamada, ortalama bir performans standardını benimsemek, aslında bir tür verimsizliği kabul etmek anlamına gelir. Çünkü ulaşılabilecek seviyeyi düşürerek ortalama standartları benimsemek, performansta olabilecek iyileştirmeleri göz ardı etmek anlamına gelir (Yolalan, 1993).

Parametrik yöntemler bir regresyon analizi olarak düşünülebilir. Genel olarak, bir dizi gözlem var. Gözlem kümesinden bir regresyon çizgisi oluşturulur. Oluşturulan bu doğruya etkinlik sınırı veya aktivite limiti denir (İnan, 2000). Etkinlik sınırından sapsmayan gözlemlere etkin veya aktif, diğerlerine etkin olmayan veya inaktif denir. Bununla birlikte, hiçbir gözlemin tam olarak eşleşmediği durumlarda bir etkinlik sınırının oluşması da mümkündür. Bu durumda parametrik yöntemlerde etkisiz olan veya rastgele hatalara sahip gözlemlerin hata dağılımlarının da araştırılması lazımdır.



Şekil 1. Etkinlik Sınırı ve Regresyon Doğrusu

Aktif gözlemler, hatanın sıfır olduğu gözlemlerdir. Bir gözlemin ancak ölçüm hataları giderildikten sonra etkin olduğuna karar verilir. Böylece parametrik yöntemlerde etkinlik sınırından sapmaların etkisiz gözlem ve rastgele hata gibi iki unsurdan oluştuğu ve bu iki hata bileşeninin birbirinden ayırt edilmesinin büyük önem taşıdığı ortaya çıkmıştır. Bu yöntemler, bu iki hata ögesinin nasıl dağıldığına ilişkin varsayımlarda da birbirinden farklıdır. (Vincova, 2005).

Oran analizine göre daha fazla kullanılan regresyon analizinde eksik veya yetersiz noktalar bulunmaktadır.

İlk başta, regresyon analizi, birden çok bağımsız değişkene karşı yalnızca bir bağımlı değişkeni analiz edebilir. Kurulan modeller bir veya daha fazla girdi ve bir çıktı ile sınırlandırılmalıdır. Bu nedenle, çıktının ne olduğu konusunda fikir birliğinin olmadığı bir birimde bile, çok çıktılı üretim ve hizmet birimlerinde bu yöntemlerin uygulanabilirliği azdır (Erkorol, 2009).

İkinci olarak, regresyon analizindeki en önemli sorun, ortalama ilişkilerin, yani merkezi eğilimin tahmininde en küçük kareler yönteminin kullanılmasının, gerçek gözlemlerin doğrusal sapmalarının karelerinin toplamını en aza indirmenin sonuçlarıdır.

Bu nedenle etkinlik analizinde en küçük kareler yöntemi kullanıldığından regresyon analizinde en iyi performansa göre etkinlik analizi yerine ortalama performansa göre bağlı

etkinlik ölçümü yapılmaktadır. Bunun için yöntem, karar birimlerinin etkinliğini, kazanımlarını veya kayıplarını ortaya koyma açısından çok fazla bilgi sağlayamamaktadır (Demir, 2004).

Üçüncüsü, kullanılan üretim fonksiyonunun yapısının belirlenmesi ile ilgilidir. Regresyon analizi, bir denklemdaki girdi ve çıktıların nasıl ilişkili olduğuna dair parametrik bir üretim fonksiyonunun tanımını gerektirir ve verimsiz karar birimlerini tanımlayamaz. Özellikle yapısal üretim fonksiyonunu tanımlamanın zor olduğu kurumlarda performans ölçümünde regresyon analizi büyük ölçüde eksik kalmaktadır. Öte yandan, aynı sektörde faaliyet gösteren, farklı teknolojiler ve farklı girdi kombinasyonları kullanan firmalar arasında üretim fonksiyonunun tek bir yapıda tanımlanmasının zorluğu, regresyon analizinin gerektirdiği ortak bir fonksiyonun kullanılmasını zorlaştırmaktadır.

### **Parametrik Olmayan Yöntemler (POY).**

Parametrik yöntemlere alternatif olarak geliştirilen parametrik olmayan yöntemler (POY), doğrusal programlamaya dayalıdır ve parametrik yöntemlerde olduğu gibi etkinlik sınırını belirlemeyi ve birimlerin bu sınırdan uzaklığını ölçmeyi amaçlar. Ancak parametrik yöntemlerden farklı olarak üretim fonksiyonunun yapısı hakkında herhangi bir varsayımda bulunmaz. Çünkü bu yöntemlerde etkinlik limiti varsayılan bir durum değil, gözlenen birimler tarafından oluşturulmaktadır. POY' larda, birden fazla bağımsız girdi değişkeni ve birden çok çıktı değişkeni modele dahil edilir. Fakat bunlar sadece bir etkinlik değerine indirgenerek her boyutun aynı anda ölçülmesine olanak tanır. Parametrik yöntemlerde rastgele hatanın bu yöntemlerde yer almaması bu yöntemlerin en zayıf yönlerinden biridir. Yöntemler rastgele hata içermediğinden; veri, ölçüm vb. hataların modele dahil edilmesine neden olur. Bu, etkin olma sınırının yanlış çizilmesine neden olur. Yanlış çizilen etkinlik sınırları ise, birimlerin faaliyetleri hakkında yapılacak yorumların da geçerliliğini tehlikeye atmaktadır. Ancak parametrik yöntemlerde; bu hatalar ve ayrımları dahil edilmiştir.

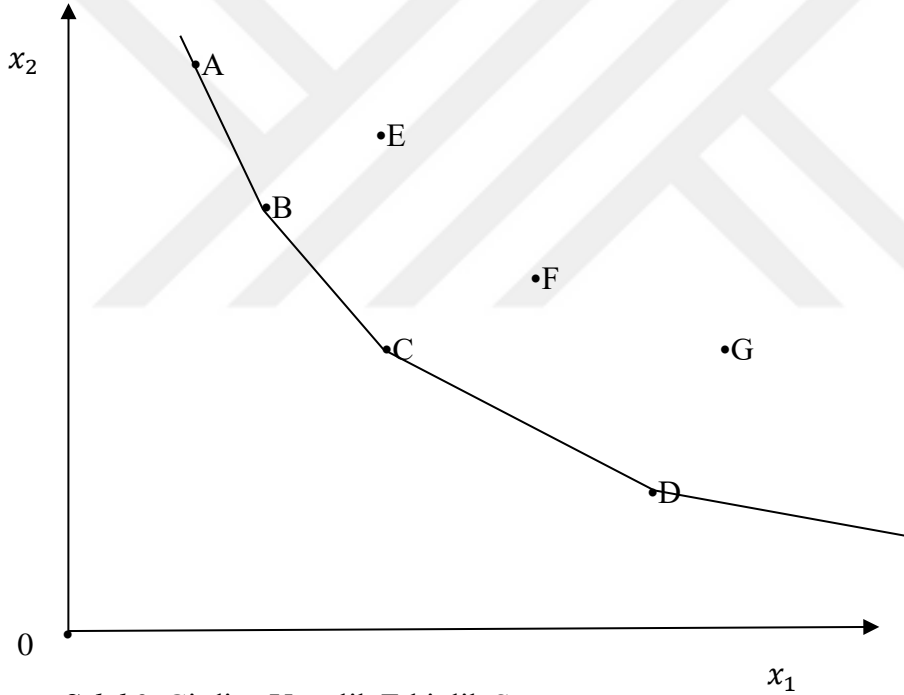
POY' da sadece ölçüm hataları etkinlik limitinin hatalı oluşturulmasına yol açmaz. Gözlem kümesine göre büyük girdi ve çıktılara sahip birimler de yanlış aktivite sınırlarına neden olabilir. Parametrik yöntemler, oluşturdukları aktivite limitine göre birimleri aktif veya pasif olarak ayırabilse de, etkinlik sınırının üzerinde olan ve aktif olan birimlerin karşılaştırılmasına izin vermemektedir. POY' lar ise etkin olmayan birimlerin etkin olabilmesi için yapılması gerekenleri ve referans olarak alabilecekleri gözlemleri belirterek karar alma mekanizmasında yol gösterici rol oynamaktadır. Ek olarak, parametresiz tekniklerin genellikle çok fazla girdi ve çıktısı vardır, bu da her birinin hesaplanmasını ve yorumlanmasını zorlaştırır.

VZA en yaygın kullanılan parametrik olmayan yöntemdir. VZA, girdi ve çıktı değişkenlerinin çoklu ve farklı ölççeklerle veya farklı ölçü birimleriyle ölçüldüğü sektörlerde KVB'lerin göreceli performansının ölçülmesine olanak sağlayan doğrusal programlama tabanlı bir yöntemdir. Bu çalışmada VZA kullanılmıştır.

### Etkinlik Sınırı

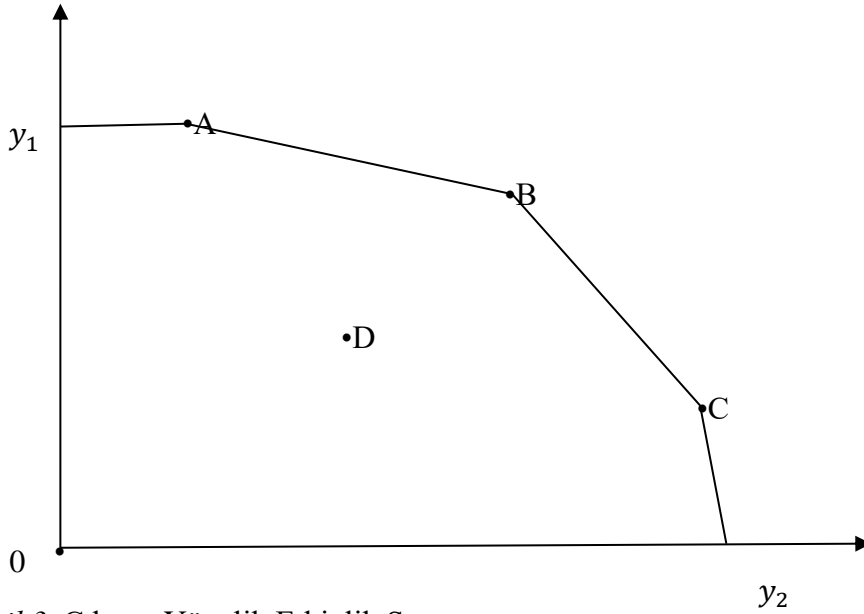
Etkinlik sınırı, karar biriminin girdi değişkenlerini kullanarak belirli bir miktarda çıktı üretebileceğini gösterir. Tek bir çıktı değişkeninin üretiminde girdi değişkenleri farklı oranlarda kullanılabilir ve birbirinin yerine konulabiliyorsa üretim fonksiyonu şu şekilde;

$y=f(x_1, x_2)$  olarak ifade edilebilir. Verilen ifadede sabit çıktı miktarını ve  $y$  çıktı miktarını verebilecek iki girdi faktörünün karışımını göstermektedir. Sabit bir üretim düzeyi sağlayan çeşitli faktör kombinasyonlarının geometrik konumu etkin sınır olarak tanımlanır.



Şekil 2. Girdiye Yönelik Etkinlik Sınırı

Şekil 2'deki etkinlik limiti KVB'leri etkin ve etkisiz KVB'ler olarak iki ayrı gruba ayırmaktadır. Etkinlik limitinde A, B, C, D noktaları ile temsil edilen KVB'ler aktiftir; sınırın dışında bulunan E, F, G noktaları ile temsil edilen KVB'ler aktif değildir. Etkinsiz olan KVB'ler için çıktı miktarları sabit tutularak girdi miktarında azalma olduğunda etkinlik belirten sınıra yakınsama sağlanabilir. Bir girdi ve iki çıktı olması durumunda çıktı için benzer bir süreç düşünülebilir. Bu durumda girdi miktarlarını sabit tutup çıktı miktarlarını artırmayı hedefleyerek etkinlik sınırına yaklaşmak mümkün olacaktır. Çıktı odaklı etkinlik sınırı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Çıktıya Yönelik Etkinlik Sınırı

Şekil 3' teki etkinlik sınırı ayrıca gözlemleri, etkin A, B, C noktalarındaki KVB' ler ve etkin olmayan D noktası ile temsil edilen KVB' ler olmak iki temel kümeye ayırır.

### Etkinlik

Performans ölçümlerinin boyutlarından biri olarak sayılan, hem de verimlilik içerisinde yer alan etkinlik kavramı literatürde sıklıkla verimlilik, karlılık, kalite, performans ve etkililik ile eşanlamlı olarak kullanılmakta, bunun yanında farklı sektörler farklı anlamlar taşıdığı da görülmektedir.

Ekonomik anlamda etkin olmak, Fransızca "L'efficacite" kelimesinin karşılığı olan en az gayret veya gider ile en fazla sonuca ulaşabilme olanağı olarak görülmektedir (Kök, 1991).

Daha basit olarak etkinlik tanımı ise; işleri doğru yapmak anlamına gelir ve karar vericilerin performansları ölçüm şartlarından biri olarak sayılmaktadır (Kanoğlu, 2001).

Diğer bir tanımla etkinlik; girdi bileşenlerinin veya üretim kaynağının fiili kullanım durumunun belirli tekniklerle belirlenen standartlarla karşılaştırılarak bulunan bir gösterge olarak kabul edilebilir oluşudur. Bu durum aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir (Baş & Artar, 1990):

$$\text{Etkinlik} = (\text{Standart Değer})/(\text{Gerçek Değer})$$

Etkinlik ölçümü ile işletmeler üretim sürecindeki teknik veya organizasyonel verimsizlikleri tespit eder ve bunları önlemek için gerekli önlemleri alır. Etkinlik ölçümü ile işletme nerede olduğunun bir göstergesini elde ederken, mevcut kapasitesinin kullanım düzeyine ve eldeki girdilerle istenilen çıktıyı en iyi şekilde üretebildiğine ilişkin göstergeler de

elde edebilir. Kısaca söylemek gerekirse etkin olmak kavramı, mevcut kaynakların kullanımı ve bu kaynakların kullanımında kullanılan araçlar ile ilgili bir kavramdır.

Etkinlik, en geniş tanımlama ile kullanılan girdilerle en fazla çıktıyı elde etmek demektir. Diğer bir deyişle sağlık sisteminde etkin olmak, en ekonomik sağlık girdisi ile en çok sağlık çıktısına ulaşmak anlamına gelmektedir.

Son olarak etkinlik kavramı, gözlemlenen değerlerin girdi ve çıktıları ile en iyi değerlerin girdi ve çıktılarının karşılaştırılması olarak tanımlanabilir. Tahsis (fiyat) etkinliği, girdi ve çıktıların cari fiyatlar çerçevesinde en uygun oranda kullanılmasıdır (Fried, Lovell, & Schmidt, 2008). Teknik etkinlik kavramı ise çıktı odaklı bir yaklaşımla belirli bir girdi düzeyinde en çok çıktı elde edilmesi veya girdi odaklı bir yaklaşımla belirli bir çıktı düzeyinde en az girdi kullanılması olarak tanımlanabilir. Diğer bir deyişle teknik etkinlik, girdi değişkenlerini en verimli şekilde kullanarak mümkün olan en çok çıktı değişkenlerini üretme başarısıdır. Teknik olarak etkin karar birimleri üretim sınırına yerleştirilmelidir. Üretim limitinin altında kalan karar birimlerinin kaynaklarını nispeten israf ettiği söylenebilir (Tarım, 2001). Farrell 1957 yılındaki çalışmasında teknik etkinlik ve fiyat (tahsis) etkinliğini açıklamıştır. Bu kavramlar aşağıda daha ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

### **Teknik Etkinlik.**

Basit bir ifadeyle, teknik etkinlik, üreticinin üretim olanakları kümesinin sınırında olduğu durum olarak ifade edilmiştir. (Atan, 2005). Diğer bir tanımla teknik etkinlik; finansal bir birimin veri giriş standardı ile mümkün olan en fazla çıktıyı üretme kapasitesi ve arzulanışı olarak tanımlanmaktadır. (Deliktaş, 2002).

Teknik etkinlik teorik fikri ilk olarak Koopmans tarafından tanıtıldı. Koopmans, teknik etkin oluşu şöyle tanımlamaktadır (John Ruggiero, 2000) : Herhangi bir çıktıdaki artış, en az bir çıktıda azalmayı veya en az bir girdide artışı gerektiriyorsa, herhangi bir girdideki azalma en az bir girdide artışı veya en azından bir çıktının azaltılmasını gerektiriyorsa, “teknik etkin ” olduğu söylenebilir. Böylece, teknik etkinsiz bir üretici, en az bir daha az girdi kullanarak aynı miktarda çıktı üretebilir veya aynı girdilerle daha fazla çıktı elde edebilir. Bu tanıma göre; girdileri sabit tutarak çıktıların bir kısmını artırmak imkânsız ise, bu üretim sürecinde herhangi bir israf olmadığı anlaşılır. O halde, israfın bulunmaması teknik etkinliği netice vermektedir.

Teknik etkinlik, girdi odaklı ve çıktı odaklı teknik etkinlik olarak ikiye kısıma ayrılabilir:

Üretim biriminin mümkün olan en az kaynakları kullanarak mevcut çıktı düzeyini elde etmedeki başarısı "girdi odaklı teknik etkinlik" olarak tanımlanmaktadır. Eğer; çıktıların sabit

tutulması şartıyla girdilerde azalma olması, girdiye yönelik teknik etkinliğin tam olarak sağlanmadığı anlamına gelir. İndirgemenin imkan dahilindeki oran, girdi odaklı teknik etkin olmayışı gösterirken, bu oranın 1' den çıkarılması, girdi odaklı teknik etkinliği gösterecektir.

Üretim biriminin en uygun girdi bileşimini kullanarak mümkün olduğu kadar çok çıktı üretmedeki başarısı “çıktı odaklı teknik etkinlik” anlamına gelmektedir. Burada da girdileri sabit tutmak kaydıyla çıktıları artırmak mümkünse; KVB' nin çıktı için teknik etkinliği tam olarak sağlayamadığı anlaşılmaktadır. Çıktılarda yaratılabilecek artış oranı girdiye odaklı teknik etkinsizliği gösterirken, benzer şekilde bu oranın 1' den çıkarılmasıyla KVB' nin çıktı odaklı teknik etkinsizliğine ulaşılmaktadır.

Bir KVB' nin teknik etkinliği hem girdi hem de çıktı için tam olabilirken, her ikisinin de sağlanmadığı veya birinin sağlandığı, diğerinin ise tam olarak sağlanmadığı gözlemlenebilir. Her iki etkinlik durumu da tam olarak sağlanırsa; KVB' nin "teknik etkin" olduğu söylenmektedir. KVB' nin teknik olarak etkin olabilmesi için hem girdi hem de çıktı açısından teknik etkinliğinin incelenmesi gerekir.

Teknik etkinlik, firma düzeyinde yüksek ekonomik performans düzeylerine ulaşılmasının ve dolayısıyla yüksek rekabet gücüne sahip olmanın temel unsurudur. Bu bağlamda etkinlikteki değişim, küresel teknolojiye uyum sağlayarak ve toplam faktör verimliliğine aktararak ülke ekonomisinin kabullenilmesinin bir işareti olarak kabul edilebilir (Deliktaş, 2006). Bir firmanın gösterdiği performans durumu geleneksel olarak ekonomik etkinlik kavramıyla açıklanmaktadır. Ekonomik etkin oluşun en temel iki unsuru vardır: teknik ve tahsis etkinliği. Bu nedenle teknik etkinlik, firmanın veya sektörün performansının ölçülmesinde önemli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir.

### **Tahsis Etkinliği (Fiyat Etkinliği).**

İşletmelerde üretim sürecinde kullanılan girdi ve çıktı değişken miktarlarının yanında bu faktörlerin fiyatları da önemlidir. Faktör fiyat verisine sahip işletmeler için teknik ve ölçek faaliyetlerine ek olarak tahsis etkinliği de ölçülebilmektedir (Tarım, 2001). Tahsis etkinliği, girdiye odaklı ve çıktıya odaklı tahsis faaliyeti olarak ikiye ayrılır.

- a. Girdi için tahsis etkinliği şu şekildedir; işletmenin girdi fiyatlarını dikkate alarak optimal girdi kombinasyonunu seçmedeki başarısıdır. Mevcut girdi fiyatları göz önüne alındığında, KVB ekonomik olmayan bir girdi kombinasyonu kullandığında bu seçimin fiyat yükü tahsis etkinliği ile ölçülür.

- b. Çıktı için fiyat etkinliği; KVB' nin, çıktı fiyatlarını dikkate alarak gelirini en üst düzeye çıkarmasını sağlayacak çıktı karışımını elde etmedeki başarısıdır. Mevcut çıktı fiyatları kullanıldığında, KVB' nin uygun olmayan çıktı kombinasyonunu seçmesinden kaynaklanan gelir kaybı da çıktı için tahsis etkinliği ile ölçülür.

Teknik ve tahsis faaliyetlerinin belirlenmesi, işletme için aşağıdaki faydaları sağlar: (Deliktaş, 2006):

- a. Homojen ekonomik birimler arasında kıyaslamalar yaparak üretimde fiyat ve maliyet ile ilgili fiyat kararlarının alınmasına destek olmaktır.
- b. Finansal birimler arasındaki faaliyetlerdeki değişimin yönü ve boyutu hakkında bilgi verir. Değişime neden olan etkenlerin belirlenmesi birimler için büyük önem arz etmektedir.
- c. Analiz sonuçlarına göre ekonomik birime ilişkin politikaların belirlenmesine rehberlik etmektedir.

### **Yapısal Etkinlik.**

Üretim teorisinde, genellikle tüm girdi ve çıktıların serbestçe harcanabilir olduğu varsayılır. Bu kabul altında; yapısal etkinlik, herhangi bir girdi veya çıktı serbestçe atılabilir olmadığına ortaya çıkar. Teknik etkinliği olan KVB, etkinlik sınırının kalabalık olmayan veya ekonomik kısmında üretim yapıyorsa yapısal etkinlik, kalabalık olup ama ekonomik olmayan bölgelerde üretim varsa yapısal etkinsizlik vardır (Yavuz, 2003).

Anandalingam ve Kulatilaka tarafından 1987 yılında tanımlanan yapısal etkinlik, tahsis etkinliğinin yanlış ölçülmesini öngören bir etkinlik türüdür (Kök, 1991). Yapısal unsurların değişen dış koşullara bağlı olduğu düşünüldüğünde, yapısal etkinlik dış koşulları kapsamakta ve uygulanan ekonomik ve sosyal politikalar sonucunda ortaya çıkmaktadır.

### **Kaynak Dağılım Etkinliği.**

Yapısal ve teknik etkinliğin birlikte gerçekleştiği, KVB' nin fiyat kısıtlamaları ve davranışsal hedefleri tarafından belirlenen, geliri en üst düzeye çıkararak veya maliyetleri en aza indiren başka bir üretim olanakları kümesinin bir alt kümesi vardır. Hem teknik hem de yapısal etkinliğe sahip olan bir KVB' nin, üretimini davranışsal amacına hizmet edecek şekilde üretim olanakları kümesinin ekonomik bir alt kümesi içinde gerçekleştiriyorsa, "kaynak dağıtım etkinliğine" sahip olduğu söylenir (Yavuz, 2003). Dağılım etkinliği, kaynak etkinliği ve teknik etkenlikten farklıdır, çünkü en uygun maliyetli veya en yüksek getiriye sağlama şeklinde

doğrudan bir davranışsal amaç içerir. Burada asıl olan; bu iki hedeften hangisinin daha öncelikli olduğu ve kaynakların bu öncelik altında dağılım göstermesidir.

### **Ölçek Etkinliği.**

Üreticinin optimum ölçek seviyesinde üretim yapabilme kabiliyeti ölçek etkinliği olarak tanımlanmaktadır (Kılıçkaplan & Karpat, 2004). Ölçek etkinliğinde KVB' nin bireysel etkinliği yerine sosyal bir etkinlik vardır. Başka bir bakış açısıyla, ölçek etkinliği, en istenen ölçek boyutuna yakın olmak olarak tanımlanmaktadır. En verimli ölçek boyutunu izah edilmesinden önce ele alınması gereken bir diğer konu da ölçeğe göre getiri tanımlamasıdır.

Uzun vadede ölçek değıştikçe girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkiyi tanımlamak için ölçeğe göre getiri kullanılır. Uzun dönemde üretim faktörlerinin hiçbiri sabit olmadığı için tüm girdilerin miktarı artırıldığında çıktıdaki değışime bağılı olarak üç durum söz konusudur (Özkan, 2004).

- a. Ölçeğe Sabit Getiriler: Tüm girdi bileşenlerinde aynı artış oranı eğer çıktı değışkenlerinde de aynı artış oranına sebep oluyorsa ölçeğe göre sabit getiri (CRS),
- b. Ölçeğe Göre Azalan Getiriler: Tüm girdi bileşenlerindeki aynı artış oranı çıktıda daha az artışa neden oluyorsa, ölçeğe göre azalan getiriler (DRS),
- c. Artan Ölçek Getirisi: Tüm girdi bileşenlerindeki aynı artış oranı çıktıda daha büyük bir artışa neden oluyorsa, ölçeğe göre artan bir getiri (IRS) vardır.

Ölçeğe göre artan ve azalan getiriler, ölçeğe göre değışken getiriler (VRS) başlığı altında incelenmektedir. Genel olarak, ölçek değıştikçe kullanılan faktör miktarı artar, firma önce artan getiri, sonra sabit getiri ve son olarak azalan getiri aşamasına ulaşır. Ancak tüm aşamalarda da üretim teknolojisi değışmez, sadece ölçek değışir.

Yukarıda açıklanan ölçeğe dönüş kavramları, Banker tarafından birden fazla girdi ve çıktı içeren üretim süreçleri için bir üretim olanakları seti veya kümesi (ÜOK) yardımıyla şu şekilde tanımlanmaktadır (Tarım, 2001).

ÜOK,  $T = \{ (\vec{x}, \vec{y}) : \vec{y} \geq 0, \vec{x} \geq 0 \}$  dan elde edilebilir ve etkin sınırdaki tanımlanan  $(\vec{x}, \vec{y})$  noktasında ölçeğe dönüş ve getiri değeri  $\rho$  ise;

$$\rho = \lim_{\beta \rightarrow 1} \frac{\alpha(\beta)-1}{\beta-1} \text{ ve } \alpha(\beta) = \max \{ \alpha | (\beta\vec{x}, \alpha\vec{y}) \in T \}, \beta > 0 \text{ olmak üzere şekilde ifade edilmektedir (Banker, 1984).}$$

$\rho$ ' nın alacağı büyüklüklere göre ölçeğe dönüş kavramları şu şekilde açıklanabilir: KVB için  $\rho > 1$  ise; girdi bileşimini sabit tutarak girdilerdeki bir artış, çıktı bileşimi sabit tutulduğu sürece çıktılarda daha büyük bir artışa neden olur. Bu, ölçeğe göre artan getiriye gösterir.

Benzer şekilde, eğer  $\rho < 1$  ise; ölçeğe göre azalan getiriler ve  $\rho = 1$  olduğunda ölçeğe göre sabit getiriler söz konusudur. Ölçeğe göre getiri; belirli bir noktanın  $(\vec{x}, \vec{y})$  küçük bir yakın konum etrafındaki etkin üretim yüzeyi olarak da ifade edilebilir.

Yukarıda açıklanan çok girdili ve çok çıktılı durum için en etkin ölçek büyüklüğü ile ölçeğe göre getiri arasındaki ilişki yine Banker tarafından şu şekilde açıklanmaktadır:

Tek girdi ve tek çıktılı üretim süreçlerinde, en büyük verimli ölçek büyüklüğü; Birim girdi için en çok çıktı üretiminin gerçekleştiği ölçek boyutudur. Ardından,  $(\vec{x}_S, \vec{y}_S) \in T$  üretim karışımının en büyük verimli ölçek boyutu olması için; ancak ve ancak diğer tüm olası üretim karışimleri  $(\beta\vec{x}_S, \alpha\vec{y}_S) \in T$  için  $\alpha/\beta < 1$  koşulunu sağlamalıdır (Adang, 2007).

### **Toplam Etkinlik.**

Teknik etkinlik ve ölçek etkinliği birlikte kullanılarak toplam etkinliği oluşturur ve şu şekilde ifade edilir (Banker, Charnes, & Cooper, 1984);

$$\text{Toplam Etkinlik} = \text{Teknik Etkinlik} * \text{Ölçek Etkinliği}$$

Formülden de anlaşılacağı üzere bir KVB' nin toplam etkinlik değeri teknik ve ölçek etkinlik değerlerinin çarpılmasıyla bulunmaktadır. Diğer bir ifade ile bir KVB' nin toplam etkin olması için hem ölçek hem de teknik olarak etkinliğinin sağlanması şarttır. KVB' nin tam etkin olmaması durumunda iki şey göz önünde bulundurulur: ya KVB kendi etkin olmayan faaliyetlerinden dolayı etkinsizdir, teknik yetersizlik durumu vardır veya olumsuz koşullardan dolayı bir etkinsizlik, yani ölçek etkinsizliği vardır. Etkin olmama durumlarına sebep olan faktörleri ayırt ederek önlem almak gerekir.

### **Ekonomik Etkinlik.**

Ekonomik etkinlik, teknik etkinlikten daha geniş bir kavram olarak kabul edilir ve fiyat etkinliği ile toplam etkinliği içerir. Matematiksel olarak;

$$\text{Ekonomik Etkinlik} = \text{Fiyat Etkinliği} * \text{Toplam Etkinlik}$$

(Tarım, 2001) olarak ifade edilir. Bu formülden de anlaşılacağı üzere tahsis ve toplam etkinlik durumundan sonra ekonomik etkinlik ortaya çıkmakta ilk iki etkinliğin çarpımı olarak ifade edilmektedir. Ekonomik olarak etkinsiz bir KVB' nin etkin olmayışı, teknik veya tahsis etkin olmayışından kaynaklanmaktadır. Bu, girdi ve çıktı açısından şu şekilde tanımlanabilir:

KVB, çıktılarını elde etmek için gereğinden fazla girdi kullanarak teknik olamama durumu gösterir veya girdi fiyatları açısından yanlış girdi kombinasyonu kullanarak fiyat etkinliğine ulaşmaz.

Çıktı açısından bakıldığında; KVB, mevcut girdi değişkenleri ile mümkün olandan daha az çıktı üreterek teknik etkin olma durumuna ulaşamaz veya mevcut çıktı fiyatları dikkate alındığında yanlış çıktı bileşimi üreterek fiyat etkinliğine, dolayısıyla ekonomik etkin olma haline ulaşamaz.

### **Etkililik**

Etkililik kavramı yerine en çok karıştırılan ve kullanılan kavramlardan biri de etkinlik kavramıdır. Etkililik, verimlilik veya kaynak kullanımı gibi araçlarla değil, doğrudan çıktılarla ilgili bir kavramdır. Kısacası, etkililik; ulaşılacak bir hedefi, yeni bir performans standardına ulaşılması veya tüm kısıtlamalar kaldırıldığında mümkün olan en iyi bir potansiyeli içerir (Baş & Artar, 1990). Tanım kullanılarak aşağıdaki eşitlik yazılmıştır (Üzeyme, 1987);

$$\text{Etkililik} = (\text{Fiili Çıktı})/(\text{Belirlenen Çıktı})$$

Etkililiğin bir diğer tanımı ise; örgütün amaçlarını gerçekleştirebilme derecesi olarak tanımlanmıştır (Norman & Stoker, 1992). Tanımdan da anlaşılacağı gibi etkinlik, kaynakların ve araçların nasıl kullanıldığı ile doğrudan ilgili bir kavram iken, etkililik ise faaliyet biriminin hedeflerine ilişkin bir kavramdır. Kâr amaçlı olsun ya da olmasın, faaliyet birimlerinin üretim sürecinde kaynakları rasyonel kullanarak verimliliği artırarak ne kadar üretim yapılabileceğini bilmeleri büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla birçok araştırma yapılmış, farklı etkinlik ve verimlilik ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. En popüler ve yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri, Farrell tarafından önerilen karşılaştırmalı verimlilik ölçüm yöntemidir.

### **Farrell' in Teknik, Fiyat ve Toplam Etkinlik Yaklaşımı**

1957 yılında Farrell, "Üretken Verimliliğin Ölçülmesi" başlıklı çalışmasında, bir endüstride üretim verimliliğinin ölçülmesinin ekonomik planlamada önemli olduğunu vurgularken, bugüne kadar yapılan çalışmalarda sadece işgücünün ölçülmesi gerektiği kabulünün ekonomik planlamada tatmin edici sonuçlar vermediği görülmüştür (Farrell, 1957). Çalışmasında, çıktı ve girdilerin ağırlıklı ortalamalarını karşılaştırarak o günlerde kullanılan verimlilik endekslerinin yarattığı sorunlara da değinilmiştir.

Çalışmasında amaç olarak, üretimde yer alan tüm girdileri kullanan ancak şu anda kullanılan yöntemlerin eksikliklerini içermeyen bir verimlilik ölçüsü geliştirmek olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca Farrell, önerdiği verimlilik ölçümü ile 1951 yılında Debreu' nun

kaynak kullanım katsayısı arasındaki benzerliği vurgulamıştır. Debreu ise yaptığı çalışmada teknik verimliliğin miktarını ve maliyetini hesaplamıştır (Debreu, 1951).

Farrell yaptığı çalışmada sırasıyla teknik etkinlik, fiyat etkinliği ve toplam etkinlik tanımlarını rakamlarla açıklamış ve bu teorik bilgilerden sonra ABD' de 48 eyaletten tarımsal istatistiklerden yararlanarak her eyaletin tarımsal verimliliğini ölçmüştür. Çalışmada girdi olarak; emek, harcamalar, sermaye ve tarım arazisi; çıktı olarak ise tarımsal üretimden elde edilen gelir kullanılmıştır. Burada tarımsal bilginin kullanımı iki nedene dayandırılmıştır: Birincisi ABD' de tarımsal bilgiye erişim kolaylığı, diğeri ise; tarımsal çıktıların homojenlik özelliği olarak ifade edilmektedir. Ancak tarım arazilerinin girdi olarak kullanılmasının homojenliği olumsuz etkilediği de Farrell tarafından vurgulanmaktadır.

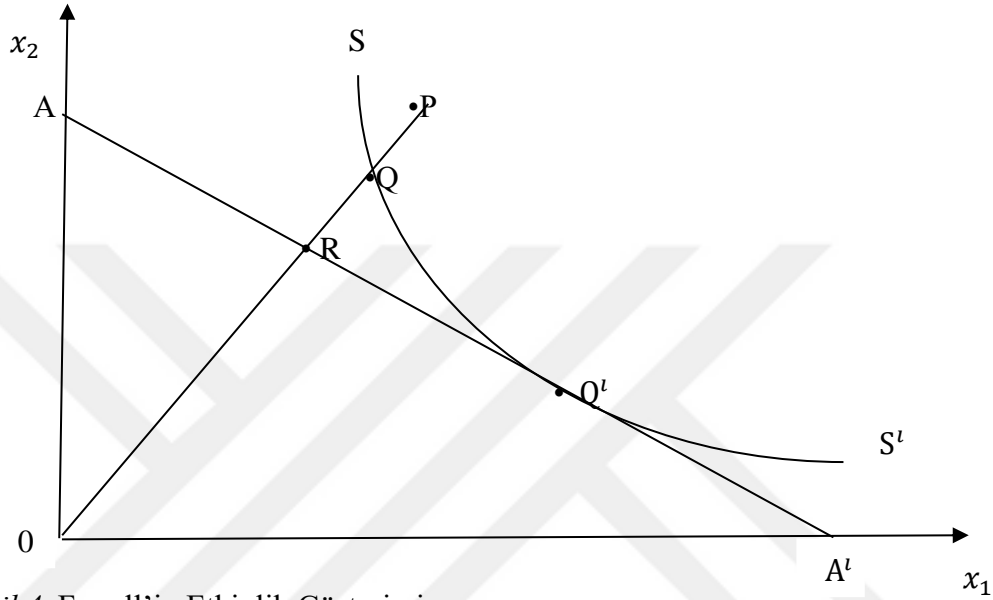
Farrell tarafından önerilen karşılaştırmalı etkinlik ölçüm yöntemi, tarımda etkinlik ölçümleri için farklı bölgelerden alınan veriler kullanılarak da uygulanmıştır (Farrell & Fieldhouse, 1962). Kullanılan yöntem sadece tarımda değil sanayi kollarında da geliştirilerek uygulanmaya başlanmıştır.

Farrell' in üretim fonksiyonunu bir limit olarak yorumlamasıyla geliştirdiği yaklaşım, günümüzde birçok verimlilik ölçüm tekniğinin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Sınır kavramı burada; üretim fonksiyonunun da üretim setinin üst sınırı olarak kabul edilmesi anlamında yorumlanabilir. Günümüzde, Farrell' in verimlilik ölçüsü, sınır karşılaştırmalarıyla neredeyse eşanlamlı olarak kullanılmaktadır.

Farrell, bir firmanın teknik etkin oluşu, verilen girdilerle mümkün olduğu kadar çok çıktı üretme başarısı olarak tanımlamıştır. Teknik etkinlik, fiyat etkinliği ve toplam etkinlik, eş-ürün ve eş-maliyet eğrileri kullanılarak iki girdili ve tek bir çıktılı bir üretim süreci örneğinde gösterilmektedir. Verilen örnek, ölçeğe göre sabit getiri ve verimli üretim fonksiyonu varsayımları altında uygulanmaktadır. Etkin üretim fonksiyonunun bilindiği varsayımına dayandığından, bu fonksiyonun ve dolayısıyla eş-ürün eğrisinin belirlenmesi gerekmektedir. Etkin üretim fonksiyonu; yine Farrell tarafından, verimliliği ölçülecek firma ile aynı sektörde faaliyet gösteren en verimli firmanın, üretim faktörlerinin çeşitli kombinasyonları sonucunda üretebildiği üretimi gösteren fonksiyon olarak tanımlanmaktadır. Farrell' in makalesinde aşağıda Şekil 4 ile gösterilen etkinlik tanımlaması görsel olarak açıklanmaktadır.

Şekil 4' de; iki girdi kullanılarak tek bir çıktının üretildiği endüstride etkin üretim fonksiyonunun eş-ürün eğrisi  $SS^1$  ile gösterilir. Farklı miktarlarda girdi kullanarak, farklı çıktı miktarlarına sahip üç firma belirlenip, bu firmalar Şekil 4' de P, Q ve Q' olarak gösterilmektedir.

Q ve P firmaları incelendiğinde, Q firmasının P firmasından daha verimli çalıştığı görülebilir. Q, P ile aynı çıktıyı ürettiğinden, OQ/OP oranında her faktörden daha az kullanarak üretmiştir. Diğer bir deyişle; Q, aynı girdiyle OP/OQ oranı kadar çıktı üretebilir. OQ/OP oranına P firmasının "teknik etkinlik değeri" denir. Teknik etkinliği olan firmalar için bu oran %100 olarak elde edilir. Q şirketi verimli üretim sınırındadır ve teknik etkinlik değeri de %100'dür.



Şekil 4. Farrell'in Etkinlik Gösterimi

Şekil 4' te girdi fiyatlarına bağlı olarak belirlenen eşit maliyet doğrusu da AA' ile gösterilmiştir. Q ve Q' firmalarının teknik olarak etkin olacağı görülmektedir. Fakat girdi fiyatları dikkate alındığında optimum üretim noktasının Q' olduğu görülmektedir. Q' noktasının bir birim çıktısını üretmenin maliyeti de Q noktasına göre OR/OQ oranından daha azdır.

Bu oran Q firmasının "fiyat etkinliğini" değerini ifade eder. Öte yandan, görece olarak etkin olmayan P firmasının fiyat etkinliği de Q firmasının fiyat etkinliği değeri ile aynıdır.

Toplam etkinlik kavramı Farrell tarafından şu şekilde tanımlanır;

Toplam Etkinlik = Tahsis Etkinliği \* Teknik Etkinlik

Verilen denklemi kullanarak, teknik olarak etkin Q firmasının toplam etkinliği, tahsis etkinliği ile aynı çıkmaktadır.

P' nin toplam etkinliği ;

$$(OR/OQ) * (OQ/OP) = OR/OP$$

Oranı şeklinde bulunmaktadır.

Hem teknik olarak etkin hem de fiyat olarak etkin olan Q' firmasının toplam etkinliği 1' dir. Görüldüğü gibi Farrell tarafından önerilen bu etkinlik ölçüm yönteminde fiyat etkinliği ile teknik etkinlik arasındaki fark belirlenebilmektedir. Yöntemde, sanayi dalındaki firmalar karşılaştırılırken, firma ölçeği dikkate alınarak yani ölçek boyutu eklenerek Farrell yöntemi daha genel bir yapıya kavuşturulmuştur (Farrell, 1957).

Farrell'in 1957 'deki çalışmasını takiben, genel ve parametrik sınır fonksiyonlarından VZA modellerinin tanıtımına kadar, üstü kapalı da olsa etkinlik, kavram ve örnekleri içeren çeşitli çalışmalara rastlamak mümkündür. Bu çalışmalardan en dikkat çekici olanı; tarım ekonomistleri tarafından Berkeley kentinde daha sonraları ise 1967 yılında Boles tarafından geliştirilen doğrusal programlama modelinin kullanılmasıdır (Boles, 1966). Boles' in kullandığı modelin, Hoffman' ın 1957 yılında Farrell' in tanımına dayalı olarak elde ettiği modelle aynı olduğu görülmektedir (Forsund & Sarafoglou, 2002).

### **Verim ve Verimlilik**

Üretkenlik anlamına gelen verim; işletmenin mevcut kaynak potansiyeli ile bu potansiyelin ürün veya hizmet üretimi için kullanılan kısmı ile olan arasındaki ilişkiyi gösteren bir kavram olarak tanımlanabilir. Bu tanımlarda işletmenin amaçlarından ziyade araçlarına yönelik bir kavram olduğu vurgulanmıştır. Tanımdan da anlaşılacağı üzere; işletme tarafından üretilen veya üretilmesi planlanan çıktılar; miktar, oran, parasal değer vb. nitelikleri ile ilgisi olmayan bu kavram, doğrudan üretim için kaynakların tüketimine yöneliktir. Bu durumda verimlilik, işletmenin potansiyel kaynaklarının mümkün olan en üst düzeyde kullanılıp kullanılmadığını ayırt etmede bir rehber olsa da hizmet ve bilgi organizasyonlarında performansı belirleyen temel bir boyut değildir. Verim boyutunda, potansiyel kaynaklar ve kullanılan kaynaklar iki farklı oranda incelenir. Bu oranlar verim oranları ve girdi kullanım oranları diye ikiye ayrılmışlardır (Akal, 2002).

Verimlilik oranları, potansiyel kaynaklardan yararlanma seviyesi, göreceli olarak incelendiğinde bu oranlar kullanılmaktadır. Gerek teknik gerekse yönetsel nedenlerden dolayı işletmelerin hiçbiri potansiyel kaynaklarının tamamını kullanamamakta, ancak yine de optimum bir seviye bulunmaktadır. Bu seviye, potansiyel kaynaklardaki kaçınılmaz kayıpları hesaba katan bir performans seviyesidir ve verim oranı bu seviyeye bağlıdır. Bu durum aşağıda verilen;

$$\text{Verim Oranı} = (\text{Tüketilmesi Beklenen Kaynaklar})/(\text{Tüketilen Kaynaklar}) * 100$$

denklemleri ile temsil edilir.

Verim oranları, potansiyel kaynaklardan yararlanma düzeyini göreceli olarak kabul ederken, girdilerden yararlanma oranları, bu seviyeyi mutlak bir değer olarak almaktadır. Girdilerden faydalanma oranları üretim sürecinde fiilen kullanılan girdiler ile kullanılabilir gücü veya potansiyel gücü arasında bir karşılaştırma yapar. İşletmenin mevcut üretim kaynaklarının durumuna göre;

$$\text{Girdilerin Kullanım Oranı} = (\text{Fiili Girdi} / \text{Kullanılabilir Girdi}) * 100$$

Denklemleri ile temsil edilir. Görüldüğü gibi girdilerden yararlanma oranında; karşılaştırma, fiili girdi kullanımı ve mevcut koşullar altında mevcut tüm potansiyel girdi miktarı dikkate alınarak yapılır. Ancak bunun ne kadar verimli olduğu sorusuna getiri oranları cevap vermektedir.

En basit tanımıyla üretkenlik olarak da bilinen verimlilik, çıktının girdiye oranıdır. Çoğu zaman verimlilik yerine kullanılabilir bir kavramdır. Verimlilik ve üretkenlik birbirinin yerine kullanılabilen iki terim olsa da anlamsal ve işlevsel olarak farklılık gösterirler. Verimlilik göreceli bir kavram değildir. İncelenen karar birimlerinin etkinliğini birbirinden bağımsız olarak ölçmek mümkündür.

Çalışmalarda ilk kez, Agricola'nın madeni topraktan çıkarma yöntemlerini ve çıkarılan cevherin zenginleştirilmesini anlatan De Re Metallica (1530) adlı eserinde kullanılan verim, M.Ö. 18. yüzyıl fizyokratları. Le Littre (1833) üretkenliği "üretme yeteneği" olarak tanımlamıştır. Francois Quesnay, "İktisadi Teoriler Üzerine Tarihsel Perspektif" adlı çalışmasında üretkenlik; tarımda gerçek refahın kaynağı olarak kabul edilmektedir (Kök & Deliktaş, 2003).

20. yüzyıldan itibaren; ekonomistler, verimlilik; bunu üretim ve üretim girdileri arasındaki oran olarak tanımlamaya başlamışlardır. Verimlilik kavramı, Albert Aftalion'un 1911'de "Üç Verimlilik ve Gelir Kavramı" başlıklı makalesinin yayınlanmasıyla tam anlamını kazanmıştır. Günümüzde verimlilik kavramının çok farklı anlamlarda kullanıldığı görülmektedir. En geniş anlamda verimlilik; belirli bir çıktıyı en az maliyetle üretmektir. Dar anlamda; üretim odaklı bir kavram olup ağırlıklı olarak etkinlik ve etkililik bileşenlerinden oluşmaktadır. Fakat verimlilik, yenilikçilik ve çalışma yaşamı kalitesi gibi performans boyutlarını da içermektedir (Kök, 1991).

Ekonomi açısından; üretim sürecinde mevcut girdilerle mümkün olduğu kadar çok çıktı üretmek anlamına gelir ve mühendislik açısından gerçek çıktı ile istenen çıktıyı karşılaştırmak için kullanılır (Koçer, 1974).

Verimlilik, üretim sürecinde girdi değişkenlerinin kaynak olarak ne mükemmel kullanıldığının bir ölçüsü olarak da tanımlanmaktadır (Yamak, 1990). Matematiksel olarak, Prokopenko verimliliği çıktıların girdilere oranıdır;

$$\text{Verimlilik} = \text{Çıktı/Girdi}$$

şeklinde basitçe ifade ifade etmiştir (Yamak, 1990).

Bu matematiksel ilişkiye göre verimlilik, belirli bir süre sonunda üretilen ürün ve hizmetler olarak adlandırılan çıktı ile bir üretimde bu üretimi gerçekleştirmek için kullanılan üretim kaynakları adı verilen girdinin oranlanmasıyla elde edilen bir katsayı olarak düşünülebilir (Prokopenko, 1999).

Bu oranı koordinat sisteminde çizilen bir doğrunun veya ışının eğimi ile de izah edebiliriz. Koordinat sistemindeki apsisi girdi, ordinatı çıktı olarak aldığımızda (0,0) noktasından başlayıp 1. bölgedeki karar birimlerini temsil eden noktalardan geçen her bir ışının eğimi, her bir karar biriminin verimlilik değerini vermektedir.

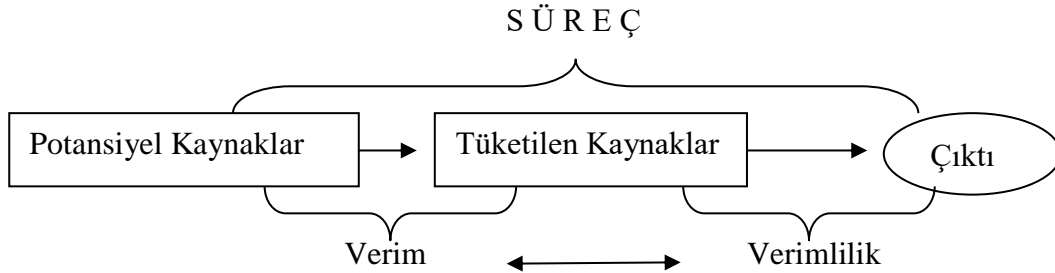
En yüksek etkinliğe sahip karar biriminin ölçek büyüklüğü Banker tarafından en etkin ölçek büyüklüğü olarak tanımlanmıştır. Bu optimum ölçek boyutunun altına veya üstüne çıkıldığında karar birimlerinin etkinliğinin azaldığı gözlemlenmektedir.

Alpugan ise verimliliği; işletmenin rasyonellik ilkesi alt başlığına dahil etmiş ve bunu bir firmanın rasyonel sayılabilmesinin koşullarından biri olarak göstermiştir. Buna göre; Belirli bir teknik güce sahip işletmeler en az harcama, işçilik, zaman, enerji ve hammadde ile üretim yapmaktadır. Bu güç, verimliliğin gücüdür. Bu anlayış kapsamında verimlilik, iç düzen ve uyumun bir sonucu olarak görülmektedir. İşletmede üretim unsurları arasında her yönden uyum varsa hiçbir unsurda atıl üretim gücü kalmayacak ve her bir üretim unsurunun verimliliği maksimum ölçüyü bulacaktır. Jackson ve Peterson'ın 1999 yılındaki çalışmasında verimlilik şu şekilde formüleleştirilerek anlatılmıştır (Alpugan, 1997):

$$\text{Verimlilik} = \text{Etkinlik} \times \text{Etkililik} = (\text{Katma Değer Zaman}) / (\text{Toplam Zaman})$$

Yukarıdaki tanımlar dikkate alındığında verimliliğin üretim odaklı bir kavram olarak ele alınması, etkili olmak ve etkin olmak kavramlarını içermesi kaçınılmazdır. Kısacası verimlilik, ne kadar kaynağın kullanıldığının ve ne kadar etkili sonuçlara ulaşıldığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Diğer bir deyişle verimlilik; endüstrinin aşağıdaki önlemlere ne kadar yakın olduğunun kapsamlı bir ölçüsüdür. Bu önlemler: Amaçlar, aktivite, etkinlik ve karşılaştırılabilirlik olarak bağlıca sayılmıştır (Lawyor, 1985).

Tanımlar çerçevesinde; verim ve verimlilik arasındaki ilişki ve farklılıklar şu şekilde açıklanabilir: Verim, işletmenin potansiyel kaynakları ile bu kaynakların tüketilen kısmı arasındaki ilişkiyi incelerken verimlilik ise; tüketilen kaynaklar ile elde edilen çıktılar, yani kaynakları ürün veya hizmetlere dönüştürme gücü arasındaki ilişkiyi araştırır.



Şekil 5. Verim ve Verimlilik İlişkisi

Verimlilik tanımları genellikle girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkiyi ifade eder. Tek bir girdi ve çıktının olduğu bir üretim sürecinde hesaplanması kolay olan bu oran, girdisi ve çıktısı çok olan üretim süreçleri için hesaplanması biraz daha karmaşıktır. Özellikle işletmenin üretim sürecinde kullandığı üretim unsurlarının birden fazla olduğu durumlarda verimlilik hesabında tüm girdi ve çıktıların birleştirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Tüm girdilerin tek bir girdiye dönüştürülmesiyle oluşan yeni girdiye sanal girdi, tüm çıktıların tek çıktıya indirgenmesi sonucu oluşan çıktıya ise sanal çıktı denir (Tarım, 2001). Tüm girdi ve çıktıların dikkate alındığı “Çıktı/Girdi” oranı, toplam faktör verimliliğini ifade eder. Burada karşılaşılan temel sorun; tek bir girdi ve çıktı faktörüne dönüştürülmesinde her bir girdi ve çıktıların bu faktöre hangi ağırlıklarda dahil edilebileceği durumudur.

Diğer taraftan; üretim sürecinde kullanılan girdileri tek bir girdiye dönüştürmek yerine çıktıyı her bir girdiye göre derecelendirmek de mümkündür. Bu oran, üretimin her bir unsurunun verimliliğini gösterecektir. Tüm üretim faktörleri hakkında ancak ortalamaları dahilinde bilgi veren bir diğer verimlilik kavramı ise “kısmi verimlilik” tir (Yavuz, 2003). Kısmi verimlilik arzu edilmesi halinde tüm üretim faktörleri için ayrı ayrı hesaplanabilir.

Toplam faktör verimliliği hesaplanırken tüm girdi ve çıktıların dikkate alınması idealdir. Ancak bazı uygulamalarda tüm girdiler dikkate alınmaz. Bu şekilde oluşturulan verimlilik kriterine "çok faktörlü üretkenlik" tanımlaması yapılmıştır.

Basit oran yaklaşımı, çok girdili ve çok çıktılı üretim süreçlerinin verimliliğini ölçmede yetersiz kalmaktadır. Bunun yerine toplam faktör verimliliği kavramı kullanılmaktadır. VZA yöntemi, toplam çıktıların toplam girdilere oranı olan toplam faktör verimliliğinin eksikliğini ortadan kaldırmak için geliştirilmiş bir uygulamadır. Literatürde, örgütlerin performansını

artırmak için ne kadar kaynak harcadığını incelemek ve verimlilik kavramına ilişkin karşılaştırmalı değerlendirmeler yapmak amacıyla oluşturulan verimlilik analizi yöntemleri; oran analizi, regresyon analizi, serbest dağılıma yaklaşımı, serbest atılabilir zarf ve VZA şeklinde sıralanmıştır (Karahana & Özgür, 2009). Bu çalışmada gelecek bölümde VZA ayrıntılı olarak açıklanmıştır ve uygulamada VZA modeli kullanılmıştır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### Veri Zarflama Analizi (VZA)

#### Veri Zarflama Analizinin Tarihsel Gelişimi

18. yüzyılda Pierre de Maupertius, doğanın hareket halindeki tüm nesnelere için en verimli yolu seçtiğini belirtmekte ve Asgari Eylem İlkesini ortaya koyarak bunun diğer disiplinlere uygulanacağına inanmakta olduğu görülmüştür. Fikirleri diğer bilim adamları tarafından incelenmiş, ancak yalnızca bir doktrin olarak kalmıştır. Bu düşüncenin etkinlik fikrinin temelini oluşturduğu kabuller arasında en başta gelmektedir (Nathanson, Higgins, Giglio, & Munshi, 2003).

Etkinlik ölçümünde sıkça başvurulan VZA, 1950'li yıllarda ekonometristler tarafından önemli bir konu olarak görülen etkinlik analizine dayanmaktadır. Bu konudaki ana çalışma Tjalling C. Koopmans tarafından yapılmıştır. Parametrik olmayan etkinlik analizindeki ilk çalışma Farrell tarafından yayınlanırken (Farrell M. J., 1957), Gerard Debrau'nun çalışması Koopmans'ın teknik verimliliğin tanımı üzerine çalışmasını takip etmiştir (Ruggiero, 2000). Çalışmada birden fazla girdi değişkeni ve tek bir çıktı değişkeni kullanılmasına rağmen, etkinlik ölçme uygulaması için kurulan doğrusal denklem sistemi, birden fazla çıktı için etkinlik durumlarının hesaplanmasına temel oluşturmaktadır.

Farrell'in 1957'deki çalışmasını takiben, genel ve parametrik sınır fonksiyonlarından VZA modellerinin tanıtımına kadar, üstü kapalı da olsa etkinlikler, kavramlar ve örnekler içeren çeşitli çalışmalara rastlamak mümkündür. Bu çalışmalardan en önemlileri; 1967 yılında tarım ekonomistleri tarafından Boles tarafından geliştirilen doğrusal programlama modelinin kullanıldığı daha önceki bölümde anlatılmaktadır (Boles J. N., 1966). Farrell ve Fieldhouse'un

(1962) doğrusal programlama modelini yorumlayan ve birden fazla çıktının olduğu durumlarda bu modelin nasıl formüle edileceğini gösteren Boles, bu çalışmayı herhangi bir dergide makale olarak yayınlamamış, yaptığı haliyle bırakmıştır. (Forsund & Sarafoglou, 2003). Ancak Boles tarafından tanımlanan doğrusal programlama modeli, VZA' nın ilk modelini en çok yansıtan modeldir (Forsund F. R., 2002).

VZA, ilk olarak Edwardo Rhodes' un WW Cooper' ın gözetiminde Carnegie Mellon Üniversitesi' ndeki doktora çalışması sırasında keşfedildi. Çalışmada; bir eğitim programının etkilerinin katılımcılar ve katılmayanlar açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu çalışmada, Rhodes önce regresyon ve korelasyon tekniklerini denemiş, ancak sonuçları tatmin edici bulamayınca farklı teknikler aramıştır (Cooper, 2005). Araştırma sırasında Rhodes, Farrell' in çalışmasındaki modeli fark ederek çalışılmış olan kesirli programlama modelini VZA adı verilen doğrusal programlama modeline uyarladı. 1978' de, Avrupa Yöneylem Araştırmaları Dergisi' nde, Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından yayınlanarak günümüzde Oran Formu olarak adlandırılan VZA modelini göstermiştir (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978).

Charnes ve diğerlerinin 1957 yılında çekici performans verimliliğini belirlemede Farrell' in teorik yaklaşımına dayalı olarak kurdukları VZA adı verilen model, tanıtılmasından sonra ve özellikle motorun teknik etkinliğinin ölçülmesi için çok daha fazla ilgi görmeye başlamıştır (Seiford, 1997). Kamu sektörünün karar birimleri VZA kullanımında güçlü birer araç haline gelmişlerdir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımının geçerli olduğu ortaya çıkan ilk CCR modelleri, önceleri kamu sektöründe etkinliğin ölçülmesinde kullanılırken, günümüzde çok farklı alanlarda kullanıldığı görülmektedir. VZA' nın geliştirilmesine yönelik temel çalışmalardan bir diğeri de Banker, Charnes ve Cooper(BCC)' ın ölçeğe göre değişken getirilere dayalı BCC modellerinin geliştirildiği çalışmadır. CCR modellerine dışbükeylik kısıtı eklenerek geliştirilen bu modellerin ortaya çıkmasından önce Sidney N. Afridat' ın (1972) kısıt üzerine yaptığı çalışma dikkat çok çekmesine karşın yeterince anlaşılammıştır

CCR ve BCC modellerinin ortaya çıkmasıyla birlikte VZA' nın teorik gelişimine katkı sağlayacak çalışmalar hız kazanmaya başlamıştır. Bu çalışmalar şu başlıklar altında toplanmıştır:

- Yönteme genel bir teorik çerçeve kazandırmak,
- Ölçek etkililiğini ölçmeye yönelik çalışmalar,
- Düşen oranlar kavramının ölçülmesine yönelik çalışmalar,
- Kontrol edilebilir ve kontrol edilemeyen girdi ve çıktılar öneren çalışmalar,
- VZA' nın parametrik yöntemlerle karşılaştırılması,

- İşletmelerin zaman içindeki göreceli etkinliğinin ölçülmesi,
- Girdi ve çıktı ağırlıklarının sınırlandırılmasına yönelik çalışmalar, (Yolalan, 1993).

1978-1995 yılları arasında VZA üzerine yapılan tüm çalışmalar incelenmiştir ve çalışmada 700 yayına ulaşılmıştır (Seiford L. M., 1996). Seiford' un 1978-1999 yıllarını kapsayan bir başka bibliyografik çalışmasında ise yaklaşık 1.500 esere ulaşılmıştır. (Cooper, Seiford, & Tone, 2000). Bu çalışma VZA ile ilgili tüm teknik araştırmaları, makaleleri, tezleri ve incelemeleri içermektedir.

Reisman, çalışmasında VZA' nın çok yeni bir yöntem olmasına rağmen birçok alanda ve gerçek dünya problemlerinin çözümünde kullanılan bir yöntem olduğunu belirtirken, VZA' nın diğer yöntemlerle ilişkisine vurgu yapmıştır (Reisman, 2004). Bu yöntemlerden bazıları; doğrusal olmayan programlama, simülasyon, çok değişkenli ve parametrik olmayan istatistik, sinir ağları, genetik algoritma, oyun teorisi, tamsayı programlama, hedef programlama ve çok amaçlı doğrusal programlama şeklinde sayılmıştır.

Günümüzde internet üzerinden yapılan araştırmalarda VZA ile ilgili binlerce esere rastlanmaktadır (Ray, 2004). VZA' nın kullanıldığı farklı alanlar genel olarak şu şekilde sıralanmaktadır: Finans sektörü, sağlık, eğitim, spor, mahkeme, polis, askeri kuruluşlar, cezaevleri, Ar-Ge çalışmaları ve telekomünikasyon, restoran veya mağaza zincirler, ulaştırma, havaalanı, liman, demiryolu vb., tarım, turizm, pazarlama ve reklam, personel alımı, stok seçimi, AIDS tedavisi vb.

Yazılım teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak birçok farklı alanda kullanılan farklı VZA modellerinin çözümü için farklı programlar geliştirilmiştir. Bu programlar başlıca LINDO, DEAP, DEA-Solver, EMS gibi sayılmaktadır. Bu gelişmenin VZA' nın kullanımını kolaylaştırdığı ve yaygın olarak kullanılmasının bir nedeni olduğu söylenebilir.

### **Etkinlik Değerleri**

Veri zarflama analizinde karar birimlerinin etkinlik değerleri genellikle 0 ile 1 arasında bir değer olarak hesaplanır. Etkinlik değeri 1 olan karar birimleri etkin olarak tanımlanır ve etkinlik sınırını belirler. Etkinlik puanı 1' den farklı olan karar verme birimleri görece etkin olmayan birimlerdir.

### **Referans Kümesi**

Veri zarflama analizinde, göreceli olarak etkisiz karar verme birimlerinin her biri için, bir referans kümesi olarak nispeten aktif karar verme birimlerinden oluşan bir grup oluşturulur.

Yani etkin karar verme birimleri, etkin olmayanlar için belirli yoğunluk değerleri ile referans alınmaktadır.

### **Verilerin Elde Edilebilirliği ve Güvenilirliği**

Veri zarflama analizinde, göreceli etkinliğin ölçülmesinde tüm karar verme birimlerinin girdi ve çıktı verilerinin eksiksiz olması gerekir. Verileri eksik olan karar verme birimi analiz dışı bırakılabilir. Sonuç olarak, aktivite limiti değişebilir. Bu durumda ya bu karar verme birimleri bazı değişikliklerle analizde tutulur ya da eksik girdi ve çıktıların yerini alan başka bir değişken analize dahil edilir.

Analizlerde güvenilir kaynaklardan girdi ve çıktı verilerinin elde edilmesi güvenilirlik açısından oldukça önemlidir. Şüpheli verilerle yapılan analiz sonuçları, karar alma birimleri hakkında yapılan yorumlar ve geliştirilen politikalar sağlıklı olmayacaktır.

### **Etkin Olmayan Birimler İçin İyileştirme**

Etkin olmayan karar verme birimlerinin her biri için hedef değerlerin belirlenmesi, veri zarflama analizinin en önemli yönlerinden biridir. Referans setindeki etkin karar verme birimlerinin verilerine bakılarak aktif olmayan birimler için hedef değerler ve olası iyileştirmeler belirlenir. Bu sayede karar vericiler birimleri etkin kılmak için daha rahat politikalar geliştirebilirler.

Veri zarflama analizinin son aşamasında etkin ve etkisiz karar verme birimleri hakkında genel bir değerlendirme yapılır.

### **Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları**

VZA ile etkinlik değerlendirmesinde üç merhale vardır (Golany & Roll, 1989):

1. Analiz edilecek KVB' lerin belirlenmesi ve seçimi,
2. Seçilen KVB' lerin göreceli etkinliğinin değerlendirilmesi için uygun girdi ve çıktı faktörü değişkenlerine tespit edilmesi,
3. VZA modellerinin uygulanması ve sonuçların değerlendirilmesi.

Bu aşamaların her biri birkaç adımda gerçeķleştirilmekte olup belirtilen üç aşama ve aşamalarda yer alan adımlar aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

#### **Karar Birimlerinin Tanımlanması ve Seçilmesi.**

VZA' da etkinlik ölçüm sürecinde ilk adım, değerlendirilecek faktörlerin belirlenmesidir. VZA' da değerlendirme yapılacak bu faktör birimleri; analizde, birbirlerine

benzeyen ve aynı özelliklere sahip birimler olmalıdırlar. Bu duruma kısaca birimlerin homojenliği denir. Bu birimler, aynı girdiyi kullanarak aynı çıktıyı üretmektedirler. KVB' ler diye adlandırılan birimler VZA' da değişkenlere sahip ve analiz edilecek faktörlerdir. (Cooper, Seiford, & Tone, 2000).

VZA modelinde seçilecek KVB' lerin homojen olmaları yani birimler aynı girdileri kullanarak aynı çıktıları elde etmelidir çok önemlidir. Analizde kullanılacak KVB 'ler dikkatli bir şekilde belirlenmelidir. Çünkü dahil edilmemesi gereken bir birimin dahil edilmesi veya analizden çıkarılması gereken bir birimin çıkarılması, farklı sonuçların hesaplanmasına ve hatalı politikaların geliştirilmesine neden olabilir.

VZA' da KVB' lerin seçimi kadar sayısı da önemlidir. KVB' ler homojen olmakla birlikte bir görüşe göre girdi ve çıktı değişkenlerinin toplamının en az üç katı sayıda bulunmalı, girdiler arttıkça çıktılar azalmamalı ve her iki tarafın yoğunluğu dengelenmelidir. Bu varsayımların sağlanması sağlıklı sonuçlar alınmasını sağlayacaktır (Wang, 2017). Başka bir görüşte ise KVB' lerin sayısının girdi ve çıktı sayısının en az iki katı olması gerektiği ifade edilmiştir.

VZA, bu karşılaştırılabilir KVB' lerin performansını iyileştirmek için göreceli etkinlik durumlarını hesaplamak için yaygın kullanımı olan bir tekniktir. KVB' ler mevcut yönetimlerinden dolayı performans farklılıklarına sahiptir ve bu performans seviyeleri ölçülebilir niteliktedir. Bu nedenle karşılaştırmanın anlamlı olması için homojen KVB' ler aranır ve aralarındaki farklar açıklanmaktadır (Golany & Roll, 1989).

Homojen KVB' ler aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdırlar:

- a. Aynı hedef için benzer hizmetleri yapmalıdır.
- b. Tüm KVB' ler aynı piyasa koşullarında çalışmalıdır.
- c. KVB' lerin performanslarını tanımlayan girdiler ve çıktılar, yoğunluk ve boyut farklılıkları dışında benzer özellikler göstermelidirler.

Analiz edilecek KVB' lerin özelliklerinin yanı sıra sayılarına da karar verilmelidir. KVB' lerin sayısına karar verirken iki farklı husus vardır. KVB' lerin sayısı büyük olmalıdır. Böylece etkinlik sınırını oluşturacak KVB' lerin yüksek performanslı birimlerden elde edilme olasılığı artacaktır. Sayı arttıkça girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkiler tanımlanacak, daha fazla girdi ve çıktı analize dahil edilecektir.

KVB sayısı ile ilgili ilk kural aşağıdaki gibidir: KVB sayısı; girdi ve çıktı sayısının en az iki katı olmalıdır (Dyson, Allen, Camanho, Podinovski, & Sarr, 2001). KVB' lerin sayısı için önerilen diğer bir kural şudur: n KVB, m girdi ve s çıktı olmak üzere;

$$n \geq \max \{ m \times s, 3 \times (m + s) \}$$

şeklinde olmalıdır (Cooper, et al., 2001).

Öte yandan KVB'lerin çok sayıda olması KVB'lerin homojenliğini bozma durumu ile karşılaşılacaktır. Bu durumlar, bazı ilgisiz dış faktörlerin analize karışarak sonuçları etkileme olasılığını artıracaktır. Bilindiği gibi, VZA göreceli etkinlik durumlarını hesaplar. Gözlem kümesinde yetersiz sayıda KVB bulunduğu ise serbestlik derecesi problemi ortaya çıkmaktadır. Serbestlik derecesi ne kadar küçük olursa, gözlem setindeki tüm KVB'lerin etkin olma olasılığı o kadar yüksek olur. KVB sayısı yeterince yüksek tutularak ve uygun serbestlik derecesi elde edilerek ölçüm sonuçları anlamlı olacaktır (Tiryaki, 2001). Ayrıca; toplam girdi ve çıktı sayısının KVB sayısına yaklaştığı uygulamalarda, sonuçların yorumlanmasında dikkatli olunmalıdır (Amy, Levary, & Shaner, 2000).

VZA değerlendirme sürecine girecek KVB sayısı iki sınırdan etkilenir. Bunlardan birincisi olarak; örgütsel, fiziksel ve bölgesel sınırlamalardır. Diğeri ise zaman boyutudur. Uzun süreler, konuda önemli değişiklikleri gizlerken, kısa süreler KVB'lerle ilgili eksik faaliyetlerin görünümünü verir. Bu noktada verilecek karar; yan etkileri içermeyen bir karşılaştırma yapılmadan önce ne kadar geriye gidilmesi gerektiği ile ilgilidir. KVB'lerin setine karar verilirken dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta; analizde KVB'lerin genel karakteriyle çelişecek olan aykırı karar birimlerinin ve zaman periyotlarının ortadan kaldırılmasıdır. Yine de; eleme işlemi, danışman ve uzmanların önerileri alınarak dikkatli bir şekilde yapılmalıdır.

### **Girdi ve Çıktı Faktörlerinin Belirlenmesi.**

VZA sonuçları, analizde kullanılan girdiler ve çıktılara ait değişken veri setine dayanmaktadır. Farklı girdi ve çıktı değişkenlerinin kullanılması tamamen farklı sonuçlara yol açabilir. Ancak, analize dahil edilecek girdi ve çıktıların seçimine dair yol gösterici çalışma ve tavsiyelere literatürde çok az yer bulunmaktadır (Wagner & Shimshak, 2007).

KVB'lerin göreceli etkinliği, seçilen girdiler ve çıktılar tarafından belirlenir. Bu nedenle kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri son derece önemlidir. Seçilecek girdi ve çıktılar tüm KVB'ler için ortak olmalıdır. Eksik oluşturulmuş girdi ve çıktı setleri, KVB'lerin faaliyetlerinin olması gerekenden farklı gösterilmesine neden olabilir. Çok fazla girdi ve çıktı, etkin ve etkin olmayan birimleri ayırt etmeyi zorlaştırabilir. Bu durumda, güçlü bir korelasyona sahip verilerden biri çıkarılabilir.

Girdilerin ve çıktıların seçiminde; konuyla ilgili çoğu zaman uzman görüşleri, geçmiş tecrübeler ve finansal kuramlar yol gösterici kabul edilmişlerdir. Golany ve Roll, başlangıçta

dikkate alınan değişken sayısının oldukça fazla olması gerektiğini belirtmişlerdir (Golany & Roll, 1989). KVB tarafından kullanılan kaynaklara girdi, KVB' nin kaynaklarını hizmetlere veya ürünlere dönüştürdüğünde elde edilenlere ise çıktı denir. Ayrıca üretim sürecini etkileyen çevresel değişkenler de bu ilk listede yer almaktadır. Belirlenen bu değişkenlerin sayısal sınırlılığına ilişkin çeşitli görüşler ileri sürülmüştür. Girdi ve çıktıların sınırlandırılmasına ilişkin olarak Boussofiane ve diğerlerinin çalışmasında; girdi ve çıktı değişkenlerinin toplam sayısının, analize dahil edilen KVB' lerin sayısının 1/3' ünden fazla olmaması gerektiği tartışılmıştır (Boussofiane, Dyson, & Thanassoulis, 1991).

VZA' da gerektiği kadar çok girdi ve çıktı kullanımından ziyade mümkün olduğunca az kullanmak esastır. Girdi ve çıktı sayısı arttıkça modelin boyutu artmakta ve analizin ayırt etme gücü azalmaktadır. Konuya farklı bir yaklaşım ise; Tankersley' nin çalışmasında belirttiği gibi, VZA' daki girdi değişkenlerinin sayısının, çıktı değişkenlerinin sayısından fazla olması gereğinin ifade edilmesidir (Tankersley & Tankersley, 1996).

Değişken sayısını azaltmanın yolu regresyon ve korelasyon analizleridir (Lewin, Morey, & Cook, 1982). Bu yaklaşımda; Bir değişkenin modeldeki değişkenlerle yüksek bir korelasyonu varsa bu değişkene ihtiyaç duyulmaz. Bu durumda, model girdiler ve çıktılar arasında düşük korelasyonlar gösterecektir.

VZA modellerine eklenecek değişkenlerle ilgili Norman ve Stoker tarafından önerilen yöntemde, analize tek girdi ve tek çıktılı bir model ile başlanması gereği olmuştur (Wagner & Shimshak, 2007). Tüm KVB' ler için etkinlik değerleri hesaplanır ve daha sonra korelasyon değerlerine göre diğer değişkenler de modele eklenir. Fakat yeni eklenen değişkenlerin analize dahil edilmesi için istatistiksel korelasyonun yeterli olmadığı belirtilerek eklenen değişkenin performansı neden etkilediği mantıksal neden ilişkisinin belirtilmesi gerekmektedir.

Değişken seçimi konusunda son zamanlarda yapılan çalışmalardan biri, hem ileriye dönük hem de geriye dönük olan adım adım değişken seçimi yaklaşımıdır (Wagner & Shimshak, 2007). Bu yöntemde; VZA modeli, başlangıç listesindeki tüm girdi ve çıktılar kullanılarak uygulanmakta ve her bir KVB' nin etkinliği hesaplanmaktadır. Ardından, KVB' lerin etkinlik değerleri, her bir girdi ve çıktı analizden çıkarılarak yeniden hesaplanır. Her KVB için başlangıçta elde edilen etkinlik değeri ile girdi ve çıktıların çıkarılmasıyla elde edilen etkinlik skorları arasındaki fark alınarak aritmetik ortalama hesaplanır. Diğer bir deyişle, en küçük aritmetik ortalamaya sahip olan başlangıç etkinliği değerinden en az farkı yaratan girdi veya çıktıya sahip model başlangıç modeli olarak kabul edilir ve süreç sadece bir girdi ve çıktı kalana kadar devam eder.

VZA yaklaşımının performansı ölçmedeki sonuçları aşağıdaki gibidir:

- Etkin olarak ölçülen KVB' ler
- Analizde etkinsiz olan KVB' ler
- Etkin olmayan KVB' ler de tespit edilen kaynak fazlalığı
- Etkin olmayan KVB' lerin mevcut girdi düzeyleri ve olması gereken çıktı düzeyleri
- Etkin olan KVB' lerden etkin olmayanlar için referans kümelerinin oluşturulması.

### **VZA Modellerinin Seçimi, Uygulanması ve Sonuçların Analizi.**

VZA ile etkinlik değerlendirmesinde üçüncü adım, model seçimi, uygulanması ve elde edilen sonuçların analizidir. VZA' da model tercih karmaşasının çözümü için bazı çalışmalar Pastor ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (Pastor, Gomez, & Sirvent, 2002). Cinca ve Molinero tarafından da farklı yöntemler kullanılmıştır (Cinca & Molinero, 2004). İlgili yöntemler, tezin ilerleyen bölümlerinde; modeller, uygun model seçimi, seçilen modelin uygulanması ve sonuçların yorumlanması yer verilmiştir.

### **Veri Zarflama Analizi Modelleri**

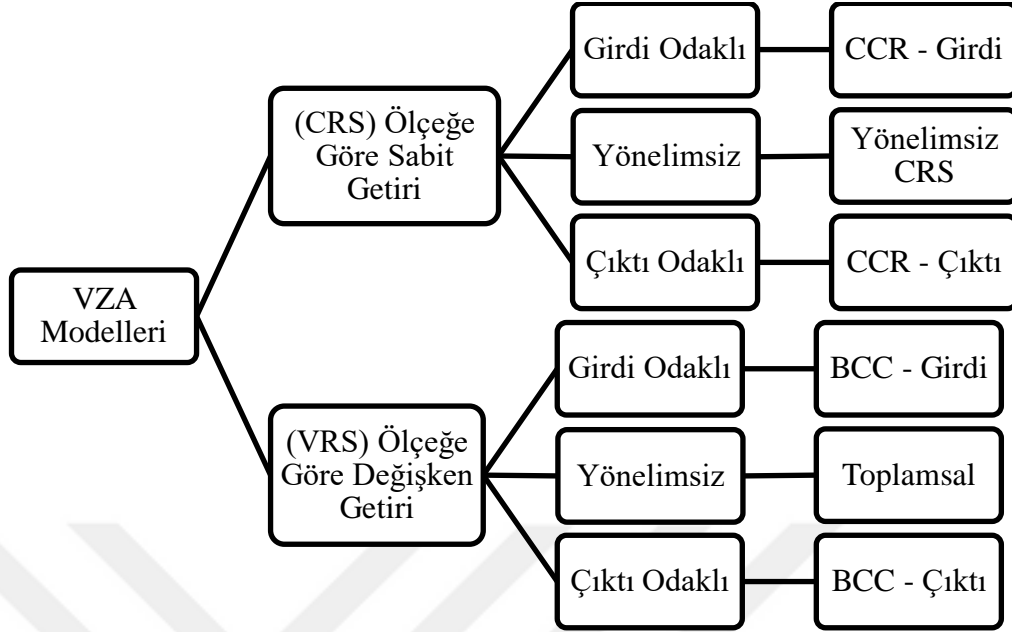
VZA modelleri, farklı kıstaslar dikkate alınarak farklı şekilde gruplandırılmaktadır. Girdi ve çıktı için ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında; kesir ağırlıklı ve zarflama modellerini içeren CCR modellerinin yanı sıra ölçüğe göre değişken getiri varsayımını kabul eden BCC modellerinin yaygın kullanımı ile birlikte günümüzde farklı sınıflandırmalara sahip birçok farklı modele de rastlamak mümkündür (Adler, Friedman, & Stern, 2002).

VZA modelleri Tablo 1' de görüldüğü gibi genel olarak üç model olarak sınıflandırılmıştır (Lewin & Seiford, 1997)

Tablo 1. VZA Modelleri

<b>Model</b>	<b>Zarf Yüzeyi</b>	<b>Yönelim</b>
CCR Modeli	CRS	Girdi ve çıktı
BCC Modeli	VRS	Girdi ve çıktı
Toplamsal Model	CRS veya VRS	Hiçbiri

Charnes ve arkadaşlarının ölçek türlerine göre sınıflandırması ise aşağıdaki gibi Şekil 6' da gösterilmektedir (Charnes A. , Cooper, Lewin, & Seiford, 2000).



Şekil 6. VZA Modelleri ve Uygulamaları

VZA modellerinin incelenmesinde modeller ile ilgili açıklamalar tartışılmaktadır. Tezin bu bölümünde model seçim kararında dikkate alınması gereken bazı ilkeler ele alınacaktır. Özellikle girdi ve çıktı için model seçimi, karar vericinin girdi ve çıktı üzerindeki takdirine bağlanmıştır. Başka bir deyişle; karar vericinin girdi üzerinde kontrolü varsa girdi odaklı modeller tercih edilir ve karar vericinin çıktı üzerinde kontrolü varsa çıktı odaklı modeller tercih edilir.

Model seçiminde dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise; geçerli veri yapısıdır. Analistler genellikle girdi odaklı modelleri tercih ederler çünkü girdi kullanımını karar verme sürecinde birincil faktördür. Diğer taraftan; bazı endüstrilerde firmalar sabit üretim faktörleri ile çalıştıkları için bu firmalar mevcut girdilerle mümkün olan en fazla çıktıyı hedeflemektedirler. Bu durumda çıktı odaklı modeller tercih edilmektedir (Deliktaş, 2006).

Öte yandan CCR modelleri ile KVB' lerin toplam etkinlik sonuçları hakkında bilgi elde edilirken, BCC modelleri ile teknik etkinlik değerlerine ulaşmak mümkündür. Bütün bunlarla birlikte hem ağırlıklı hem de zarflı modelleri; etkin olmayan KVB' ler tarafından örnek alınması gereken etkinlik ölçütlerini ve KVB' leri göstermektedirler. Ayrıca zarflama modelleri etkinlik sınırına ulaşmada hedef girdi ve çıktı seviyelerini gösterir. Bununla birlikte ağırlıklı model, etkinlik ölçüsünün gücü hakkında bilgi sağlar.

Modelleme genel olarak Tablo 1' deki gibi üç gruba ayrılır: CCR modeli, BCC modeli ve Toplamsal model. KVB' lerin etkinliğini artırmanın iki yolu vardır: Birincisi, çıktıları sabit tutarak girdi miktarını azaltarak girdi odaklı modelleme. İkincisi ise girdileri sabit tutup çıktı miktarlarını artırarak çıktı odaklı modellemedir.

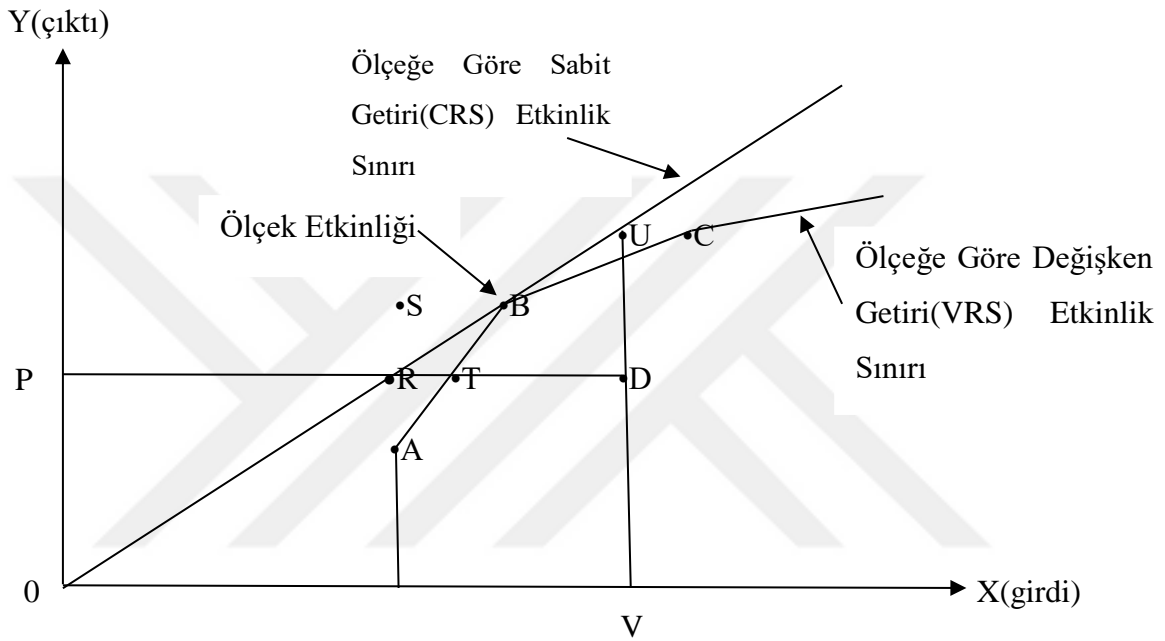
Girdi odaklı VZA modelinin daha çok sağlık alanındaki VZA çalışmalarında kullanıldığı görülmüştür. Karar biriminin üretim miktarlarını düşürmeden üretimde kullanılan girdi miktarlarının orantısal olarak ne kadar azaltılabileceği belirlenmeye çalışılırsa girdi odaklı etkinliğe, mevcut girdi seti değiştirilmeden ne kadar üretim miktarlarının orantılı olarak artırılabilirliği söz konusu olduğunda ise çıktı odaklı etkinliğe bakmanın daha doğru olduğu kabul edilmektedir (Şahin, 2009).

Eğer söz konusu sağlıklı, çıktıların planlanması ve çıktılar üzerinde doğrudan kontrol ve müdahaleye sahip olmak zordur; ancak sağlık alanındaki VZA çalışmalarında girdiler üzerinde daha fazla kontrol olması nedeniyle genellikle girdi odaklı modelin kullanılması tercih edilmektedir (Özcan, 2008). Bu modellerin en temel olanı CCR ve BCC modelleridir. Bu modelleri ölçeğe göre sabit getiriler ve ölçeğe göre değişken getiriler olarak iki ana gruba ayırarak daha kolay anlamak ve analiz etmek mümkündür. Ayrıca, CCR ve BCC modelleri gibi temel VZA modelleri dışında, girdi ve çıktı yönelimli olduğu söylenemeyen verimlilik ölçümü için VZA modelleri arasında toplamsal model tercih edilmektedir. Girdi odaklı olmak, belirli çıktı miktarlarının en verimli şekilde elde edilebilmesi için en uygun girdi miktarının nasıl kullanılması gerektiğinin ve girdi miktarında meydana gelebilecek değişimlerin incelenmesi anlamına gelmektedir. Çıktı odaklı olmak girdi odaklı olmanın tam tersi olup girdi miktarlarını sabit tutarak çıktı miktarlarında oluşabilecek değişikliklerin incelenmesi olarak tanımlanmaktadır.

Şahin (1998)' in ölçeğe göre getiri ve yönelimlere göre yaptığı gruplandırmaya göre ölçeğe göre sabit getiri (CRS) modelleri girdiye yönelik CCR ve çıktıya yönelik CCR modelleri iken; Ölçeğe göre değişken getiri (VRS) modelleri, girdi odaklı BCC ve çıktı odaklı BCC' dir. Ölçeğe göre sabit getiri olan modellerde girdi miktarındaki herhangi bir artış çıktı miktarında aynı oranda gerçekleşirken, ölçeğe göre değişken getiri olan modellerde girdi miktarındaki her bir artış miktarında çıktı farklı oranlarda görülmektedir.

CCR ve BCC modellerini daha iyi anlamak için VZA modellerinin temel kavramları önceki bölümlerde yer almıştır. Özellikle ölçeğe göre sabit ve değişken getirilerle faaliyetlerin nasıl ölçüldüğü ve ölçek etkinliği gibi kavramların ne anlama geldiği üzerinde durulmuştur.

Aşağıdaki grafik, VRS tarafından oluşturulan etkin sınırı ve CRS tarafından çizilen etkinlik sınırlarını çizgisel olarak göstermektedir. A, B, C, D, R, S ve T karar birimleri olmakla birlikte, etkinlik sınırları kullanılarak her bir karar biriminin etkin olup olmadığı kolaylıkla belirlenebilir. Şekil 7' ye göre D noktası sabit ve değişken ölçeğe göre etkin bir karar birimi olarak görünmemektedir. D noktasının referans grubu, giriş yönelimli modellerde AB doğru parçası ve çıkış yönelimli modellerde BC doğru parçasıdır. Her iki yaklaşımla elde edilecek etkinlik değerleri farklıdır.



Şekil 7. Etkinlik Sınırları ve Ölçek Etkinliği

A ve C noktaları CRS etkinlik sınırında olmayıp ve sabit gelir varsayımına göre etkin değildir. Ancak ölçeğe göre değişken getiri varsayımına göre A ve C noktaları etkin sınır üzerinde yer aldıklarından dolayı etkin karar birimleri olmuşlardır.

Etkinlik kriteri, D noktasının CRS etkinlik sınırına göre girdi odaklı ise  $|PR|/|PD|$  oranı kadar, çıktı odaklıysa  $|VD|/|VU|$  oranı kadardır. VRS etkinlik sınırında ise, girdi odaklı ise  $|RD|/|PD|$  oranı kadar eğer çıktı odaklı ise  $|VD|/|DU|$  oranına kadar olmaktadır.

Ölçek etkinliği ve ölçek etkin olmayışı, Şekil 7' de ölçeğe göre sabit getirilerin etkin sınırı ile ölçeğe göre değişken getirilerin etkin sınırı arasındaki mesafe olarak ifade edilir. B noktası, her iki etkin sınır üzerinde konumlandığından dolayı ölçek etkinliğini temsil etme durumunda optimal noktadır. Bu optimal noktanın altında konumlanan T ve S noktaları ölçeğe göre artan getiri alanını (IRS), B noktasının üzerinde konumlanmış olan C noktası ise azalan getiri alanını (DRS) temsil eder. Girdi ve çıktılardaki değişkenler kombinasyonu, DRS

alanındaki nokta optimal noktaya ulaşana kadar azaltılmalı, IRS alanındaki noktalarda ise girdiler ve çıktılar kombinasyonunu artırmalıdır. D noktasının sabit ölçek etkinlik sınırına göre teknik etkin olmayışı RD mesafesi kadardır, değişken ölçek etkin sınırına göre ise TD mesafesi kadardır. Bu iki mesafe arasındaki fark, RT mesafesi ise ölçek etkinsizliğini temsil eder. Ölçek etkililiği 1' den küçük ise ölçeğin etkinsiz olduğuna, CRS ve VRS etkinlik değerlerinin ikisinde de 1' eşit olası durumunda ölçeğin etkili olduğu söylenmektedir. (Coelli, Rao, & Battese, 1998).

### **Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) Modelleri.**

İlk kez 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında geliştirilen modeller, bu kişilerin adlarının baş harfleri ile anılmaktadır. CCR modelleri yardımıyla KVB' lerin toplam etkinlik skorları elde edilir. KVB' lerin CCR açısından etkin sayılabilmeleri için hem teknik açıdan etkin olmalı hem de ölçek açısından etkin olmaları gerekir. CCR modelleri girdi ve çıktı açısından incelenmekte ve bu modeller için oran (kesirli), ağırlıklı (değer tabanlı) ve zarflama modelleri farklı bilgilere erişim ve çözüm kolaylığı açısından ayrıştırmaktadır. En verimli çıktı düzeyine ulaşmak için çıktı düzeyini değiştirmeden girdiyi azaltmayı tercih eden model girdi odaklı CCR modelidir. Girdi odaklı modellerde, belirli bir çıktı kombinasyonunu en verimli şekilde elde etmek için en uygun girdi kombinasyonunun ne olması gerektiği araştırılır. Diğer bir deyişle; girdi odaklı VZA' da, belirli bir çıktı düzeyi garanti edildikten sonra girdi düzeyini en aza indirmeyi amaçlayan bir model çözümü uygulanmaktadır.

Charnes ve diğerleri tarafından önerilen ilk model KVB' lerin etkinliğini ölçmek için oran modelidir.  $m$  girdi kullanarak  $p$  çıktı üreten  $n$  KVB' den oluşan bir gözlem setinde;  $k$ . inci KVB' nin girdi yönelimli oran modeli aşağıdaki Tablo 2' de gösterilmektedir (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978).

Modeldeki karar değişkenleri  $u_r$ ,  $r$ . inci çıktının marjinal biriminin atfedilen değeri,  $v_i$  ise,  $i$ . inci girdinin marjinal birimine atfedilen değer olarak kabul edilir (Thanassoulis, 2001).

Buraya;  $x_{ij} > 0$ ,  $j$ . inci üretimde KVB tarafından kullanılan  $i$ . girdi miktarı;  $y_{rj} > 0$  ise;  $r$ . inci çıktı miktarını temsil eder. Bu değerler teorik olduğu kadar geçmiş gözlemlerden de elde edilebilir (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978).

$k$ . inci KVB' nin etkinlik değerini en üst düzeye çıkarmak için seçilen girdi ve çıktı ağırlıkları, gözlem kümesindeki diğer KVB' lere uygulandığında, diğer KVB' ler için oranın 1' den küçük veya 1' e eşit olması şartı dikkate alınmalıdır. Model bir bütün olarak ele alındığında amaç fonksiyonunda maksimize edilmek istenen oranın da kısıtlar arasında yer aldığı

görülmektedir. Bu nedenle amaç fonksiyonu en fazla “1” değerini alabilir. Diğer bir deyişle;  $\max E_k$  ile ifade edilen amaç fonksiyonu  $0 < E_k \leq 1$  aralığında yer almaktadır.

Modelde  $u_r \geq 0$  ve  $v_i \geq 0$  eşitsizliklerinin oluşturduğu problem; CCR tarafından verilen bir örnekle  $u_r \geq \varepsilon$  ve  $v_i \geq \varepsilon$  olarak dönüştürülmüştür. Diğer kısıtlamalar aynı kalmakla birlikte, bu yeni modeller “Archimedyan Olmayan Modeller” olarak adlandırılır (Fare & Hunsoker, 1986). Modellerde  $\varepsilon$ ' nun  $10^{-5}$  veya  $10^{-6}$  olarak seçilmesi tavsiye edilse de (Charnes & Cooper, 1984), Fare ve ark. Cooper ve ark.' larının makalelerindeki örnekten hareketle  $\varepsilon$  seçimi için farklı bir çözüm önerdikleri görülmektedir (Fare & Hunsoker, 1986).

Girdi odaklı VZA modelleri; yalnızca etkin olmayan karar birimlerini tespit etmez. Aynı zamanda etkin kullanılmayan kaynak ve miktarların gösterilmesinin yanı sıra etkin olmayan karar birimleri için referans setinin belirlenmesine yardımcı olur. Etkin olmayan bir KVB için örnek olarak alabileceği referans seti şu şekilde tanımlanır:

$$R_k = \{ j / \lambda_j > 0, j \in 1, 2, 3, \dots, N \}$$

Bir KVB' nin referans grubuna dahil edilebilmesi için; KVB' nin  $\lambda$  değeri  $\lambda_j > 0$  olmalıdır. Etkin olan karar birimlerinin referans grubunda sadece kendileri olacak ve  $\lambda = 1$  olarak bulunacaktır. Etkin olmayan karar birimlerinde;  $\lambda_j = 0$  olur.

Referans seti; etkinsiz karar birimlerini etkin olma sınırına taşıyacak ve performanslarında iyileştirmeler sağlayarak, hedef girdi-çıkıtı seviyelerini temsil eden sanal bir karar biriminin kurulmasını sağlamış olacaktır. Oluşturulan bu sanal KVB; etkinliği ölçülen karar biriminin referans kümesindeki etkin karar birimlerinin doğrusal birleşimidir (Tarım, 2001). Sanal karar biriminin sanal girdileri, etkin olmayan karar biriminin referans olarak aldığı karar birimlerinin girdilerinin ağırlıklı ortalamalarıdır. Benzer şekilde çıktılarda referans alınan karar birimlerinin ağırlıklı çıktılarından oluşur (Anderson, Sweeney, & Williams, 2001). Sanal karar biriminde gerçekleşen etkinlik seviyesinin etkin olmayan karar birimine göre daha yüksek olduğunun garantisi kısıtlayıcı fonksiyonlar yardımıyla sağlanmaktadır. Referans grubundaki etkin birimlerin katkılarına “sanal ağırlıklar” denir.

Modelin çözümünde elde edilen  $\lambda_j$  sadece referans kümesinin oluşturulmasında değil aynı zamanda ölçüğe dönüşüm belirlenmesinde de yol göstericidir (Cook & Zhu, 2005). Buna göre;

1. Modelin çözümünde  $\lambda_j > 1$  elde edilirse; KVB' nin çalıştığı ölçek türünde “azalan ölçüğe göre getiri” (DRS),

2.  $\lambda_j = 1$  olduğunda, ilgili karar biriminin faaliyet gösterdiği ölçek türünde “ölçeğe sabit getiri” (CRS),

3.  $\lambda_j < 1$  olduğunda karar biriminin çalıştığı ölçek tipinde “artan ölçeğe dönüş” özelliği (IRS) gösterdiği görülmektedir.

Çıktı odaklı modeller ise belirli bir girdi kombinasyonu ile ne kadar çıktı kombinasyonunun elde edilebileceğini araştırır (Coelli, Prasada Rao, & Battese, 2001). Çıktıya yönelik VZA modelleri, çeşitli nedenlerle girdi düzeyinde herhangi bir değişiklik mümkün olmadığında çıktı miktarlarını artırmayı amaçlayan modellerdir. Bu modeller yardımıyla hangi çıktının eksik olduğu ve ne kadar artırılacağı gibi bilgilere ulaşılabildiği gibi etkin olmayan karar birimleri için bir referans seti de tanımlanabilir. Kısacası, mevcut girdi seviyesini ve girdi derecesini değiştirmeden verimlilik için çıktıyı artırmayı tercih eden model çıktı odaklı CCR modelidir.

CCR modelinin girdi ve çıktı odaklı, kesirli ve doğrusal modelleri aşağıdaki Tablo 2 ve Tablo 3'te gösterilmektedir. Modeldeki Değişkenler;

$v_i$ ,  $i$ . inci girişine atanan ağırlık.

$u_r$ , etkinliği değerlendirilen KVB' nin  $r$ . inci çıktısına atanan ağırlık olarak tanımlanır.

Modelde verilen  $u_r \geq \varepsilon$  ve  $v_i \geq \varepsilon$  kısıtları; KVB' nin verimliliğini maksimize ederken herhangi bir girdi veya çıktının ihmal edilmesini engeller. Böylece karar biriminin tek bir girdi veya çıktıya daha fazla ağırlık vermesi ve diğer girdi ve çıktıları göz ardı etmesinden kaynaklanan rahatsızlık ortadan kalkar.

Amaç fonksiyonu  $\min E_k$ ,  $1 \leq E_k < \infty$  aralığındadır.

Eğer  $E_k=1$  ise; “KVB etkin” denir ve  $E_k=1$  olduğundan  $\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1$  dir. Normalizasyon kısıtı nedeniyle etkin karar birimi için;

$$-\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} + \sum_{j=1}^m v_i X_{ij} = 0 \text{ elde edilmektedir.}$$

Etkin olmayan karar birimleri için;  $E_k > 1$  dir. Modelin çözülmesiyle elde edilen  $E_k$  kullanılarak KVB' nin toplam çıktı verimi  $1/E_k$  olarak hesaplanmıştır. Etkin değil  $k$ .ıncı KVB için;

$R_k = \{ j : \sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} = \sum_{j=1}^m v_i X_{ij}, j=1,2,3,\dots,N \}$  bir  $R_k$  kümesi olarak tanımlanır

(Bircan, Zontul, & Kaynar, 2005).

Bu grup, karar birimi  $k$  için referans grubunu oluşturur. Etkinlik sınırındaki karar birimleri, etkin olmayan karar birimleri için referans grubunu tanımlar. Etkin olmayan karar birimleri, çıktılarını belirli bir oranda artırarak referans grubunu oluşturan karar birimlerine benzetmeye çalışacaktır. Modelin çözümü sonucunda elde edilen KVB' lerin girdi ve çıktı ağırlıkları da önemli bilgiler taşımaktadır. Çözüm sonucunda elde edilen  $u_r$  ve  $v_i$  değerleri, ilgili KVB' nin etkinlik durumunu maksimize etmek için karar birimi için tercih edilen ağırlıkları göstermekte ve bu ağırlıklar aynı zamanda üretim faktörleri arasındaki marjinal ikame oranlarını da göstermektedir (Yolalan, 1993).

Çıktı odaklı zarflama modelleri; sadece etkinsiz karar birimlerini tespit etmekle kalmaz, aynı zamanda etkin kullanılmayan kaynakları ve miktarları da gösterir ve etkin olmayan karar birimleri için referans setini de belirleyebilir. Etkin olmayan bir KVB için örnek alabileceği referans seti şu şekilde tanımlanır (Aydemir, 2002):

$$R_k = \{ j : \gamma_j > 0, j = 1, 2, 3, \dots, N \}$$

Bir KVB' nin referans grubuna dahil edilebilmesi için KVB' nin  $\gamma_j > 0$  mevcut olması gerekir. Etkin karar birimlerinin referans grubunda sadece kendileri olacak ve  $\gamma_j = 1$  olarak bulunacaktır. Aktif olmayan karar birimlerinde;  $\gamma_j = 0$ .

Referans seti; etkinsiz karar birimlerini etkin olma sınırına taşıyacak ve performanslarında iyileştirmeler sağlayacak, hedef girdi-çıktı seviyelerini temsil eden sanal bir karar biriminin oluşturulmasına sebep olacaktır. Oluşturulan bu sanal karar verme birimi; etkinsiz olan KVB' nin referans kümesindeki etkin karar birimlerinin doğrusal birleşimidir (Tarım, 2001). Varsayımsal karar biriminin sanal girdileri, etkin olmayan karar biriminin referans olarak aldığı karar birimlerinin girdilerinin ağırlıklı ortalamalarıdır. Ayrıca çıktı değerleri ise referans alınan karar birimlerinin ağırlıklı çıktılarından oluşur. Sanal karar biriminde gerçekleşen etkinlik düzeyinin etkin olmayan karar biriminden daha yüksek olduğunun garantisi kısıtlayıcı fonksiyonlar yardımıyla sağlanmaktadır (Anderson, Sweeney, & Williams, 2001). Referans grubundaki etkin birimlerin katkılarına “sanal ağırlıklar” denir.

Modelin çözümünde elde edilen  $\gamma_j$  sadece referans kümesinin oluşturulmasına değil aynı zamanda ölçeğe dönüşün belirlenmesine de rehberlik etmektedir. Buna göre;

1. Modelin çözümünde  $\gamma_j > 1$  elde edilirse; KVB' nin çalıştığı ölçek türünde azalan ölçeğe getiri (DRS),
2.  $\gamma_j = 1$  olduğunda, ilgili karar biriminin çalıştığı ölçek türünde ölçeğe sabit getiri (CRS),

3.  $\gamma_j < 1$  olduğunda; artan ölçeğe göre getiriler (IRS), karar biriminin çalıştığı ölçek türünde geçerlidir.

CRS kapsamında girdi ve çıktı odaklı modellerin çözümünden elde edilen toplam etkinlik ölçüleri birbirine eşit olduğundan, KVB girdi için toplam etkinse çıktı için de toplam etkindir denilmektedir. Bu durumda; Girdi veya çıktı için herhangi bir etkinlik değeri ölçüsü, CRS kapsamında bir KVB' nin etkinliğini ölçmek için kullanılabilir.

Tablo 2. CCR Kesirli Modelleri

Girdiye Yönelik CCR Modeli	Çıktıya Yönelik CCR Modeli
$E_k = \max \frac{(\sum_{r=1}^p u_r y_{rk})}{(\sum_{i=1}^m v_i x_{ik})}$	$E_k = \min \frac{(\sum_{i=1}^m v_i x_{ik})}{(\sum_{r=1}^p u_r y_{rk})}$
$\frac{\sum_{r=1}^p u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$	$\frac{\sum_{r=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^p u_r y_{rj}} \geq 1$
$u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon$	$u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon$

Tablo 3. CCR Doğrusal Modelleri

Girdiye Yönelik CCR Modeli	Çıktıya Yönelik CCR Modeli
$E_k = \max \sum_{r=1}^p u_r y_{rk}$	$E_k = \min \sum_{r=1}^m v_i x_{ik}$
$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$	$\sum_{r=1}^p u_r y_{rk} = 1$
$\sum_{r=1}^p u_r y_{rj} - \sum_{j=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$	$\sum_{r=1}^p u_r y_{rj} - \sum_{j=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$
$u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon$	$u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon$

(Budak, 2011)

Kullanılan denklemlerde;

$E_k$ : k. karar verme biriminin etkinlik değeri,

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

$v_j$ : k. karar verme birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık,

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

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

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

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

$\varepsilon$ : Çok küçük pozitif sayı,

$i = 1, \dots, m$  (girdi sayısı),

$r = 1, \dots, p$  (çıkıtı sayısı),

$j = 1, \dots, n$  (karar verme birimi sayısı),

olarak temsil edilmektedirler. Analizdeki amaç fonksiyonu, her bir karar verme fonksiyonu için kullanılır. Toplam aktivite, yani etkinlik değeri 1'e eşit olanların aktif, 1'den küçük olanların ise pasif olduğunu gösterir.

### **Banker, Charnes ve Cooper (BCC) Modelleri.**

CRS teknolojisini kabul eden CCR modelleri incelendiğinde; tüm üretim olanakları varsayımlarının geçerli olduğu görülmekte ve doğrusal bir üretim sınırının oluşacağı kabul edilmektedir. Ayrıca; CCR modelleri, tüm firmalar optimal ölçekte faaliyet gösterdiğinde etkinlik durumlarını ölçmek için kullanılacak bir modeldir. Ancak günümüz koşullarında eksik rekabet ve finansman sorunları olduğu düşünüldüğünde her şirketin n uygun ölçekte faaliyet göstermesi mümkün olmayabilir.

Etkinliğin ölçek büyüklüğünden etkilendiği durumlarda, CCR modeli yerine değişken döndürme ölçeği varsayımı altında geliştirilen BBC modelleri kullanılmaktadır. Girdi odaklı BCC modeli kullanılarak, belirli bir çıktının en iyi şekilde üretilmesi için girdinin nasıl kullanılması gerektiği bulunur. Belirli bir girdi ile elde edilebilecek maksimum çıktı, çıktıya yönelik BCC modeli ile bulunur.

BCC modellerini CCR modellerinden ayıran tek fark; sabit bir ölçek altında değil, değişken ölçek varsayımı altında çalışması olmaktadır. 1984 yılında RD Banker, A. Charnes ve WW Cooper tarafından ilk kez ortaya çıkarılan bu model, isimlerinin baş harfleri olan (BCC) adı ile kullanılmaktadır. (Banker, Charnes, & Cooper, 1984).

BCC modelinin üretim olanakları seti  $P_B$  ile gösterilir.  $P_B$  kümesi,  $P_C$  kümesinin bir alt kümesidir ve bu küme  $P_B = \{(x, y) \mid x \geq XY, y \leq Y\lambda, \sum_{j=1}^n \lambda = 1, \lambda \geq 0\}$  olarak ifade edilir (Tone, 2002). CCR modellerinden tek farkı,  $\sum_{j=1}^n \lambda = 1$  olarak gösterilen konvekslik kısıtının modele eklenmesidir (Thanassoulis, 2001).

CRS altında anlamlı olmayan bu kısıtlama,  $\lambda \geq 0$  koşuluyla birlikte, üretim olanakları kümesinin konveks parçalı bir çizgi ile sarıldığını ve parçalı bir doğrusal üretim sınırının oluşacağını gösterir. Bu nedenle kısıtlama, yerel teknik olarak etkin olmayan firmalardan gelen enterpolasyon noktalarının bir referans seti oluşturmasını engeller.

BCC modelleri, CCR modelleri gibi, girdi ve çıktı odaklı olarak ayrılabilir. Bununla birlikte oran, ağırlıklı model ve zarflama modeli olarak da gruplandırılabilir. BCC modelleri, CCR modellerine benzer şekilde yorumlanır.

Aşağıdaki Tablo 4 ve Tablo 5'te BCC modelinin girdi ve çıktı odaklı, kesirli ve doğrusal modelleri formüller halinde verilmiştir.

Tablo 4. *BBC Kesirli Modelleri*

Girdiye Yönelik BCC Modeli	Çıktıya Yönelik BCC Modeli
$E_k = \max \frac{(\sum_{r=1}^p u_r y_{rk} - \mu_0)}{(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik})}$	$E_k = \min \frac{(\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - \mu_0)}{(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk})}$
$\frac{(\sum_{r=1}^p u_r y_{rj} - \mu_0)}{(\sum_{i=1}^m v_i x_{ij})} \leq 1$	$\frac{(\sum_{i=1}^m v_i x_{ij})}{(\sum_{r=1}^p u_r y_{rj})} \geq 1$
$u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon, \mu_0: \text{serbest}$	$u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon, \mu_0: \text{serbest}$

Tablo 5. BCC Doğrusal Modelleri

Girdiye Yönelik BCC Modeli	Çıktıya Yönelik BCC Modeli
$E_k = \max \left( \sum_{r=1}^p u_r y_{rk} \right) - \mu_0$	$E_k = \min \left( \sum_{r=1}^m v_i x_{ik} \right) - \mu_0$
$\left( \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \right) = 1$	$\left( \sum_{r=1}^p u_r y_{rk} \right) = 1$
$\left( \sum_{r=1}^p u_r y_{rj} \right) - \left( \sum_{j=1}^m v_i x_{ij} \right) - \mu_0 \leq 0$	$\left( \sum_{r=1}^p u_r y_{rj} \right) - \left( \sum_{j=1}^m v_i x_{ij} \right) + \leq 0$
$u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon, \mu_0: \text{serbest}$	$u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon, \mu_0: \text{serbest}$

(Behdioğlu & Özcan, 2009)

$\mu_0$ : Ölçekteki getiri yönü ile ilgili olan bu değerin sıfırdan büyük olması karar biriminin ölçeye göre azalan getirisi olduğunu, sıfırdan küçükse artan getirisi olduğunu gösterir. Eğer sıfır ise, ölçeye göre sabit bir dönüşü gösterir. Çözüm sonucunda  $Ek=1$  olduğunda ölçülen KVB etkin,  $Ek \neq 1$  durumunda ise etkin olmamaktadır.

### Toplamsal Model.

VZA modelleri ölçeye göre sabit ve değişken getiriler olarak ikiye ayrılmış ve daha sonra bu başlıklar altında tekrar girdi ve çıktı odaklılık diye bir sınıflandırmaya gidilmiştir. Girdi odaklı modellerin amacı; mevcut çıktı seviyesini değiştirmeden girdilerde yapılabilecek en büyük daralmayı sağlamaktır Çıktı odaklı modellerin amacı ise; mevcut girdi seviyesini koruyarak maksimum çıktıyı elde etmektir. Charnes ve diğerleri tarafından önerilen toplamsal VZA modeli ise girdi ve çıktı odaklı modellerinin tek bir model olarak ifadesidir (Cooper, Seiford, & Tone, 2000). Diğer bir deyişle, toplamsal model ile KVB' nin etkinliğini sağlamak için girdilerdeki olası azalma ile çıktılardaki artışın eş zamanlı olarak yapılması sağlanmaktadır (Sowlati, 2001).

CRS veya VRS varsayımları altındaki VZA modellerinde, büzülme/genişleme katsayısı 1'e eşit olduğunda atıl veya aylak değişkenlerin 0' dan farklı değerlere sahip olmaları muhtemeldir. Bu sebeple KVB' nin etkin oluşuna karar vermek için büzülme/genişleme katsayısı tek başına yeterli değildir, ancak aynı zamanda boşta kalan değişkenlerin kontrolü de gereklidir. Bu eksikliği gidermek için toplamsal modellerde amaç fonksiyonuna daralma ve genişleme katsayıları dahil edilmez, fonksiyona sadece boşta kalan aylak değişkenler dahil edilir.

Bir KVB' nin Pareto optimalliğini test etmek için önerilen toplamsal modelin hedefi; girdilerdeki fazlalıklar ve çıktılardaki eksikliklerin toplamını en çok değere ulaştırarak en iyi iyileştirmeyi sağlayacak sonuca kavuşmaktır (Cook, Dayle, & Green, 1997).

CCR ve BCC modellerinden farklı olarak, toplamsal model etkinlik kriteri olarak radyal mesafeyi kullanmaz ve girdi ve çıktı odaklılık için gruplandırılmaz. Modelin ayırt edici diğer özelliği ise;  $\epsilon$  değerini içermez oluşudur. Bu iki özelliğin yanında; toplamsal modelin bir diğer özelliği de girdi ve çıktıların negatif değerler alabilmesidir (Sueyoshi, 1999). Diğer VZA modellerinden bu farklılıklara rağmen, toplamsal modelin zarflama yüzeyi ve BCC modellerinin zarflama yüzeyi aynıdır.

VZA modellerinde toplamsal model hariç KVB' lerin etkinlik değerleri 0 ile 1 arasında değerler almaktadır. Bu ölçülebilir nicel değerler doğrusal programlama modelleri çözülerek elde edilmektedir. Ancak bu modeller hem daralma/genişleme katsayısının hem de boşta kalan değişkenlerin kontrolünü gerektirir. Bu eksiklik, toplamsal modelin kullanılması ile giderilmiştir. Ayrıca bu alanda araştırma yapan birçok bilim adamı boşta kalan değişkenlere dayalı etkin olmama durumlarını tanımlamak için çeşitli skaler ölçüler geliştirmek için değişik formüller kurmuşlardır (Tone, 2002). Yapılan çalışmalarda ölçümlerin düzenlenmesi ile ilgili önemli özellikler şu şekilde gösterilebilir (Cooper, Seiford, & Tone, 2000):

1. Birimlerin Değişmezliği: Ölçüm verileri, birimlerine göre değişmez olmalıdır.
2. Monotonluk: Atıl olan her girdi ve çıktı miktarında ölçü monoton olarak azalan olmalıdır.
3. Dönme Değişmezliği: Ölçüm, uygulanan koordinat sisteminin paralel dönüşü altında değişmez olmalıdır.
4. Referans Seti Bağımlılığı: Sadece ilgili KVB' nin referans setine bakılarak ölçüm elde edilmelidir.

VZA' nın incelenen modellerinin birçoğunda etkin olmayan KVB' lerin etkinlik değerleri 0-1 arasında değerler alınarak sıralanmış ve tüm etkin olan KVB' lerin etkinlik değerleri sadece 1 olduğu için uygulanan ilk VZA modelleri ile sıralama yapmak mümkün olmamıştır. Birçok farklı çalışma ile etkin KVB' lerin kendi aralarındaki sıralamaları mümkün kılınmıştır. Konuyla ilgili ilk çalışma Anderson ve Peterson tarafından şu modelle ortaya atılmıştır (Jablonsky, 2008):

$$\theta^* = \text{Min } \theta$$

st

$$\theta x_p = \sum_{j=1, \neq p}^N \lambda_j x_j + S^-$$

$$y_p = \sum_{j=1, \neq p}^N \lambda_j y_j - S^+$$

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

Modelin çözümü neticesinde elde edilen  $\theta^*$  değeri süper etkinlik değeri olarak açıklanmıştır. Anderson ve Peterson tarafından yapılan bu çalışmanın ardından; Adler, Mehrabian, Tone ve Khodabakshi tarafından farklı yöntemler önerilmiştir. Tone tarafından geliştirilen model “süper boşta tabanlı model” olarak tanımlanmıştır (Tone, 2002).

Model, sıralanacak KVB' lerin girdilerinden daha fazla girdi kullanarak aynı çıktılara sahip bir KVB' nin varlığını araştırır. Bu durumda; KVB de bu belirtilen girdi değerlerini kullandığında etkinleşeceği görülmüştür. Yine de; belirtilen bu girdilerden daha fazla girdi kullanılması KVB' yi etkisiz hale getirecektir. Çıktıya yönelik süper aylak tabanlı model ile gösterilmektedir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımının geçerli olduğu modeller, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile çözülmek istendiğinde dışbükeylik kısıtı  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  kısıtlara eklenecektir.

### **Girdiye Yönelik CCR Modeli**

Belirli bir çıktı kombinasyonunu en verimli şekilde üretebilmek için en uygun girdi kombinasyonunun nasıl kullanılması gerektiğini araştıran girdi odaklı CCR modelleri aşağıda kısaca anlatılmıştır;

Birinci olarak Girdiye Odaklı Oransal CCR Modeli gelmektedir. Bu model, VZA' nın temelini oluşturur. Daha sonra ortaya çıkan zarflama ve ağırlıklı modelleri ise, bu modelin eksikliklerini gidermek için bu modele dayalı olarak geliştirilen modellerdir. Tablo 2' deki modelin çözülmesi sonucunda elde edilen değerler göreceli etkinlik ölçüleri olup, oran 1 ise

analiz edilen KVB etkin, 1' den küçük ise etkisizdir diyebiliriz. Ancak bu modelle ilgili en büyük sorun, doğrusal bir program olmadığı için çözülmesinin çok zor olmasıdır.

İkinci olarak Girdi Odaklı Ağırlıklı CCR Modeli gelir. Hesaplamaları kolaylaştırmak için doğrusal programlamaya dönüştürülmüş oransal veri zarflama modeli şeklindedir. Doğrusal programlamada amaç fonksiyonunun paydasının olması mümkün olmadığı için amaç fonksiyonunun paydası 1 olarak ayarlanır ve bu denklem modele kısıt olarak yazılır. Orantılı modelde olduğu gibi, model sonucunda bulunan etkinlik kriterlerinin değeri 1 ise çalışılan KVB' nin etkin, 1' den küçük ise etkisiz olduğunu söylenebilir.

Son olarak ise Girdiye Yönelik Zarflama CCR Modeli gelir. Zarflama modelinde incelenen karar birimlerinin hangi girdi veya çıktılarının ne kadar kullanılıp kullanılmadığının ve ne ölçüde atıl kaldığını görebiliriz. Bu yöntemin bir avantajı referans kümesini bulmanın ağırlıklı yöntemine göre daha kolay oluşudur.

### **Bağlama Bağlı Veri Zarflama Analizi Tekniği**

Yukarıda anlatılan VZA' modellerine ek olarak son zamanlarda daha sık kullanılan bağlama bağlı VZA tekniği aşağıda anlatılmıştır. Kümeleme analizi mantığında olduğu gibi KVB' leri analiz başında belirli sayıda kümelere ayırmayıp, analiz sürecinde seviye dereceleri şeklinde gruplar oluşturması yönünden kullanım kolaylığı mevcuttur. Bu çalışmada bağlama bağlı VZA tekniği kullanılmıştır. Bu tekniği kullanmanın belli başlı olumlu sayılabilecek getirileri mevcuttur. En başta VZA ile yapılan analizlerde KVB' lere göreli etkinlik ölçümü değerlendirmeleri yapılmaktadır. Bununla birlikte VZA, aynı ölçü birimleriyle ölçümü mümkün olmayan birden çok değişkenin aynı anda analizde kullanılması, KVB' lerin iyi ve kötü yönlerinin açığa çıkarması gibi artılara sahiptir.

Bu çalışmada bağlama bağlı (context-dependent) VZA' nın kullanılmasının asıl sebebi; KVB' lerin göreli etkinlik seviyelerine göre seviye gruplarının kendi aralarında da tekrardan analiz edilmeleri gibi kullanım kolaylıklarının bulunmasıdır. Kümeleme analizlerinde homojenlik olarak daha yakın KVB' ler gruplandırılarak ayrı ayrı değerlendirilirken bağlama bağlı VZA' da ise ilk başta bütün KVB' ler analize dahil edilir. Daha sonra etkin olan KVB' ler analiz dışı bırakılarak ikinci seviyede etkin olmayan KVB' ler ile analize devam edilir. Bağlama bağlı VZA modelinin sınırlılığı olarak şunu ifade edilebilir; analiz ilerledikçe seviyelerde kalan KVB sayısı azalmaktadır. Eğer ilk başta matematiksel olarak bakılan KVB sayıları ile değişkenlerin sayılarındaki uygunluk bozuluyorsa bu dengeyi sağlamak için

değişken sayılarında azaltmaya gidilmelidir. Bu durum her seviye analizinde aynı değişkenlerin kullanılmayacağı anlamına gelir.

Bu çalışmada, OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin göreceli değerlendirmesinde ve performanslarına göre başarı durumlarının karşılaştırılmalarında, bağlama bağlı VZA kullanılmıştır. Bir KVB' nin başka bir KVB' ye göre göreceli çekiciliği de alternatif KVB' lere bağlıdır. Başka bir deyişle, göreceli çekicilik, alternatif KVB' lerden oluşturulan değerlendirme bağlamına bağlıdır. Seiford ve Zhu, buna dayalı olarak bağlam-bağımlı VZA geliştirmiştir (Seiford & Zhu, 2003).

Bağlama bağlı VZA iki aşamadan oluşur; verimli sınırların inşası ve ardından çekicilik ve ilerleme puanlarının hesaplanması. İlk aşamada, her adımda yalnızca verimsiz karar verme birimleri hesaba katılarak n farklı verimli sınır oluşturulur. Tüm karar verme birimleriyle oluşturulan verimli sınır en yüksek olanıdır ve buna birinci düzey sınır denir. En son oluşturulan en düşük olanıdır ve buna n' inci seviye verimli sınır denir. İkinci aşamada, her bir karar verme birimi için, aşağıdaki verimli sınırlara göre çekicilik puanları ve yukarıdaki verimli sınırlara göre ilerleme puanları hesaplanır. Bağlama bağlı VZA, eşit performans düzeyinde görünen karar verme birimleri arasında ayırım yapmamızı sağlar ve standart VZA' dan daha ayrıntılı bilgi sağlar. Ayrıca, verimsiz karar verme birimleri için erişilebilir iyileştirme hedefleri önerir ve bunların adım adım gerçekleştirilmesine yardımcı olur. Doğrusal bir programlama problemi olan Seiford ve Zhu (2003) 'da sunulan çıktı odaklı bağlama bağlı model şu şekilde özetlenebilir:

Karar verme birimlerinin n tanesinin her birinin m girdi ( $x_{ik}$ ) ve p çıktıya ( $y_{rk}$ ) sahip olduğunu varsayıyoruz. İlk seviyede tüm KVB' lere model uygulandıktan sonra göreceli etkin çıkmayan her bir KVB için yeniden bir etkinlik skoru elde etmek için, aşağıdaki girdiye yönelik CCR VZA modeli, etkin olmayan karar verme birimleri ile tekrar çözülür.

$$E_k = \max \sum_{r=1}^p u_r y_{rk}$$

St:

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

$$\sum_{r=1}^p u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon$$

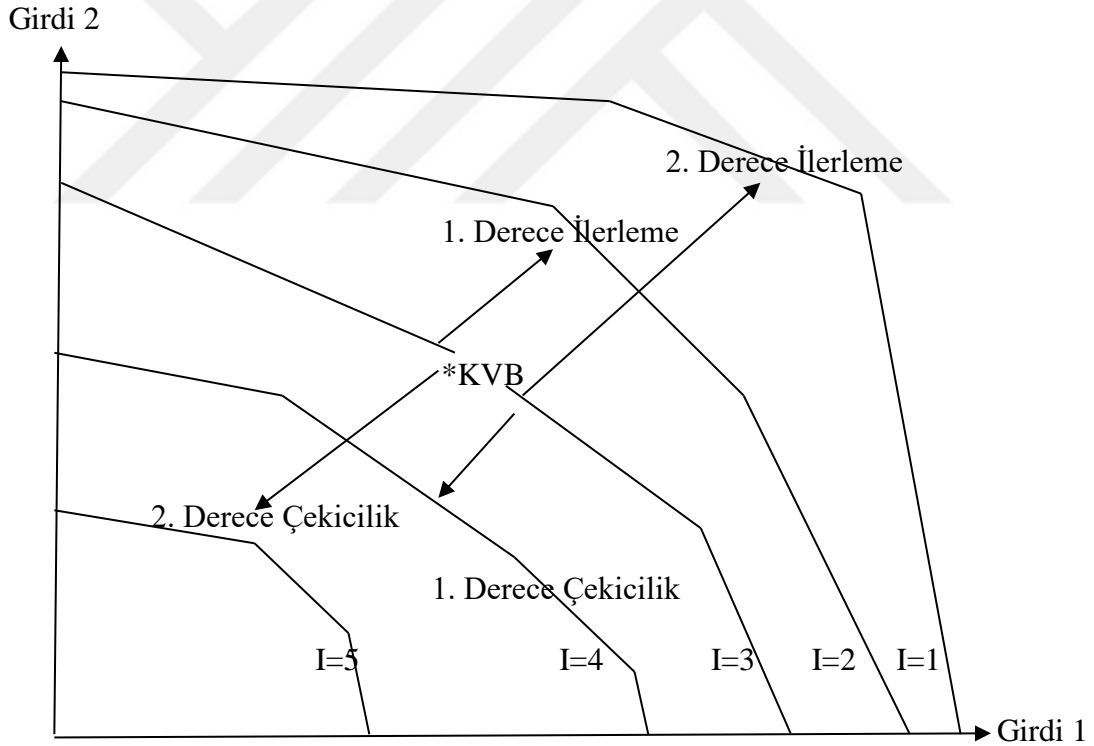
$$k = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, p$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

(Zhu & Seiford, 2003)

Başlangıçta, tüm KVB' ler etkin olmayan olarak kabul edilir ve model tüm KVB' ler için çözülür. Ardından, etkin KVB' ler hariç tutularak model kalan KVB' ler için yeniden çözülür. Tüm kalan KVB' ler etkin olana kadar devam eder. Bunun sonunda, her adımda bir tane olmak üzere bir dizi etkinlik sınırı elde edilir. Bu etkinlik sınırlarının her biri farklı bir değerlendirme bağlamı oluşturur. Bunu takiben, bu bağlamlara göre her bir KVB için çekicilik ve ilerleme puanları hesaplanır. Bağlama bağlı veri zarflama analizinde bir başka ölçüde ilerleme puanıdır. Herhangi bir karar verme biriminin ilerleme puanı, daha yüksek bir seviyeye çıkmasını gerektiren iyileştirme imkânını gösterir.



Şekil 8. Bağlama Bağlı VZA Modelinde Çekiciliğin ve İlerlemenin Ölçümü

Göreceli bir çekicilik ölçüsü elde etmek için herhangi bir KVB, daha düşük bir seviyedeki etkin bir sınıra göre değerlendirilmelidir. Bunu yapmak için model, KVB' nin kendisi ve daha düşük seviyeli bir sınırdaki etkin KVB' ler ile çözülmelidir. Optimal çözümün karşılığı çekicilik değerini verir. Bir KVB altında birden fazla etkin sınır varsa, farklı düzey etkin sınırlar için ayrı çekicilik puanları hesaplanır.

Şöyle özetlenebilir: Bir KVB' nin 1. seviye etkin sınıra göre  $k'$  inci etkin sınırdaki çekicilik puanına  $(1-k)$ ' inci düzey çekicilik değeri denir. Nispeten düşük performansa sahip bir KVB' nin herhangi bir etkin sınıra radyal mesafesinin ölçüsü olduğundan daha yüksek çekicilik puanları tercih edilir. Bağlama bağlı VZA' daki diğer bir ölçü ilerleme puanıdır. Herhangi bir KVB' nin ilerleme puanı, daha yüksek bir seviyeye çıkmak için ihtiyaç duyduğu iyileştirme miktarını gösterir. Bu değer, KVB' nin kendisi ve daha yüksek düzeyde verimli KVB' ler ile modelin optimal çözümüdür. Bir KVB' nin 1. seviye etkin sınıra göre  $k'$  inci seviye etkin sınırdaki ilerleme puanı  $(1-k)$ ' inci seviye ilerleme değeri ( $k < 1$ ) olarak adlandırılır. Bu puan, herhangi bir KVB' nin nispeten yüksek performansa sahip herhangi bir etkin sınıra radyal mesafesinin göstergesi olduğundan daha küçük değerler tercih edilir. Şekil 8' de 3. verimlilik seviyesinde yer alan KVB için çekicilik ve ilerleme kavramı görselleştirilmiştir.

### **VZA ile Tahsis Etkinliği**

Bölüm 2' de de belirtildiği gibi faktör fiyatlarının kesin olduğu durumlarda ölçek ve teknik etkinliğin yanı sıra tahsis ve ekonomik etkinlik değerlerine ulaşmak mümkündür. Ekonomik etkinlik, girdi ve çıktı faktör fiyatlarına bağlı olarak maliyeti en düşük seviyede tutmak veya karı maksimize etmek olarak yorumlanabilir (Tarım, 2001).

Girdiler açısından ekonomik olarak verimli olmayan bir KVB, daha fazla girdi kullanarak kaynaklarını israf eder veya mevcut girdi fiyatları açısından yanlış girdi kombinasyonunu kullanıyor demektir. KVB, kaynaklarını boşa harcamıyorsa yani; toplam etkin olma durumu sağlanırsa KVB, mevcut çıktıları üretmek için üretim maliyetlerini en aza indirecek bir girdi bileşimi kullanamamakta olup, başka bir deyişle tahsis etkin olamamaktadır.

Çıktı açısından bakıldığında; ekonomik olarak etkin bir KVB' nin mevcut girdi ve teknoloji ile olması gerekenden daha az çıktı ürettiği veya elde ettiği çıktı bileşiminin gelir maksimizasyonu açısından uygun bir çıktı bileşimi oluşturamadığı söylenmektedir.

Girdi ve çıktı fiyatlarının bilindiği durumlarda, VZA modelleri yardımıyla, en az maliyet odaklı ve gelir maksimizasyonu verimlilik modelleri ile yukarıda belirtilen ekonomik ve tahsisel etkinlikler sağlanmaktadır.

### **Veri Zarflama Analizindeki Değer Yargıları**

Son zamanlarda değer yargıları VZA literatüründe önemli konulardan biri olmuştur. VZA literatüründe resmi bir tanımı olmayan değer yargısı, analizde kullanılan girdi ve çıktıların adedi ve türü ile KVB' lerin türü ve adedinin seçimi olarak tanımlanabilir. Değer yargısı,

değerlendirme sürecinde karar vericinin öncelik ve üstünlük gibi görüşleri ile ilgili olup, etkinlik değerlendirmesinde karar vericinin tercihlerini de yansıtır. Değer yargılarının analizde kullanılma amacı; KVB' lerin etkinliğinin değerlendirilmesine ilişkin ön bilgi veya görüşlerin birleşimidir. VZA' da değer yargılarının kullanılmasının nedenleri aşağıda özetlenmiştir. (Cooper, Seiford, & Tone, 2000):

1. Üretim faktörlerinde veya marjinal ikame oranlarında öncelik kavramını yakalamak.
2. Modellenen üretim sürecinde girdiler ve çıktılar arasındaki belirli bağımlılıkları yakalamak.
3. Toplam etkinlik fikrine ulaşmak.
4. Etkin olan KVB' ler arasındaki farkı iyileştirmek.
5. Çok çeşitli değişken ağırlıkların aynı faktöre atanmasını engellemek.
6. Girdi ve çıktıların potansiyel ayarlamalarına ilişkin KVB' lerin tercihlerinin belirlenmesi.

### **Dışsal Değişkenler**

Şimdiye kadar incelenen geleneksel VZA modellerinde, analize dahil edilen faktörlerin yapısal özelliklerine ilişkin herhangi bir sınıflandırma yapılmamış ve herhangi bir yorum yapılmamıştır. Analizin bir gereği olarak kullanılan girdiler ve elde edilen çıktılar ışığında VZA' nın etkinliği hesaplanmış, girdi ve çıktı seviyeleri belirlenmiş ve etkin olmayan KVB' lerin etkin sınıra ulaşmasını sağlamak için referans setleri tanımlanmıştır. Ancak gerçek uygulamalarda üretim sürecine dahil olan faktörler bazı yapısal farklılıklar göstermekte ve bu faktörler doğrudan analize dahil edilememekte ve değerleri dışarıdan belirlenmektedir. Burada kullanılan dışsal terim; KVB' nin etkinliğinde rol oynayan, yönetimin kontrolünde olmayan faktörleri tanımlamak için kullanılır ve geleneksel girdilerden farklıdır (Coelli, Prasada Rao, & Battese, 2001).

Mesela, dışsal değişkenlere örnek olarak aşağıdaki maddeler verilebilir;

- Kamu veya özel gibi mülkiyet farklılıkları,
- KVB' nin faaliyet gösterdiği ortamla ilgili sosyo-ekonomik farklılıklar, (okulların etkinliğinin öğrencilerin sosyo-ekonomik durumundan veya yerleşimin nüfus yoğunluğundan etkilenmesi, sağlık kuruluşlarının faaliyetlerinin yer aldığı vb.)
- Farklı bölgelerdeki KVB' lerin farklı doğal koşulları vardır,

- Yasal düzenlemeler (farklı yasal ortamlara sahip KVB' lerin yasal düzenlemelerden etkilenmesi vb.).

Yukarıda açıklanan ve yönetici tarafından kontrol edilemeyen dış faktörler, etkinlik analizinde dikkate alınması gereken etkenlerdendir. Bu faktörlerin etkinlik analizine katılmadığı durumlarda analizin güvenilirliğinin etkilendiği kabul edilmiştir (Tarım, 2001).

Bu tür değişkenler üzerine ilk çalışma Banker ve Morey tarafından yapılmıştır. Çalışmada bir fast food restoran zincirinde yer alan 60 restoranın faaliyetleri VZA ile analiz edilmiştir. 6 girdi kullanarak 3 çıktı üreten bu restoranların çıktıları sabah, öğle ve akşam yemeği olarak dikkate alınmaktadır. İki girdi değişkeni olarak ihtiyaçlar ve işgücü harcamaları kontrol altında olan değişkenler, kalan dört girdi ise kontrol altında olmayan değişkenlerdir. Bu değişkenlerden ikisi dükkânın yaşı ve restoran için merkezden ayrılan reklam harcamaları yönetim dışında kontrol edilemeyen değişkenler iken, diğer iki kontrol edilemeyen değişken olan restoran konumu ve restoran işletmecilerinin kabiliyetleri olarak belirlenmiş olup demografik faktörler olarak kabul edilmektedirler.

Bu çalışmadan sonra konuyla ilgili birçok çalışma yapılmış ve yapılan çalışmalar sonucunda dışsal değişkenleri VZA' ya dahil etmek için birçok yöntem geliştirilmiştir (Coelli, Rao, & Battese, 2001).

### **Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri**

- Çoğu geleneksel etkinlik ölçütü, süreçlere dayanır ve girdiler ile çıktılar arasında açık bir işlevsel ilişkinin formüle edilmesini gerektirir (Golany & Roll, 1989). VZA için çıktılar önemli olmakla birlikte, girdiler ve çıktılar arasındaki herhangi bir üretim fonksiyonunun analitik yapısı hakkında bir varsayıma gerek yoktur (Kaynar, Zontul, & Bircan, 2005).

- VZA, üretim sürecinde farklı birimlere sahip birden fazla girdi ve çıktıyı tek bir girdi ve çıktıya dönüştürerek etkinliğin hesaplanmasını sağlar. Bu özellik sayesinde işletmenin farklı boyutlarını aynı anda ölçmek mümkündür (Jenkins & Anderson, 2003). Ayrıca girdi ve çıktı ağırlıkları için herhangi bir varsayıma gerek yoktur, ağırlıklar model tarafından belirlenir (Kocakoç, 2003). Ayrıca girdi ve çıktıları belirleyerek karar vericilerin sistemi daha iyi tanımasına yardımcı olur.

- Girdi ve çıktı değişkenleri çok farklı birim değerlerle ifade edilebilir. (Fiziksel üretim, parasal büyüklük, hatta oranlar açısından) (İnan, 2000).

- Analizde girdi ve çıktılar için sadece miktar bilgisine ihtiyaç duyulmakta ve fiyat bilgisi istenmemektedir (Odeck, 2000). Fiyat bilgisi ihtiyacının olmaması, fiyat tayininin zor

veya imkansız olduğu kar amacı gütmeyen kuruluşlar için performans değerlendirmesinde sıklıkla kullanılmasını sağlar.

- VZA, analize dahil edilen etkin ve etkin olmayan KVB' leri belirlemekle kalmaz, aynı zamanda etkin olmayan KVB' lerin tanımını, etkinsizlik kaynaklarının miktarını, bu birimlerin etkin rol modellerinin belirlenmesini ve etkinliği sağlamanın alternatif yollarını önerir (Adang, 2007).

- KVB' lerin en uygun ölçek boyutunun nasıl olması gerektiğini gösterir (Fried & Lovell, 1994).

- VZA ile etkinlik ölçümünde her KVB için bağıl etkinlik hesaplanırken KVB' lerin amaç fonksiyonları tek tek maksimize edilerek her KVB için optimum çözüm seti belirlenir. Ancak parametrik yaklaşımlarla etkinlik ölçümünde tüm endüstri grubunu göz önünde bulundurarak ortalama etkinliğe göre ölçüm yapar (Yolalan, 1993).

- VZA, gözlenen veriler üzerinde parametrik olmayan kısmi doğrusal bir yüzey veya sınır oluşturmak amacıyla doğrusal programlamayı içerir ve merkezi eğilimlerden ziyade sınırlara yönelen bir yöntemdir. Veri merkezine en iyi uyumu sağlayacak regresyon düzleminden ziyade gözlemlenen uç verileri yakalayacak doğrusal bir yüzeyin oluşturulmasını içerir. Etkinlik seviyeleri daha sonra bu seviyeye göre ölçülür (Carlos, 1994).

### **Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri ve Kullanımındaki Güçlükler**

- VZA' nın istatistiksel bir teknikten ziyade deterministik bir yapıya sahip olması, ölçüm hatalarına duyarlı sonuçların üretilmesine neden olmaktadır. Bir KVB' nin girdi değişkeni çok düşük ve çıktı değişkeni çok yüksekse, KVB gözlem kümesi için aykırı değer haline gelebilir, oluşturulan sınırın şeklini bozabilir ve yakındaki KVB' nin daha az etkin olmasına sebep olabilir. Regresyon analizinde tahminde hata terimlerinin bulunması aykırı değerlerin etkisini azaltırken VZA' da böyle bir kontrol mekanizması yoktur. Bu nedenle, veriler düzenlenirken aykırı değerlerin analizden çıkarılması önemlidir. Bunun için önerilen yollardan biri şudur: KVB' lerin çıktı/girdi oranı, örneklem ortalamasının standart hatasının 2,5 katından fazlaysa KVB dikkatle izlenmelidir.

- VZA' nın bir diğer zayıf noktası ise; istatistiksel tabanlı olmadığı için karar vericinin tercih ettiği modelin uygun olup olmadığı ile ilgili sonuçlar üretmez oluşudur (Smith, 1997).

- VZA statik analiz şeklindedir. VZA verileri arasında tek bir periyotta kesitsel analiz yapar (Esenbel, Erkin, & Erdoğan, 2007). Gerçek hayatta üretim süreci, KVB' lerin girdilerinin

bir kısmını çıktıya dönüştürmesi belli birzamandan daha uzun sürdüğü için dinamik bir özellik göstermektedir.

• VZA, kesin etkinliği değil, göreceli etkinliği ölçer (Colbert, Levary, & Shaner, 2000). Diğer bir deyişle; Analizle etkili bulunan KVB' lerin kendi başlarına değerlendirildiğinde gerçekten etkili olup olmadığı konusunda yorum yapmak zordur.

• VZA' da girdi ve çıktıların ağırlıkları için herhangi bir varsayımda bulunmama esnekliği, uygulamalarda gerçeği yansıtmayan ve kabulü zor sonuçlara yol açabilir.

• VZA, etkin olan ve etkisiz KVB' ler arasında ayırım yapar, ancak etkin olan KVB' lerin sıralamasında mutlak bir sonuca ulaşmaz, sadece grup içindeki seçilen birimlerin göreceli etkinliklerinin bir tahminini sağlar. Diğer bir deyişle; Seçilen bir kritere dayalı olarak, bir birimin belirli bir grup içinde ne kadar iyi performans gösterdiğini açıklar (Vincova K. , 2005).

• VZA' da kullanılan zarflama tekniği, mesela zarflamanın doğal olarak mümkün olmadığı bazı durumlarda yetersizdir. Bu durumda da sanal karar birimi yeterince anlamlı olmadığı için marjinal ikame ve marjinal verimlilik oranları anlamsızdır (Yolalan, 1993).

• Girdi ve çıktı faktörleri ve analiz edilecek KVB sayısı ile ilgili kesin bir yöntem yoktur.

• Soyut ve kategorik değişkenleri ölçebilir durumda değildir (Ekren & Emiral, 2002).

• İstatistiksel hipotez testi için uygun değildir (İnan E. A., 2000).

• VZA modelleri statiktir ve tek bir zaman diliminde değerlendirilir. Gerçek hayatta; Üretim süreci dinamiktir, çünkü KVB' lerin girdilerinin bir kısmını çıktılarına dönüştürmesi biraz zaman alacaktır. Bu nedenle farklı dönemlere ait veriler için uygun iskonto oranlarının kullanılması gerekecektir (Aydagün, 2003).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### OECD Ülkelerinin COVID-19 Pandemi Yönetim Etkinliklerinin VZA ile Performans Değerlendirmesi

#### Araştırmanın Amacı

Teknolojik ve bilimsel gelişmelerin hızlanması; toplumlardaki var olan tüm yapıların değişmesiyle birlikte fertlerin daha rahat, konforlu ve uzun süreli yaşam arzuları sağlık sektörlerine ayrılan yatırım ve kaynak yükünün artmasını netice vermiştir. Artan bu kaynak aktarma yükleri neticesinde, karar vericilerin ülkelerine ait sağlık sektörlerinin işleyiş ve verim

durumlarını göz önüne alarak israf ve tasarruf durumlarını değerlendirmeye zorlamıştır. Tüm dünyayı etkisi altına alarak sağlık harcamalarının büyük bölümünü üzerine çeken Covid-19 pandemisi sağlık sektörlerinin yaklaşık son iki yıldır en büyük gider kalemi olmuştur. Bu pandemi karşısında test, aşı, ilaç, solunum cihazı ve personel gibi fazladan harcamalar ülke sağlık kaynaklarının girdi ve çıktı durumlarına daha çok eğilmeyi zorunlu kılmıştır. Kaynakları etkin ve verimli kullanma zorunluluğu hasıl olmuştur. Bu amaçla ilgili sektörlerin girdi ve çıktılarının birbirleriyle karşılaştırılması, performans durumlarının incelenmesi, optimum uygulamaların bulunması ve izlenmesi gereken en iyi kaynak kullanımlarının analizi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla OECD üyelerinin sağlık sektörlerindeki faaliyetlerinin karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, OECD üyesi ülkelerin Covid-19 yönetim faaliyetleri kurulacak VZA modeli kullanılarak değerlendirilmiş ve etkinlik performansları belirlenmiştir. Analiz sonuçlarını baz alıp, etkinlik değerleri kullanılarak sağlık sistemlerinde Covid-19 pandemisinde etkin olarak kullanılmayan kaynaklar varsa bu kaynaklar ve miktarları belirlenerek, OECD ülkelerinin Covid-19 pandemisine karşı daha etkin işleyişinde yol gösterici bulgulara ulaşılması amaçlanmıştır.

Analiz sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilerek, etkin olmayan KVB' ler için kaynak değişkenleri adına hedefler belirlenerek değişim oranları tavsiye edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca etkin sağlık işleyişleri, ülkelerin gelişmişlik düzeyini ölçen bir endeks olan İnsani Gelişme Endeksi' nde artışa olanak sağlayacaktır. Referans ülkelerin etkin olmayan ülkeler adına örnek durum oluşturmaları ve etkin olmayan KVB' lerin göstergelerini referans olarak aldıkları KVB' lere göre ayarlamaları hedef alınmıştır. Araştırma, 37 OECD üyesi ülkenin tamamını VZA' ya dahil ederek daha geniş bir perspektife sahip olmayı ve alternatif sağlık durumlarını bu açıdan incelemeyi amaçlamaktadır.

## **Metodoloji**

CRS kabulüne dayanan CCR VZA modelleri, KVB' lerin ölçeğe göre getirilerinin durumunu belirlemek ve özelliklerini ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır. VRS kabulüne dayanan BBC VZA modelleri, KVB' lerin özellikleri ve nitelikleri hakkındaki bilgileri yakalamak için uygulanır. (Tone & Sahoo, 2005).

Bu çalışmada, girdi odaklı CCR modeli ve bağlama bağlı veri zarflama analizi yaklaşımları kullanılarak karar verme birimlerinin göreceli etkinlik analizleri değerlendirilmiştir. Bağlam bağımlı VZA ve etkinlik değerlendirmelerinin avantajları şu şekilde sıralanabilir; herhangi bir organizasyonda, karar verme birimleri için ulaşılabilir hedefler belirleme, karar

verme birimleri için uzun ve kısa vadeli hedefler belirleme, karar verme birimlerini gruplandırma ve karar verme birimleri arasındaki iç rekabeti iyileştirme.

Bu çalışmada, bağlama bağlı VZA kullanılarak girdi odaklı CCR modeliyle OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin performans değerlendirmesi istenmektedir. Kullanılan yöntem olarak bağlama bağlı VZA karar verilmiş daha sonra girdi yönelimli mi veya çıktı yönelimli mi olması gerektiği üzerinde durulmuş en sonunda da ölçeğe göre sabit ya da ölçeğe göre değişen modeller incelenerek yol haritası belirlenmiştir. KVB' lere ait karar vericiler eğer girdi değişkenlerini azaltma yoluna giderek performans ve verim artırımı elde edebiliyorlarsa uygun olan model girdi yönelimli olandır. Eğer KVB' lere ait karar vericiler çıktı değişkenlerini artırarak yüksek performans ve istenen verimi elde edebiliyorlarsa çıktı odaklı VZA modelleri tercih edilmelidir. Sağlık gibi çıktı değişkenleri üzerinde irade koyma olasılığının az olduğu sektörlerde girdi değişkenlerine müdahale kabiliyetinden dolayı genellikle sağlık alanlarındaki çalışmalarda girdi yönelimli VZA modellerinin uygulandığı görülmüştür. Bu nedenle çalışmada, OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin performans değerlendirmesi için bağlama bağlı VZA girdi odaklı CCR modeli birlikte kullanarak karşılaştırmalar amaçlanmıştır. Ülkelerin en son sağlık verilerinin kullanıldığı bu çalışmada Covid-19 pandemi yönetim etkinlikleri incelenmiştir. Bağlama bağlı VZA ile ilk seviyede tüm KVB' ler analize dahil edilirken sonraki her seviyelerde sadece etkin olmayan KVB' ler ile analizlere devam edilmiştir. Her seviye analiz sonuçları ayrı ayrı yorumlanarak karar vericilere tavsiyelerde bulunulmuştur. Modellerin çözümünde LİNDÖ matematiksel programlama paket programı ile yapılan analizlerde OECD ülkelerinin performansları değerlendirilmiştir.

### **Literatür Taraması**

Çalışmanın bu bölümünde uygulama kısmına geçmeden önce bu konu ile ilgili yapılmış çalışma ve araştırmalara göz atmak yerinde olacaktır. VZA ile ilgili çok farklı sektörlerde analiz çalışmaları mevcuttur. Geçmiş çalışmalarda VZA genel başlıklar olarak şu alanlarda uygulanmıştır; banka şubeleri, okullar, üniversiteler, hastaneler, tarım, sağlık hizmetleri, ulaşım, posta, hapisane, eczacılık, enerji, çimento fabrikaları, futbol sahaları, otel işletmeleri, maden ocakları gibi sektörlerin kendi aralarında belirlenmiş KVB ve değişken veri setleriyle yüzlerce çalışma yapılmıştır.

OECD ülkelerinin sağlık sistemleri ve Covid-19 pandemisi ile ilgili VZA araştırmaları ile ilgili literatür taraması yapıldığında aşağıdaki çalışmalar kısaca görülmektedir.

Hadad, Hadad ve Simon-Tuval' in (2013) VZA ile yaptıkları çalışmada, OECD ülkelerinin sağlık sisteminin isteğe bağlı olarak kontrol edilebildiği girdiler olan hekim yoğunluğu, yatak kapasitesi ve sağlık harcamaları ile GSYİH' nin, sağlık sistemlerinin kontrolü dışındaki diğer girdiler olan sağlık harcamaları. Başta meyve ve sebze tüketimi olmak üzere kurumsal düzenlemelerin nüfus davranışları ve sosyo-ekonomik belirleyicilerle ilişkili olup olmadığı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda istikrarlı bir ekonomi izleyen ülkelerin sağlık sistemlerinin yeterli olduğu, sosyo-ekonomik ve diğer çevresel göstergeler arasındaki ilişkinin belirsiz olduğu vurgulandı.

Roberts, Chang ve Rubin'in (2004) araştırmasına göre OECD ülkeleri arasında etkin sağlık sistemlerine sahip ülkeler VZA ile Japonya, İsveç, Norveç, Kanada, Türkiye ve Meksika olarak belirlenmiş ve aralarında Meksika ve Türkiye, diğer etkili ülkelere farklı olarak değerlendirilmiştir.

Spinks ve Hollingsworth tarafından 2005 yılında DSÖ ve OECD veri tabanları kullanılarak OECD ülkelerinin sağlık sistemi etkinliği çalışmasında 1997 DSÖ veri tabanı verilerine göre Türkiye, Meksika, Polonya, Güney Kore, Çek Cumhuriyeti, Portekiz, İspanya, Yunanistan, İtalya , Japonya ve Fransa aktif ülkeler.

Kocaman ve ark. (2009) OECD ülkelerinin sağlık sistemi performansını VZA ile belirlemek için yaptıkları analizlerde Avustralya, Estonya, İsveç, Japonya, Lüksemburg, Meksika, Portekiz, Slovenya, Şili ve Türkiye' nin etkili sağlık sistemlerine sahip ülkeler olduğu tespit edilmiştir. Bunlar arasında Türkiye, Meksika ve Şili'nin etkili olmasının nedeni, iyi sağlık sonuçlarından ziyade çok düşük sağlık girdilerinden kaynaklanmaktadır.

Demir ve Bakırcı (2014), OECD ülkelerinin ekonomik faaliyetlerini VZA ile değerlendirmiştir. Ekonomik etkinliğin CCR yöntemi ile ölçüldüğü analiz sonucunda, 5 yıl boyunca en verimli 16 ülkenin bulunduğu, analizler BCC yöntemi ile yapıldığında ülke sayısının 18'e yükseldiği ortaya çıkmıştır.

Hernández ve Moral-Benito' nun sağlık sisteminin etkinliğini belirleyen faktörleri belirlemek için 29 OECD ülkesinin verileriyle 2014 yılında yaptığı çalışmada, en etkili ülkeler Avusturya, İsviçre, Güney Kore ve Japonya olarak belirlenmiştir.

Kaya Samut ve Cafri (2016) VZA kullanarak 2000 yılı ve 2010 yılı için 29 OECD ülkesinin sağlık sistemlerinin verimlilik düzeylerini ayrı ayrı hesaplamıştır. Analiz sonucunda gelir, eğitim ve özel hastane sayısının hastane verimliliğini olumlu yönde etkilediği, hastane sayısının ise kamu ve diğer özel sağlık harcamalarının etkinliği üzerindeki etkilerinin olumsuz olduğu ortaya çıkmıştır.

Konca, Gözlü ve Çakmak (2019) çalışmasında G-20 ülkelerinin sağlık harcamaları açısından etkinliğini VZA ile değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda ülkelerin üçte ikisinin etkin başarı gösterdiği, bazı ülkelerin kişi başına sağlık harcamalarında üst düzeyde olmasına rağmen ortaya koyduğu sağlık göstergelerinde birçok ülkeyi geçemedikleri belirlendi. CCR modeline göre etkinlik puanı alamayan ülkelerin başında ABD, Kanada ve Brezilya' nın, BCC modelinde ABD, Brezilya ve Almanya, ölçek etkinliğinde ise Kanada, Arjantin ve Avustralya' nın ön sıralarda yer aldığı vurgulandı. .

Yılmaz ve Şenel (2019) tarafından yapılan araştırmada OECD kapsamındaki 36 ülkenin sağlık sistemlerinin etkinliği VZA ile belirlenmiştir. Araştırma kapsamında sağlığa ayrılan GSYİH payı, 1000 kişi başına düşen yatak, doktor ve hemşire sayısı, doğumda beklenen yaşam süresi ve bebek ölüm hızı çıktı değişkenleri olarak ele alınmıştır. OECD ülkelerinin sağlık sistemlerindeki etkinliklerinin değerlendirilmesinde, ülkelerin kesinlikle çok iyi bir sağlık sisteminde konumlandığı sonucuna varılmamaktadır.

Şahinbaş, Konca ve Yetim (2019) çalışmasında, girdi odaklı bir VZA ile OECD üyesi ülkelerin sağlık hizmetlerindeki etkinlik düzeyleri değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarında birkaç gelişmiş ülkenin düşük etkinlik puanları gösterdiği vurgulandı. Meksika ve Türkiye gibi bazı ülkelerin sağlık sistemlerinde çok yüksek etkinlik puanlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Shirouyehzad, Jouzdani ve Karimvand' ın (2020) VZA kullanarak Covid-19 salgınına karşı müdahale yönetiminde verimlilik seviyesini değerlendirerek çalışma yapmıştır. Çalışmada ilk aşamada toplam vaka ve ölüm sayısı teyit edilmiş, ardından hastaların tedavi performanslarına göre ölüm sayılarının azaltılmasında ve iyileşen vaka sayılarının artırılmasında ülkeler karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda Singapur, Belçika ve Vietnam'ın CCR ve BCC modellerinde en yüksek verimliliğe sahip ülkeler olduğu ortaya çıkarılmış, Avrupa ülkeleri arasında en verimli ülkenin Belçika ve en az üretken olduğu tespit edilen ülke ise İtalya' dır. Ortadoğu' da bulaşma kontrolünde en etkili ülkenin İran olduğu, tıbbi tedavide ise Mısır' ın en etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Ergülen vd. (2020), yaptığı çalışmada Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı' nın Covid-19 ile mücadele kapsamında uyguladığı politikaların etkinlik düzeyini VZA yöntemini kullanarak hesaplamıştır. Bu amaçla iki farklı VZA modeli oluşturulmuştur. Birinci modelde girdi olarak günlük hasta ve test sayıları, çıktı olarak ölüm sayısı kullanılmıştır. İkinci model aynı girdi değişkenlerini kullanırken, çıktı değişkeni olarak iyileşen hasta sayısı kullanılmıştır.

Selamzade ve Özdemir (2020), OECD ülkelerinin Covid-19 ile mücadelede uyguladıkları politikaların etkinliğini incelemişlerdir. Bu amaçla CCR ve BCC çıktı algoritmaları kullanılarak VZA modelleri oluşturulmuştur. Bu çalışma sonucunda hem etkinliği belirleyen faktörler belirlenmiş hem de etkinlik performansını olumlu yönde etkileyecek bazı çıkarımlar ortaya konmuştur.

Sherpa (2020), çalışmasında kemer sıkma politikalarının Covid-19 salgını sonucu ölüm oranlarına etkisini tahmin etmiş ve Covid-19'un ekonomi politikasını ve OECD ülkelerinde vaka ölüm oranlarının dinamiklerini incelemiştir. Analiz sonucunda, sosyo-demografik kriterler kontrol edildikten sonra kemer sıkma politikası uygulayan ülkelerin Covid-19 aracılığıyla önemli ölçüde çok yüksek ölüm oranlarına ulaştığı belirlenmiştir. Çok daha fazla kamu finansmanı, nüfus başına daha fazla doktor ve daha yüksek yatak mevcudiyeti, Covid-19'dan çok daha düşük ölüm oranlarıyla ilişkilendirildi. Böylece kemer sıkma politikasını uygulayan ülkelerin Covid-19 gibi salgın hastalıklarla mücadelede etkin güçlerini kaybedebileceği ve dolayısıyla çok ciddi olumsuz sağlık sistemlerine yol açabileceği görülmüştür. Çalışmanın politika çıkarımları bağlamında, çok güçlü kamu gücü tarafından finanse edilebilecek sağlık sistemlerine duyulan ihtiyacın, daha büyük halk sağlığı kriziyle karşı karşıya kalmamak için hayati önem taşıdığı vurgulanmıştır.

Bu çalışmada VZA'nın uygulama sistemine riayet edilerek ilk önce kullanılacak karar verme birimlerinin tespiti yapılmıştır. Daha sonra OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetiminin etkinlik değerlendirilmesinde karar verilen VZA modelinde uygulanacak paket programı ve değerlendirmede kullanılacak değişkenler seçilmiştir. En sonda ise analize uygun yönelimli VZA modeli tespit edilip bağlama bağlı VZA ile birlikte her seviyede sonuçlar ayrı ayrı yorumlanmıştır. Her analiz seviyesi sonunda etkin olmayan KVB'ler için iyileştirme tavsiyelerinde bulunulmuştur.

### **Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi**

VZA'da kullanılan KVB'ler için en temel özelliğin homojen yapıda olmaları gereğidir. Yani statülerinin aynı olmaları şarttır. Yoksa bazı karar verme birimleri ülke, bazıları ise şehir olarak analiz edilmesi kullanılan KVB'lerin homojen olmadığı anlamına gelir. İkinci önemli noktanın ise her bir KVB için aynı girdi ve aynı çıktı değişkenlerinin kullanılmasıdır. Bununla birlikte yaygın olarak kabul edilmiş sayısal dengelerin sağlanması da önemli kriterdir. Bu görüşlerden ilki olarak KVB sayısının analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri sayılarının

toplamından en az iki katı kadar olmuş olmasıdır. Başka bir uygulanan kabul ise eşitsizlik olarak aşağıda şu şekilde verilmiştir;

$$n \geq \max [ m \times s, 3(m+s) ]$$

eşitsizliğini sağlamış olması gerekmektedir (Cooper, et al., 2001). Bu eşitsizlikte m girdi sayısı, s çıktı sayısı ve n ise karar verme birimi sayısıdır.

OECD' ye üye ülkelerin son durumda sayılarının 37 olduğu görülmektedir. Bu çalışmada VZA için karar verme birimleri olarak; Türkiye, ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Kolombiya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, Şili, Yeni Zelanda ve Yunanistan olmak üzere tüm üye ülkeler kullanılmıştır.

OECD, 14 Aralık 1960 tarihinde 20 ülkenin katılımı ile kurulmuştur. Asıl kurulma hedefinde 2. Dünya Savaşının olumsuz etki ve tahriplerini yok etmek olduğu bildirilmektedir. Zamanla bünyesine aldığı ülkelerle üye sayısını 37 yapmıştır. Bu çalışmada karar verme birimleri olarak OECD' ye üye olan tüm ülkeler dahil edilmiştir.

### **Girdilere ve Çıktılara Ait Değişkenlerin Belirlenmesi**

Girdi ve çıktıların aynı yönde paralellik göstermesi VZA çalışmalarında arzu edilen bir durumdur. Bununla birlikte her değişkenin aynı yönde pozitif ya da negatif olması şart değildir. Yöndeş olarak paralellik göstermesinden kasıt belirlenen girdinin artan ya da azalan şekilde kabul edilmesi demektir. Mesela bu çalışmada kullanılan girdi değişkenlerinden olan "her 100 kişiye uygulanan Covid-19 aşı doz sayısı" artış yönünde beklenen bir değişkendir. Bu değişkenin artması istenen olumlu bir beklentidir ve pozitif yönlüdür. Kullanılan bir başka değişken olan "milyon kişi başına ölüm sayısı" azalan yönde beklentinin olması ile negatif yönlüdür fakat her geçen gün ters yönde hareketi sebebiyle artış yönünde gitmektedir. Analizler sonunda politika belirleyen ve karar mercileri için pozitif yönlü değişkenlerde azalış veya negatif yönlü değişkenler de artış tavsiyeleri yapılabilmektedir. Bununla birlikte aynı yönde tavsiyelerde yapılabilir.

Girdi ve çıktı değişkenlerinin, VZA' da en az seçilecek sektör ve KVB' ler kadar önemli olduğu muhakkaktır. Analiz edilecek KVB' lerin görece etkin olan veya etkin olmayan birimlerinin belirlenmesi kullanılacak girdi ve çıktı değişkenlerine direkt bağlıdır. Bunun için VZA' da değişkenlerin en iyi şekilde belirlenme aşaması çok önem arz etmektedir. Çalışmanın hangi sektör ve hangi KVB' lerin üzerinde yapılacağına karar verildikten sonra titizlikle

belirlenmeye çalışılan girdi ve çıktı değişkenlerinde en önemli kılavuz yapılan çalışmalar ve literatür olmaktadır. Bu alanda yapılmış çalışmalar ve araştırmalar incelendiğinde literatürde çok sayıda değişik girdiler ve çıktılarının kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada kullanılacak girdi ve çıktı değişkenlerinin neler olacağı ve kaç adet kullanılacaklarına ait kapsamlı tarama sonunda karar aşamasına geçilmiştir. Öncelikle girdi ve çıktı değişkenlerinin kaç adet olacağına karar verilmiştir. Sağlık alanında yapılmış çok sayıdaki çalışmalara da kullanılan girdi ve çıktılarının ayrı ayrı aritmetik ortalamaları alınarak 4' er adet değişken kullanılmasına karar verilmiştir. Karar verilen sayıda ki girdi değişkenlerinin hangi değişkenler olduğuna ise en çok kullanılan sağlık girdilerinden 4 tanesi seçilmiştir. Çıktı değişkenlerinin neler olacağının kararını verirken ise bu çalışmada amaç olarak belirlenen OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetimi değerlendirilmesi doğrultusunda DSÖ ve OECD verileri ışığında ulaşılabilir 4 değişkene karar verilmiştir. Özellikle 100 kişiye uygulanan Covid-19 aşısı doz sayılarının çok yerinde olduğu ve bu çalışmadan önce hiçbir çalışmada kullanılmadığı literatür taraması ile görülmüştür. Yöntem, model, sektör, KVB' ler ve değişkenler belirlendikten sonra verilerin VZA' ya uygunlukları ve istatistiksel olarak analize engel durumların olup olmadığı test edilmiştir.

Girdiler olarak aşağıdaki değişkenler belirlenmiştir;

- G1: 1000 Kişiyeye Düşen Doktor Sayısı
- G2: 1000 Kişiyeye Düşen Hemşire Sayısı
- G3: 1000 Kişiyeye Düşen Hasta Yatağı Sayısı
- G4: Sağlık Harcamalarının GSYİH İçindeki Yüzdelerik Payı

Çıktı değişkenleri ise aşağıdaki maddeler şeklinde belirlenmiştir;

- Ç1: Milyon Kişi Başına Test Sayısı
- Ç2: Milyon Kişi Başına Vaka Sayısı
- Ç3: Milyon Kişi Başına Ölüm Sayısı
- Ç4: 100 Kişiyeye Uygulanan Covid-19 Aşısı Doz Sayısı

Bir ülkedeki sağlık yatırımlarının GSYİH içindeki yüzdelerik payı o devlet yöneticilerinin var olan kaynaklarından yüzde olarak hangi oranda sağlık sektörüne aktardığı uluslar arası bazda en çok kullanılan sağlık göstergesidir. Bu yüzdelerik oranlar ülkelerin sağlık alanındaki performans değerlendirme analizlerinde sıkça kullanılan bir değişkendir.

Girdi ve çıktılarına ait değişkenler DSÖ ve OECD' nin resmi veri tabanlarından elde edilmiştir. Çalışmaya alınan tarihteki en son ve en güncel veriler kullanılmıştır. Yapılan bu VZA için DSÖ ve OECD' nin resmi web sitelerinin genel sağlık verileri ve Covid-19 pandemi verileri kullanılmıştır. Çalışmada VZA modelini kurmada ve uygulamada kullanılan KVB' lere ait girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 6' da yer almaktadır.

Tablo 6. *VZA' da Kullanılan KVB' lere Ait Girdi ve Çıktı Değişkenleri*

Girdi Değişkenleri			Çıktı Değişkenleri				
1000	1000	1000	Sağlık	Milyon	Milyon	Milyon	Her 100
Kişiye	Kişiye	Kişiye	Harcamalarının	Kişi Başına	Kişi	Kişi	Kişiye
Düşen	Düşen	Düşen	GSYİH İçindeki	Test Sayısı	Başına	Başına	Uygulanan
Doktor	Hemşire	Hasta	Yüzdeler Payı		Vaka	Ölüm	Covid-19 Aşı
Sayısı	Sayısı	Yatağı			Sayısı	Sayısı	Doz Sayısı
		Sayısı					

Girdi ve çıktı değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistikler hesaplanarak aşağıdaki gibi Tablo 7' de sunulmuştur. Tanımlayıcı istatistikler kapsamında değişkenlere ait aritmetik ortalamalar, standart sapmalar, en az değer ve en çok değerler hesaplanmış ve tespit edilmişlerdir.

Tablo 7. *Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler*

	G1	G2	G3	G4	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
Ortalama	3,5289	9,1122	4,5216	8,849	1226010,78	62800,54	1206,8	38,7227
Standart Sapma	0,8906	4,1408	2,6262	2,375	1321702,65	36266,67	778,40	22,7303
Minimum	1,88	1,13	0,98	4,4	51770	528	5	3,32
Maximum	5,47	17,97	12,98	17,0	7139009	153306	2957	121,23

Tablo 7 incelendiğinde Türkiye G1 ve G4 değişkenlerinde OECD ülkeleri arasında en son sırada, Kolombiya G2 değişkeninde son sırada, Meksika G3 ve Ç1 değişkenlerinde son sırada, Japonya Ç4 değişkeninde son sırada, Yeni Zelanda ise Ç2 ve Ç3 değişkenlerinde son sırada yer alan ülkelerdir.

Bu aşamada ise yapılan çalışmalar ve literatüre giren değişkenlerin incelenmesi sonucunda kullanılmaya karar verilen girdi ve çıktı değişkenlerinin uygulanacak VZA modeli için uygunluklarının belirlenmesi amacıyla istatistiksel olarak ön analiz ve değerlendirmeleri yapılmıştır. İlk olarak 8 değişkenin tamamında birbirleriyle olan ikili ilişkilerine bakılmıştır. Bu ilişki testinde korelasyon analizi uygulanmıştır. Uygulanan pearson korelasyon testi neticesinde ortaya çıkan durum Tablo 8’ de aşağıda verilmiştir.

Tablo 8. *Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Pearson Korelasyon Tablosu*

	G1	G2	G3	G4	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
G1	1							
G2	0,238	1						
G3	-0,026	0,025	1					
G4	0,216	0,563**	0,027	1				
Ç1	0,270	0,100	-0,135	0,082	1			
Ç2	0,080	-0,157	-0,088	-0,028	0,182	1		
Ç3	-0,007	-0,335*	-0,046	-0,095	-0,058	0,737**	1	
Ç4	0,036	0,071	-0,287	0,169	0,209	0,397*	0,265	1

Girdi ve çıktı değişkenlerine ait pearson korelasyon analizi sonuçları olan üstteki Tablo 8’ e dikkatlice bakıldığında ilişki seviyesinin en yüksek Ç2 ile Ç3 değişkenleri arasında olduğu apaçıktır (0,737). Genel kabul olarak % 80 üstünde korelasyon ilişkisi mevcut değişkenler bağıntıda çokluk problemi çıkarabileceğinden dolayı diğer değişkenlerle olan korelasyonları da dikkate alınarak bu değişkenlerden tercih edilen biri analizde kullanılmayabilir. Bu çalışmada korelasyon ilişkisi %80 üstünde olan herhangi iki değişkene rastlanmamıştır. Böylelikle tüm değişkenler analize dahil edilmiş olup OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin değerlendirilmesi analizinde 4 girdi değişkeni ve 4 çıktı değişkeni olmak üzere toplam da 8 değişkenin tamamı kullanılmıştır.

## VZA modelinin seçimi

OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin değerlendirilmesinde etkilik analizinde VZA modellerinden girdi odaklı CCR modeli uygulanmıştır. Girdi odaklı model ya da çıktı odaklı modelin seçilmesinde araştırmacılar, karar vericilerin etkili olabilecekleri değişken grubunu dikkate alarak model tercihinde bulunurlar. Covid-19 salgını gibi önemli sağlık hizmetlerinde karar vericilerin etki derecesi çıktılardan ziyade girdiler üzerindedir. Ülke yöneticileri girdilerdeki farklı hamlelerle ancak çıktılara etki edebilmektedirler. Başka sektörlerde çıktılara müdahale girdilerden daha kolay olabilir. Bazı sektörlerde ise girdi ve çıktılara etki aynı derecelerde olabilir. Bu farklı durumlar göz önüne alınarak en uygun modelin seçimi yapılacak yorum ve tavsiyelerin sıhhati açısından önemlidir. Bu sebepten ötürü bu çalışmada girdi odaklı CCR modelinin uygulanmasına karar kılınmıştır. Buna ek olarak, bağlama bağlı VZA sayesinde KVB'lerin seviye gruplarının oluşturulması ve her seviyede etkin olmayan KVB'lere tekrar modelin uygulanmasına imkân vermesi açısından dolayı girdi odaklı CCR modeli, bağlama bağlı VZA ile birlikte kullanılmıştır.

Bağlama bağlı VZA iki aşamadan oluşur: verimli sınırların inşası ve ardından çekicilik ve ilerleme puanlarının hesaplanması. İlk aşamada, her adımda yalnızca verimsiz karar verme birimleri hesaba katılarak  $n$  farklı verimli sınır oluşturulur. Tüm karar verme birimleriyle oluşturulan verimli sınır en yüksek olanıdır ve buna 1. düzey sınır denir. En son oluşturulan en düşük olanıdır ve buna  $n$ 'inci seviye verimli sınır denir. İkinci aşamada, her bir karar verme birimi için, verimli sınırlara göre çekicilik puanları ve verimli sınırlara göre ilerleme puanları hesaplanır. Bağlama bağlı DEA, eşit performans düzeyinde görünen karar verme birimleri arasında ayırım yapmamızı sağlar ve standart DEA'dan daha ayrıntılı bilgi sağlar. Ayrıca, verimsiz karar verme birimleri için erişilebilir iyileştirme hedefleri önerir ve bunların adım adım gerçekleştirilmesine yardımcı olur.

Başlangıçta, tüm KVB'ler verimsiz olarak kabul edilir ve seviye 1 olarak girdi odaklı VZA modeli uygulanır. Ardından, verimli KVB'ler hariç tutularak model kalan KVB'ler için yeniden çözülür. Son seviyede tüm KVB'ler etkin olana kadar devam eder. Bunun sonunda, her adımda bir tane olmak üzere bir dizi verimli sınır elde edilir. Bu verimli sınırların her biri farklı bir değerlendirme bağlamı oluşturur. Bunu takiben, bu bağlamlara göre her KVB için çekicilik ve ilerleme puanları hesaplanır. Bağlama bağlı veri zarflama analizinde bir başka ölçüde ilerleme puanıdır. Herhangi bir karar verme biriminin ilerleme puanı, daha yüksek bir seviyeye çıkması gereken iyileştirme imkânını gösterir.

## Hedef Değerlerin Bulunması

LİNDÖ paket programı ile çözülen VZA modellerinden girdi odaklı CCR modeli ve bağlama bağı VZA ile elde edilen sonuçlara göre etkin olmayan KVB' ler adına referans olan etkin KVB' ler yanlarında parantez içinde yoğunluk değerleriyle birlikte analiz sonuçlarında Tablo 10' da görölmektedir. Etkin olmayan KVB' nin pozitif dual değişkenlerine ait değerler mevcuttur. Etkin olmayan KVB' lerin herhangi bir girdi yada çıktı değişkeninin hedef değerini bulmak için dual değişkenler ayrı ayrı referans olan KVB' lerin istenen değişkenleriyle çarpılıp toplanmasıyla bulunur. Mesela; Tablo 10' da etkin olmayan bir KVB olan Avustralya için Danimarka ve İsrail referans ölkeler olmuştur. Avustralya' nın pozitif dual değişkenleri sırasıyla 0,0809 ve 0,0566 değerlerini almıştır. G1 değişken için Avustralya' nın mevcut değeri 3,75 olarak verilerde mevcuttur. Hedef değer, referans KVB' lerin G1 değerlerini dual değişkenler ile ayrı ayrı çarpıp toplanmasıyla bulunur.

$$\text{Hedef değer} = 4,19 \cdot 0,0809 + 3,22 \cdot 0,0566 = 0,52$$

olarak bulunmuş olur. Bu işlem bütün etkin olmayan KVB' ler için hesaplanarak Tablo 9' da girdi değişkenlerinin hedef değerleri sunulmuştur.

## Mevcut ve Hedef Miktarların Değişim Yüzdesinin Bulunması

Hesaplanan hedef miktarın mevcut miktardan çıkarılması ile çıkan değerın mevcut değere bölünmesiyle hesaplanmış olur. Mesela; Belçika için G1 değişkenine ait mevcut ve hedef miktarlar arası değişim yüzdesinin hesaplanması:

$$(3,13 - 2,76) / 3,13 = 0,1182 = \% 11,82$$

şeklinde olmuştur. Bu işlem bütün etkin olmayan KVB' ler için hesaplanarak Tablo 11' de girdi değişkenlerinin değişim yüzdeleri verilmiştir.

## Modelin Uygulanması ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu çalışmada OECD' ye üye 37 karar verme birimine (KVB) ait girdi ve çıktı değişkenleriyle Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin değerlendirilmesi LİNDÖ paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Veri Zarflama Analizi (VZA) için kullanılacak KVB sayısı ve kullanılacak girdi ve çıktı değişkenlerinin kabul görmüş eşitlik ve eşitsizlikleri matematiksel olarak sağlamaları gerekmektedir. KVB sayılarının analizde yeterli miktarda olması önem arz etmektedir. Yapılan araştırmalar ve literatür taramalarında genel kabul görmüş ve uygulamada esas olarak alınan birçok görüş mevcuttur. Bu kabul görmüş görüşler geçmiş bölümlerde açıklanmıştır. Bu görüşlerden birincisi olarak KVB sayısının girdi ve çıktı değişkenlerinin sayıları toplamının en az 2 katı kadar olması gereğidir. Bu çalışmada 4 adet

girdi değişkeni ve 4 adet de çıktı değişkeni kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Kabul edilen birinci görüşe göre toplam 8 değişken vardır ve 2 katı 16 etmektedir. Kullanılan KVB sayısı 37 olduğu için bu kullanılan veri seti ve KVB sayısı analize uygundur. Bu durum matematiksel olarak;

$$(4 + 4) \times 2 = 16 < 37$$

bu şekilde hesaplanmıştır.

Kabul görmüş ve uygulanan başka bir görüşe göre ise kullanılan girdi değişkeni sayısı m, çıktı değişkeni sayısı s ve KVB sayısı da n kabul edildiğinde;

$$n \geq \max [ m \times s, 3*(m+s) ]$$

eşitsizliğinin sağlanması kabul görülmüştür. Bu eşitsizlikte ifade edilen durumu şu şekilde izah etmek mümkündür; KVB sayısı en az, girdi ve çıktı sayılarının çarpım sonucu veya girdi ve çıktılarının toplamının 3 katı sonucundan en fazla olan kadar olmalıdır. Buna göre;

$$n \geq \max [ (4 \times 4), 3*(4 + 4) ] \text{ olup } n \geq 24, (n = 37)$$

olacaktır. Görüldüğü gibi VZA için girdi, çıktı ve KVB sayıları kabul gören görüşlere göre uygunluk içerisinde.

Bu çalışmada OECD' ye üye 37 ülkenin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin değerlendirilmesi bağlama bağlı VZA ve girdi yönelimli CCR modeli uygulanarak yapılmıştır. Değerlendirme de 07.05.2021 tarihine ait girdi değişkenleri ve çıktı değişkenleri veri olarak kullanılmıştır. Veriler DSÖ ve OECD kaynaklarından elde edilmiştir. Çalışmanın ana hedeflerinden biri olarak minimum girdilerle çıktıları maksimize etmek olduğu için girdilerin minimizasyonu hedeflenerek girdi odaklı CCR modeli bağlama bağlı VZA modeli ile birlikte kullanılmaktadır. Ayrıca verimsiz ve etkin olmayan ülkeler için gerçekçi hedefler belirlemek ve bunları adım adım iyileştirmek için referans kümeleri oluşturularak hedef girdi değerleri ve değişim yüzdeleride bağlama bağlı VZA modelinin her seviyesinde ayrı ayrı gösterilmiştir

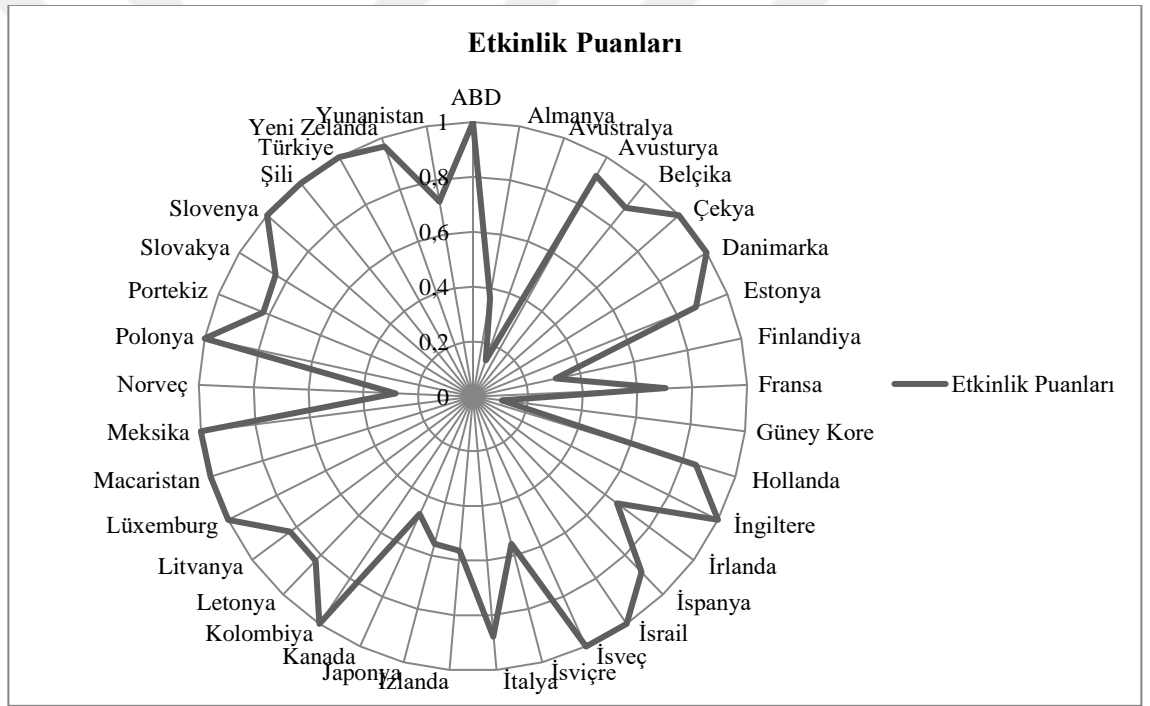
Bağlama bağlı VZA ile ülkeler dört etkinlik düzeyine ayrılmıştır. Tablo 9, OECD' ye üye 37 ülkenin tamamına ait birinci düzey VZA' nın sonuçlarını göstermektedir. Görüldüğü gibi 37 ülkeden 14' ü etkin (e =1). Etkinlik puanları, ülkelerin en etkin ülkeye göre etkinliğini gösterir.

Tablo 9. *Bağlama Bağlı VZA 1. Seviyesinde Etkinlik Puanları ve Girdi Hedefleri*

Etkinlik	G1	G2	G3	G4
----------	----	----	----	----

Ülkeler	Puanları	Mevcut Miktar	Hedef	Mevcut Miktar	Hedef	Mevcut Miktar	Hedef	Mevcut Miktar	Hedef
ABD	1	2,61	-	11,89	-	2,87	-	17	-
Almanya	0,3656	4,31	1,57	13,22	3,59	8,00	2,30	11,7	4,27
Avustralya	0,1390	3,75	0,52	11,92	1,10	3,84	0,37	9,3	1,23
Avusturya	0,9215	5,24	3,65	6,87	6,32	7,27	2,88	10,4	9,58
Belçika	0,8847	3,13	2,76	11,22	7,95	5,58	4,63	10,3	9,11
Çekya	1	4,04	-	8,07	-	6,62	-	7,8	-
Danimarka	1	4,19	-	10,10	-	2,60	-	10	-
Estonya	0,8746	3,48	2,70	6,29	5,49	4,57	3,99	6,8	5,94
Finlandiya	0,3080	3,81	1,17	14,74	2,01	3,61	1,01	9,1	2,74
Fransa	0,7028	3,37	2,36	10,79	6,79	5,91	3,53	11,2	7,86
Güney Kore	0,1055	2,36	0,24	7,24	0,42	12,43	0,21	8	0,58
Hollanda	0,8502	3,60	3,06	11,18	8,93	3,17	2,69	10	8,50
İngiltere	1	2,95	-	7,78	-	2,46	-	10,3	-
İrlanda	0,6535	3,34	2,04	12,88	3,92	2,97	1,94	6,8	4,44
İspanya	0,8876	4,02	3,21	5,87	5,20	2,97	2,63	9	7,98
İsrail	1	3,22	-	5,03	-	2,98	-	7,5	-
İsveç	1	4,27	-	10,88	-	2,14	-	10,9	-
İsviçre	0,5555	4,34	2,40	17,59	6,58	4,63	2,57	12,1	6,71
İtalya	0,8798	4,02	3,47	6,73	5,91	3,14	2,76	8,7	7,65
İzlanda	0,5645	3,93	1,95	15,52	3,63	2,83	1,59	8,8	4,58
Japonya	0,5540	2,49	0,13	11,76	0,52	12,98	0,17	11,1	0,61
Kanada	0,4705	2,80	1,31	9,95	3,36	2,52	1,15	10,8	4,34
Kolombiya	1	2,18	-	1,13	-	1,71	-	7,3	-
Letonya	0,8289	3,30	2,19	4,35	3,60	5,49	2,72	6,3	5,22
Litvanya	0,8282	4,60	2,86	7,78	5,56	6,43	4,80	6,8	5,63
Lüksemburg	1	2,98	-	11,72	-	4,26	-	5,4	-
Macaristan	1	3,38	-	6,62	-	7,01	-	6,4	-
Meksika	1	2,44	-	2,87	-	0,98	-	5,5	-
Norveç	0,2828	4,93	1,18	17,97	2,13	3,53	0,99	10,5	2,78

Polonya	1	2,38	-	5,10	-	6,54	-	6,2	-
Portekiz	0,8235	5,12	3,21	6,88	5,66	3,45	2,84	9,6	7,90
Slovakya	0,8442	3,52	2,68	5,70	4,81	5,70	4,81	6,9	5,82
Slovenya	1	3,18	-	10,14	-	4,43	-	8,3	-
Şili	1	2,59	-	13,32	-	2,06	-	9,1	-
Türkiye	1	1,88	-	2,34	-	2,85	-	4,4	-
Yeni Zelanda	0,9676	3,35	0,32	10,34	0,68	2,57	0,23	9,3	0,76
Yunanistan	0,7215	5,47	2,03	3,37	2,43	4,20	1,98	7,8	5,62



Şekil 9. Bağlama Bağlı VZA Seviye 1’de Etkinlik Puanları

Şekil 9’ daki örümcek diyagramı OECD’ ye üye 37 ülkenin tamamının Covid-19 pandemi yönetiminde sağlık hizmetlerinin görece performanslarını göstermektedir. Örümcek diyagramında yer alan en dıştaki ülkeler, en verimli olanlar, yani etkinlik sınırını oluşturan ülkelerdir. Çalışmada girdi minimizasyonuna odaklanıldığından bu ülkeler OECD’ ye üye ülkelerin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin değerlendirilmesi açısından en iyi girdilere sahip olarak tanımlanabilirler. Diyagramda 14 KVB’ nin görece etkin, 23 KBV’ nin ise görece etkin olmadığı görülmektedir.

Tablo 10. OECD' ye Üye Ülkelerin Girdi Odaklı CCR Modeli 1. Seviye VZA Sonuçları

Ülkeler	Etkinlik Değeri	Referans Olan Ülkeler	Yoğunluk Değeri	Ölçeğe Göre Getiri	Referans Olma Sayısı
ABD	1	-	1	Sabit	7
Almanya	0,3656	ABD(0,0557), İngiltere(0,0975), İsrail(0,1178), Lüksemburg(0,0143), Macaristan(0,2130)	0,4983	Azalan	-
Avustralya	0,1390	Danimarka (0,0809), İsrail(0,0566)	0,1375	Azalan	-
Avusturya	0,9215	Çekya(0,0475) Danimarka(0,4647), İsrail(0,1018), Kolombiya(0,4654), Türkiye (0,0917)	1,1711	Artan	-
Belçika	0,8847	ABD(0,3207),Çekya(0,1039), Lüksemburg(0,0586), Macaristan(0,3957)	0,8789	Azalan	-
Çekya	1	-	1	Sabit	1 0
Danimarka	1	-	1	Sabit	9
Estonya	0,8746	Çekya(0,2967), İsrail(0,1165), Macaristan(0,0213), Slovenya(0,1719), Türkiye(0,2715)	0,8779	Azalan	-
Finlandiya	0,3080	Danimarka(0,0515), İsrail(0,2973)	0,1145	Azalan	-
Fransa	0,7028	ABD(0,2773), Çekya(0,3399), Lüksemburg(0,0377), Macaristan(0,0469)	0,7018	Azalan	-
Güney Kore	0,1055	Danimarka(0,0110), İsrail(0,0630)	0,0740	Azalan	-
Hollanda	0,8502	ABD(0,0658), İsrail(0,0041), İsveç(0,3977), Lüksemburg(0,0236), Slovenya(0,3480)	0,8392	Azalan	-
İngiltere	1	-	1	Sabit	2

İrlanda	0,6535	Çekya(0,0989), İsrail(0,1944), İsveç(0,0319), Lüksemburg(0,0927), Meksika(0,2481)	0,6660	Azalan	-
İspanya	0,8876	Çekya(0,0963), İsrail(0,1797), İsveç(0,1224), Kolombiya(0,3251), Lüksemburg(0,0776), Meksika(0,3202)	1,1213	Artan	-
İsrail	1	-	1	Sabit	2
					0
İsveç	1	-	1	Sabit	6
İsviçre	0,5555	ABD(0,0525), İsrail(0,0954), İsveç(0,1252), Kolombiya(0,0996), Lüksemburg(0,0628), Slovenya(0,3228)	0,7583	Azalan	-
İtalya	0,8798	Çekya(0,1649)İsrail, (0,1232), İsveç(0,0651), Kolombiya(0,0195), Lüksemburg(0,0947), Meksika(0,7416)	1,2090	Artan	-
İzlanda	0,5645	Danimarka(0,1644), İsrail(0,3926)	0,5570	Azalan	-
Japonya	0,5540	ABD(0,0292), Çekya(0,0010), İsrail(0,0029), Lüksemburg(0,0112), Macaristan(0,0042)	0,0485	Azalan	-
Kanada	0,4705	ABD(0,0330), İngiltere(0,2373), İsrail(0,1386), Şili(0,0325)	0,4414	Azalan	-
Kolombiya	1	-	1	Sabit	8
Letonya	0,8289	Çekya(0,2625), Danimarka(0,0866), İsrail(0,0186), Kolombiya(0,2307), Türkiye(0,1098)	0,7082	Azalan	-
Litvanya	0,8282	Çekya(0,4462), İsrail(0,0957), Macaristan(0,2239)	0,7658	Azalan	-
Lüksemburg	1	-	1	Sabit	1
					0
Macaristan	1	-	1	Sabit	8
Meksika	1	-	1	Sabit	5
Norveç	0,2828	Danimarka(0,0781), İsrail(0,2668)	0, 3449	Azalan	-
Polonya	1	-	1	Sabit	0
Portekiz	0,8235	Çekya(0,1539), İsrail(0,1434), İsveç(0,1728), Kolombiya(0,2900), Lüksemburg(0,0723), Meksika(0,2249)	1,0573	Artan	-
Slovakya	0,8442	Çekya(0,0497), Kolombiya(0,1984), Macaristan(0,5622), Meksika(0,0032), Slovenya(0,0448)	0,8583	Azalan	-

Slovenya	1	-	1	Sabit	4
Şili	1	-	1	Sabit	1
Türkiye	1	-	1	Sabit	3
Y. Zelanda	0,9676	Danimarka(0,0495), İsrail(0,0362)	0,0857	Azalan	-
Yunanistan	0,7215	Danimarka(0,0484), İsrail(0,1818), Kolombiya(0,4488), Macaristan(0,0785)	0,7575	Azalan	-

Tablo 10' a göre; girdi odaklı CCR modeli analizinde ABD, Çekya, Danimarka, İngiltere, İsrail, İsveç, Kolombiya, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Polonya, Slovenya, Şili ve Türkiye olarak 14 KVB' nin görelî etkin olduğu analiz sonuçlarında mevcuttur. Kalan 23 ülke ise görelî etkin olmayan KVB' ler olarak ortaya çıkmaktadır. Bu etkin olmayan 23 KVB' nin etkinlik değeri 1' den küçüktür. Etkin olmayan bu KVB' lerin görelî etkin olabilmeleri için örnek alabilecekleri etkin ülkelerden oluşan referans kümeleri Tablo 10' da mevcuttur. Aynı tabloda KVB' lere ait yoğunluk değeri de hesaplanmıştır. Ölçeğe göre getiri hesaplanmasında yoğunluk skorları referans alınmaktadır. Etkin olan KVB' lerin ölçeğe göre sabit getiriye sahip oldukları ve yoğunluk değeri 1 olduğu açıktır. Etkin olmayan KVB' lere referans olan ülkelerin Tablo 10' da verilen parantez içlerindeki referans yoğunluk skorlarının toplamı eğer 1' den az ise ölçeğe göre azalan getiri, 1' den fazla ise ölçeğe göre artan getiriye sahiptir denilir. (Kocaman vd., 2012).

Tablo 10' a bakıldığında görelî etkin olan 14 KVB' ni ölçeğe göre sabit getirili oldukları aşikârdır. Geriye kalan ve görelî etkin çıkmayan 23 KVB' den ise 4 ülkenin ölçeğe göre artan getirili ve 19 ülkenin ise ölçeğe göre azalan getirili oluşu görünmektedir. Etkin olmayan KVB' ler için yapılacak iyileştirme tavsiyeleri ölçeğe göre artan yada azalan oluşlarına göre değişmektedir. Bu ülkelerden 19 tanesi ölçeğe göre azalan getiriye sahip olduklarından dolayı bu KVB yöneticileri girdi değişkenlerini arttırdıkları aynı oranın daha altında çıktı değişkenlerine ulaşacaklardır. Bu sebeple bu KVB' ler girdi ölçeklerini küçülterek görelî etkin olmaya gayret etmelidirler. Kalan etkin olmayan 4 KVB ise ölçeğe göre artan getirili ülkeler oldukları için girdi değişkenlerini arttırdıkları aynı orandan daha çok çıktı değişkenlerine sahip olma olanağına sahiptirler. Fakat etkin olamayışlarının sebebi olarak bu durumun gerçekleşmemiş olması söylenebilir.

Kolombiya, Türkiye ve Meksika gibi KVB' lerin görelî etkin olmalarının dikkat çekiciliği ortadadır. Çünkü bu KVB' ler girdi değişkenleri bazında bakıldığında diğeri etkin ülkelerin oldukça altında değerlere sahiptirler. Aynı vaziyet çıktı değişkenleri içinde benzer

durumdadır. Türkiye, 1000 kişiye düşen doktor sayısı 1,88(G1) ve sağlık harcamalarının GSYİH içindeki yüzdelik payı %4,4(G4) ile 37 OECD ülkesi arasında son sırada yer almaktadır. Hatta OECD ortalamaları 3,52 ve %8,8 değerleri ile Türkiye' nin yaklaşık iki katı kadar üstündedir. Kullanılan girdi yönelimli VZA modeli Türkiye' nin bu durumunu avantajlı hale getirmiştir. Aynı şekilde Türkiye' nin 1000 kişiye düşen hemşire ve hasta yatağı sayılarında da OECD ortalamalarına göre geridedir. Kolombiya, Meksika ve Polonya gibi ülkelerinde girdi değişkenlerinin OECD ortalamasının altında oldukları görülmektedir.

Aynı vaziyet çıktı değişkenlerinde de bu ülkeler açısından baktığımızda aşağı yukarı aynıdır. Baktığımız da Türkiye, Kolombiya, Meksika ve Polonya' nin çıktı değişkenlerinde de bazı değerlerin OECD ortalaması altında olduğu görülmektedir. Mesela, Meksika milyon kişi başına test sayısında 51770 (Ç1) ile OECD içinde son sıradadır. Türkiye ise milyon kişi başına ölüm sayısında 499 ile OECD ortalamasına (1206) göre çokça düşüktür. Kolombiya' da milyon kişi başına test sayısında 297.685 ile OECD ortalamasına (1.226.010) göre oldukça düşüktür. Fakat girdi yönelimli model analizde kullanılması dolayısı ile Türkiye düşük girdi değişkenlerine sahip olması hasebiyle görece etkin KVB listesindedir. O halde Türkiye' nin yüksek çıktılardan ziyade girdilerindeki düşüklüğü etkin olmasını sağlamıştır denebilir. Aynı paralellikte çıkarımları Meksika, Kolombiya ve Polonya adına yapmak yanlış olmayacaktır. Bu KVB' lerin de görece etkin çıkmalarının temel nedeni minimum girdiler ile maksimum çıktılar elde etmek değil de, girdi değerlerinin OECD girdi ortalama değerlerine ve diğer KVB girdi değerlerine göre daha az seviye olmaları sayılabilir. Bunun doğal sonucu olarak bu ülkeler etkin olmayan diğer ülkelere az denecek sayılarda referans olabilmişlerdir. Polonya etkin olmayan KVB' lerin hiçbirine referans olamamıştır. Şili ise iki girdi değişkeninde OECD ortalamasının altında olup etkin çıkan KVB' ler den olmasına rağmen sadece Kanada' ya referans olabilmıştır.

VZA sonuçlarında göze çarpan bir başka veri ise İsrail' in görece etkin KVB olmasıdır. İsrail' i görece etkin diğer KVB' ler den farklı durumu vardır. İsrail ülkesinin 20 kez etkin olmayan KVB' lere referans olması Covid-19 pandemi yönetiminde göze çarpan bir başarı olarak etkin bir performans gösterdiğini ifade etmektedir. Girdi ve çıktı değişkenleri detaylı olarak incelenirse İsrail' in girdi değişkenlerinin tamamında OECD ortalamalarının alt tarafında değerler alışı, çıktı değişkenlerinde ise genellikle OECD ortalamasının üst tarafında oluşu dikkat çekmektedir. Hatta 100 kişiye uygulanan Covid-19 aşı doz sayısında 121,23 ile OECD ortalamasının (38) üç katından fazla olduğu görülmektedir. OECD ortalamalarının altında girdi değişkenleriyle yüksek düzeylerde çıktılar elde etmek, İsrail' i girdi kaynaklarını verimli kullanma ve pandemiyi başarılı yönetme durumlarından dolayı görece etkin yapmıştır. İsrail toplam da 20 KVB' ye referans olarak analizde referans olama rekoru kırmıştır. Türkiye ile

İsrail kıyaslandığı zaman ise iki ülkenin de girdi değişkenlerinin OECD ortalamalarının altında olduğu ancak Türkiye' nin çıktılarının İsrail' in çıktıklarına göre çok düşük seviyede olduğu görülmektedir. Bu nedenle iki KVB' de etkin olmalarına rağmen İsrail Türkiye' ye göre daha etkin ve başarılıdır söylenebilir. Bu durumu referans olma sayılarında da görebiliriz. İsrail' in 20 referansına karşılık Türkiye sadece 3 KVB' ye referans olmuştur. Benzer yorumları Türkiye ile Lüksemburg için de yapmak imkanı vardır. Türkiye' nin OECD ortalamalarına göre düşük düzeydeki girdi değişkenleri ile bu seviyelerdeki çıktı değişkenlerine ulaşması dikkatten kaçmamalıdır. Türkiye' nin sadece 3 ülkeye referans olabilmesi azımsanacak bir durum değildir. Türkiye' den daha etkin ülkelerin benzer girdi değişkenleriyle daha fazla çıktı değişkenlerine sahip oldukları aşıkardır. Aşılama sayıları bu analizde oldukça etkili bir çıktı değişkenidir. Üretilen Covid-19 aşularının hızlı ve yaygın bir şekilde uygulanması çıktı değişkeninde artırma anlamına gelerek aynı girdilere sahip KVB' ler arasında bir adım öne çıkma ve referans olma sayısında artma anlamına gelmektedir.

İngiltere, girdi değişkenlerinde genelde OECD ortalamalarının altında olup çıktı değişkenlerinde ise OECD ortalamalarının üstünde olduğu halde sadece 2 KVB' ye referans olabilmıştır. Bu durumun asıl sebebinin analizde kullanılan modelin yönelimidir. Eğer çıktı odaklı model kullanılsa farklı KVB' ler etkin çıkıp farklı referans kümeleri oluşabilirdi. Girdi yönelimli analizde referans olan bir KVB çıktı yönelimli bir modelde referans alan bir KVB olabilirdi.

Görelî etkin çıkmayan KVB' ler için ise görelî etkin çıkabilmeleri adına referans olan KVB' ler ve etkin olmayan ülkelere ait yoğunluk değerleri aynı şekilde Tablo 10' da mevcuttur. Ölçeğe göre getiri durumlarının saptanması için etkin olmayan KVB' lere ait yoğunluk değerlerine bakılır. Eğer bu değer 1' den küçük ise KVB ölçeğe göre azalan, eğer bu yoğunluk değeri 1' den büyük ise o KVB ölçeğe göre artan getiriye sahiptir denir. Bununla birlikte görelî etkin olmayan KVB' lerin etkinsizlikten kurtulabilmeleri için girdi değişkenlerine ait hedef değerler ve değişim yüzdeleri de referans olan KVB' ler aracılığı ve yoğunluk değerleri kullanılarak bulunmuş ve Tablo 11' de gösterilmiştir. Mesela, Hollanda' nın etkinsizlikten kurtulabilmesi için birinci girdi değişkeni olan 1000 kişiye düşen doktor sayısını (G1) %15 oranında düşürmesi tavsiye edilmektedir. Aynı tavsiyeler Avustralya' ya ait diğer girdi değişkenlerine farklı yüzde oranlarıyla yapılmıştır. Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinde kaynak niteliğinde olan girdilerde azaltma tavsiyeleri mantıksız gelebilir. Bu durumun ana temel nedeninin analizde tercih edilen girdi yönelimli VZA modelinden kaynaklandığını unutmamak gerekir. Karar vericilerin sadece bu tür analiz sonuçlarını dikkate alarak hareket etmeleri ve tercihlerde bulunmaları her zaman doğru sonuçlar vermeye bilir. Bu tavsiyelere

bakarak normal bir girdi ve çıktı durumlarını değerlendirerek üretim yapan sektörlerde kaynak kırsarak aynı çıktılar elde etmek kararları verilebilirken konu Covid-19 pandemi yönetimi gibi sağlıklıla direk ilgili bir durumda sırf etkin olabilmek için girdi değişkenleri olan kaynak azaltmaya gitmek getirisinden çok zararı olan durumlar ortaya çıkarabilir. Burada girdi değişkenlerindeki azaltma tavsiyelerinin temel sebebinin girdi yönelimli modelin minimum girdiler ile maksimum çıktılar hedeflemesidir. Eğer çıktı değişkenlerinin kontrolü girdilere göre daha kolay ve uygulanabilir olsaydı çıktı odaklı VZA modellerini kullanarak daha farklı tavsiyeler yapılmış olacaktır.

Tablo 11. Bağlama Bağlı *VZA Seviye 1’de Etkin Olamayan KVB’ ler İçin Değişim Yüzdeleri ve Girdi Hedef Değerleri*

Ülkeler	G1	Hedef	Değişim (%)	G2	Hedef	Değişim (%)	G3	Hedef	Değişim (%)	G4	Hedef	Değişim (%)
Almanya	4,31	1,57	-63,57	3,22	3,59	-72,84	8	2,3	-71,25	11,7	4,27	-63,50
Avustralya	3,75	0,52	-86,13	1,92	1,1	-90,77	3,84	0,37	-90,36	9,3	1,23	-86,77
Avusturya	5,24	3,65	-30,34	6,87	6,32	-8,00	7,27	2,88	-60,38	10,4	9,58	-7,88
Belçika	3,13	2,76	-11,82	1,22	7,95	-29,14	5,58	4,63	-17,02	10,3	9,11	-11,55
Estonya	3,48	2,7	-22,41	6,29	5,49	-12,71	4,57	3,99	-12,69	6,8	5,94	-12,64
Finlandiya	3,81	1,17	-69,29	14,74	2,01	-86,36	3,61	1,01	-72,02	9,1	2,74	-69,89
Fransa	3,37	2,36	-29,97	10,79	6,79	-37,07	5,91	3,53	-40,27	11,2	7,86	-29,82
G. Kore	2,36	0,24	-89,83	7,24	0,42	-94,19	12,43	0,21	-98,31	8	0,58	-92,75
Hollanda	3,6	3,06	-15	11,18	8,93	-20,12	3,17	2,69	-15,14	10	8,5	-15
İrlanda	3,34	2,04	-38,92	12,88	3,92	-69,56	2,97	1,94	-34,68	6,8	4,44	-34,70
İspanya	4,02	3,21	-20,14	5,87	5,2	-11,41	2,97	2,63	-11,44	9	7,98	-11,33
İsviçre	4,34	2,4	-44,70	17,59	6,58	-62,59	4,63	2,57	-44,49	12,1	6,71	-44,54
İtalya	4,02	3,47	-13,68	6,73	5,91	-12,18	3,14	2,76	-12,10	8,7	7,65	-12,06
İzlanda	3,93	1,95	-50,38	15,52	3,63	-76,61	2,83	1,59	-43,81	8,8	4,58	-47,95
Japonya	2,49	0,13	-94,77	11,76	0,52	-95,57	12,98	0,17	-98,69	11,1	0,61	-94,50
Kanada	2,8	1,31	-53,21	9,95	3,36	-66,23	2,52	1,15	-54,36	10,8	4,34	-59,81
Letonya	3,3	2,19	-33,63	4,35	3,6	-17,24	5,49	2,72	-50,45	6,3	5,22	-17,14

Litvanya	4,6	2,86	-37,82	7,78	5,56	-28,53	6,43	4,8	-25,34	6,8	5,63	-17,20
Norveç	4,93	1,18	-76,06	17,97	2,13	-88,14	3,53	0,99	-71,95	10,5	2,78	-73,52
Portekiz	5,12	3,21	-37,30	6,88	5,66	-17,73	3,45	2,84	-17,68	9,6	7,9	-17,70
Slovakya	3,52	2,68	-23,86	5,7	4,81	-15,61	5,7	4,81	-15,61	6,9	5,82	-15,65
Y. Zelanda	3,35	0,32	-90,44	10,34	0,68	-93,42	2,57	0,23	-91,05	9,3	0,76	-91,82
Yunanistan	5,47	2,03	-62,88	3,37	2,43	-27,89	4,2	1,98	-52,85	7,8	5,62	-27,94

Bağlama bağlı VZA girdi yönelimli CCR modeli ile yapılan analiz neticesinde Belçika ve Avusturya gibi yüksek çıktı değişkenleri olan KVB'lerin görece etkin olmayışı bu devletlerin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinde yetersiz başarısız oldukları anlamı çıkarılmaya bilir. Bu KVB'ler OECD'ye üye ülkelerin ortalama çıktı değişkenlerine göre yüksek çıktılara sahip olmakla birlikte aynı seviyeyi girdi değişkenlerinde de yüksek seviyelerde muhafaza etmelerinden dolayı görece etkin olamamışlardır. Kolombiya, Meksika ve Türkiye gibi OECD'ye üye KVB'lerin ise görece etkin olmalarının ana faktörü ise girdi değişkenlerinde ortalama yada altında değerlere sahip olduklarından dolayıdır. Bu sebepten ötürü ülkelerin performans sıralamalarında genellikle uygulanan Veri Zarflama Analizi sonuç raporlarını bu şartları dikkate alarak anlamlandırmak daha isabetli neticelere ulaşmaya neden olacaktır. Görece etkin olmayan KVB'lerin ortalama üstünde girdi değişkenlerine sahip olmaları kaynak kullanımı yönünden değerlendirildiğinde gider yükü fazla olan bir vaziyettir. Fakat Covid-19 gibi sağlıkla ilgili durumlarla yapılan performans analizlerinde duruma sadece girdiler ve çıktıların nicel penceresinden değil de nitelik ve muhtemel sonuçlarını da dikkate alarak bakmak gerekir.

Bu noktada sorulması gereken soru şu olmalıdır; girdi değişkenlerinin az kullanılması mı yoksa girdilerin belirli bir seviye ve üstünde tutulmasına karşın çıktı değişkenlerinin yüksek tutulması mı öncelikli kazanmalıdır? Bu durumda analizciler VZA'nın uygulanma amacını ve sonuçlarını dikkate alarak sağlık gibi bazı sektörlerde karar vericilerin girdi değişkenlerine olan tasarruf yetkilerinin çıktılarına oranla yüksek olmalarından dolayı genelde girdi odaklı olarak çalışmalarını yapmaktadırlar. Bununla birlikte bu tür çalışmalarda sağlık alanında da olsa çıktı yönelimli yapılan analizlerde farklı pencerelerden bakmaya sebep oldukları için fazlalık değil araştırma kütüphanesi için bir zenginlik olacaktır. Nitekim bu tür çalışmalarda literatürde oldukça yeterli sayıda yer almaktadır. Girdi odaklı modellerin analizlerde kullanımı yüksek olmakla birlikte sadece çıktı odaklı ve ikisinin birlikte kullanıldığı çalışmalarda azımsanmayacak kadar vardır. Burada KVB'lerin buldukları sektör yapısı ve karar

vericilerin kontrol gücünün girdiler üzerinde mi yoksa çıktılar üzerinde mi olduğu önem arz etmektedir.

Tablo 12. OECD'ye Üye Yirmi Üç Ülkenin Girdi Odaklı CCR Modeli 2. Seviye VZA Sonuçları

Ülkeler	Etkinlik Değeri	Referans Olan Ülkeler	Yoğunluk Değeri	Ölçeğe Göre Getiri	Referans Olma Sayısı
Almanya	0,7515	Belçika(0,2776), Estonya(0,3101), İzlanda(0,1815), Kanada(0,2061)	0,9753	Azalan	-
Avustralya	0,3094	Avusturya(0,1008), İzlanda(0,1607)	0,2615	Azalan	-
Avusturya	1	-	1	Sabit	4
Belçika	1	-	1	Sabit	4
Estonya	1	-	1	Sabit	4
Finlandiya	1	-	1	Sabit	1
Fransa	0,9718	Avusturya(0,0358), Belçika(0,8377), Estonya(0,1337)	1,0072	Arta	-
Güney Kore	0,2649	İzlanda (0,0059), Kanada(0,1769), Yunanistan(0,0194)	0,2022	Azalan	-
Hollanda	1	-	1	Sabit	1
İrlanda	1	-	1	Sabit	1
İspanya	1	-	1	Sabit	2
İsviçre	0,7673	Belçika(0,1524), Estonya(0,0609), Hollanda(0,4625), İspanya(0,1072), Kanada(0,1208), Slovakya(0,0586)	0,9624	Azalan	-
İtalya	1	-	1	Sabit	0
İzlanda	1	-	1	Sabit	6
Japonya	0,1026	Belçika(0,0488), İzlanda(0,0197), Kanada(0,0090)	0,0775	Azalan	-
Kanada	1	-	1	Sabit	5
Letonya	1	-	1	Sabit	0
Litvanya	1	-	1	Sabit	0
Norveç	0,6836	Finlandiya(0,2100), İrlanda(0,1380), İzlanda(0,3025), Kanada(0,1541)	0,8046	Azalan	-

Portekiz	0,9620	Avusturya(0,0007), Estonya(0,1153), İspanya(0,9381)	1,0541	Artan	-
Slovakya	1	-	1	Sabit	1
Yeni Zelanda	0,2684	Avusturya(0,0305), İzlanda(0,1653)	0,1958	Azalan	-
Yunanistan	1	-	1	Sabit	1

Tablo 12’ de 1. seviyede etkin olmayan 23 ülkenin girdi odaklı CCR modeli sonuçları görülmektedir. Sonuçlara bakıldığında 2. seviye etkinlik ölçmede Avusturya, Estonya, Finlandiya, Belçika, İrlanda, İspanya, İtalya, İzlanda, Kanada, Hollanda, Letonya, Litvanya, Slovakya ve Yunanistan olmak üzere 14 KVB’ nin görece etkin olduğu aşıkardır. Bu ülkelerden başka 9 ülke ise görece etkin olamayan KVB’ ler dir. Tablo 12’ de aynı bir önceki seviyede yapılan analizlerde olduğu gibi görece etkin çıkmayan ülkeler için referans olan ülkeleri, etkin olmayan KVB’ lerin yoğunluk değerleri ve etkin olan ülkeler için referans olma sayıları yer almaktadır. Ayrıca 14 KVB ölçeğe göre sabit getirili, 7 KVB ise ölçeğe göre azalan getirili olarak görülmektedir. Diğer 2 KVB ise ölçeğe göre artan getiriye sahip görülmektedir. Ölçeğe göre azalan getiriye sahip olan 7 KVB, girdilerini artırdıkları oranda daha az bir çıktı değişkeni elde edeceklerdir. Bundan dolayı bu KVB’ ler girdi değerlerini küçülterek etkin konuma gelebilirler. Diğer ölçeğe göre artan getiriye sahip 2 KVB, girdi değişkenlerini arttırarak mevcuttan çok çıktı elde etme olanağına sahip olabilirler. Fakat bu durumu gerçekleştiremediklerinden dolayı görece etkin duruma gelememişlerdir.

Estonya, Letonya ve Slovakya gibi ülkeler tıpkı 1. Seviye VZA’ da etkin çıkan KVB’ ler gibi 2. seviye VZA’ nın dikkat çeken ve etkin çıkan ülkeleridir. Bu ülkeler girdi değişkenleri açısından 2. seviyedeki 23 ülke arasında düşük değerlere sahip olmalarından dolayı bu durum gerçekleşmiştir. Mesela; bu ülkelerden Letonya sağlık harcamalarının GSYİH içindeki yüzdelik payında (G4) bu 23 KVB arasında en sonuncudur. G4’ de 23 KVB’ nin ortalaması 9,1 iken Letonya’ nın G4 değişkeni 6,3’ tür. Bu durum girdi yönelimli CCR modeli uygulandığından dolayı Letonya’ yı görece etkin konumuna getiren faktörlerden biri olmuştur. Aynı durumda Kanada 2. Seviye analizde 23 KVB arasında etkin olan ülkelere birisi olmuştur. Kanada’ nın G1 ve G3 girdi değişkenlerine baktığımızda 23 KVB ortalamalarına göre çok düşüktür. Kanada’ nı çıktı değişkenlerinin de 3 tanesi ortalamasının altında olduğundan dolayı etkin KVB olmuştur. Bu durum 1. seviye analizdeki Türkiye’ nin etkin olmasına benzerdir.

Görelî etkin olan Avusturya, 100 kişiye uygulanan Covid-19 aşı doz sayısında 39,52 ile ortalama değer olan 32,10' in üzerindedir. Benzer durum milyon kişi başına test sayısında da Avusturya 3.755.832 ile ortalama değer olan 989.428' in çok çok üzerindedir. Slovakya' da milyon kişi başına test sayısı çıktı değişkeninde 497.453 ile ortalamadan çok daha geridedir. Ancak girdi odaklı VZA modeli çıktılarından ziyade girdileri baz alarak hesaplama yaptığından dolayı bu KVB' ler etkin çıkmaktadırlar. Düşük çıktılı KVB' ler düşük girdilere sahip olduklarından dolayı görelî etkin olmuşlardır. Benzer yorumları Yunanistan, Slovakya ve Litvany2 ya da düşünmek uygun olacaktır. Bu KVB' lerin görelî etkin çıkmalarının en önemli sebebi minimum girdi ile maksimum çıktı elde etmekten çok girdi değişkenlerinin kendi dışındaki KVB' lere göre aşağı seviyelerde olmalarıdır. Ayrıca bu KVB' ler görelî etkin çıkmalarına karşın etkin olmayan KVB' lere ya az sayıda referans olmuşlar yada hiçbir etkin olmayan ülkelere referans olamamışlardır.

Yapılan VZA görelî etkinlik sonuçlarının bir diğer dikkat çeken farklı durumu ise İzlanda, Kanada ve Belçika gibi ülkelerin görelî olarak etkin çıkmış olmalarıdır. Özellikle İzlanda etkin olmayan ülkelere en çok sayıda referans olmasıyla öne çıkmaktadırlar. Tablo 12 incelendiğinde İzlanda' nın 6 KVB' ye referans olması etkin olanlar içerisinde bir adım öne çıkarmıştır. Bunun sebebi Ç1 ve Ç4 çıktı değişkenlerinde ortalamanın çok üstünde olmasındandır. Ortalamalar 989.428 ve 32,10 iken İzlanda' nın bu çıktıları sırasıyla 1.786.591 ve 54,01 olarak görölmektedir. OECD ortalamalarına yakın girdi değişkenleriyle OECD ortalamalarını çok üstünde bir düzeyde çıktılar elde etmek İzlanda' yı girdi değişkenlerini verimli kullanma ile birlikte girdileri etkin yönetme farkı ile diğer KVB' ler den öne çıkarmış ve 6 KVB' ye referans olma sayısı 2. seviye analiz sonuçlarına göre ilk sırada yer almıştır.

Etkin olmayan hiçbir KVB' lere referans olamayan İtalya, Letonya ve Litvanya, en çok referans olan İzlanda ile kıyaslandıklarında girdi değişkenleri birbirlerine yakın olmasına rağmen bazı çıktılarda İzlanda' nın bariz yüksek olması öne geçmesine sebep olmuştur. Referans olma sayısı en az olan KVB' ler yakın girdi değerleri ile daha az çıktı değerlerine sahiptirler. Girdi odaklı CCR modeli ile VZA gerçekleştirildiğinde az referans olan ülkelerin mevcut girdilerini arttırmadan çıktı değişkenlerini arttırıcı politikalar geliştirmeleri daha fazla KVB' ye referans olmalarını sağlayacaktır.

Seviye 2 VZA' da görelî etkin çıkamayan KVB' ler için ise etkin çıkabilmeleri için referans olan görelî etki KVB' leri ve yoğunluk dereceleri sayısal değer olarak aynı şekilde Tablo 12' de mevcuttur. Yoğunluk değeri bir KVB için ne işe yarar? Bu soruya cevap olarak yoğunluk değeri kullanılarak mevcut KVB' nin ölçeğe göre getiri durumunun artan yada azalan olduğu hesaplanır. Yani yoğunluk değeri 1' den fazla ise o görelî etkin olmayan KVB' ler artan

getiri, yoğunluk değeri 1'den az olanlar KVB' ler ise azalan getiriye sahip olarak nitelendirilirler. Bununla birlikte görelî etkin olamayan KVB' lerin etkin çıkabilmeleri için girdi hedef değışkenleri ve değışim yüzdeleri de yine referans olan etki KVB' ler ve yoğunluk değeri kullanılarak hesaplanarak Tablo 13'de gösterilmiştir. Analizden çıkan sonuçlara göre mesela Fransa'nın görelî etkin KVB olabilmesi için 1000 kişiye düşen doktor sayısını % 2,96 azaltarak, 3,37' den 3,27' ye çekmesi tavsiye edilmektedir. Aynı durumda Fransa'nın sağlık giderlerini azaltması ve girdi değışkenlerini indirmesi tavsiye edilmektedir. Girdi yönelimli VZA modeli kullanılması sonucunda böyle bir karar ve tavsiye sebep olunmuştur. Karar vericiler ve politika düzenleyiciler için bu durum bazen sadece VZA sonuçlarına bakarak hedef çizmeleri isabetli olmayabilir. Bu durum gıda üreten sektörde veya robotların kullanıldığı bir üretim sektöründe olabilirken sağlıkla ilgili özellikle de tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 pandemisine karşı, analiz sonucunda nasıl bir tavsiye kararı çıkarsa çıksın karar vericilerin ince eleyip sık dokumaları gerekmektedir. Bu sebepten ötürü özellikle savunma, sağlık ve doğal afetlerle mücadele gibi birimlerde analiz tavsiyelerini hemen uygulamadan önce getiri ve götürü durumlarını ortaya koyarak karar vermek daha isabetli ve yerinde olacaktır. Burada ülkelerin kaynaklarını özellikle Covid-19 gibi acil durumlarda daha da etkin kullanmaları DSÖ, OECD ve BM gibi uluslar arası kabul görmüş kurum ve kuruluşlar tarafından önemle vurgulanmaktadır. Bu gibi kurum ve kuruluşların özellikle sağlık alanında yaptıkları uyarı ve yatırım tavsiyelerine uymak gerekir. Alınacak kararlar ile kullanılacak kaynakların o ülkenin sağlık ve yaşam kalitesini artıracak yönde olması zaruridir. Burada asıl olan ihtiyaçların karşılanarak kaotik durumun giderilmesi yoluyla yaşam konforu sağlanmasıdır. Aşağıdaki Tablo 13' e bakıldığında KVB' lerin etkin oldukları durumda mevcut girdilerden daha aşağı değışkenler ile kazanabilecekleri mevcut çıktı değışkenlerini görmek mümkündür. Normal bir ticari sektörde ürün üretimi yaparken israf sayılabilecek gereksiz ve fazladan kaynak kullanımı artı gider olarak sektöre yansımaktadır. Analiz sonucuna dayanarak her zaman ve her sektörde girdileri azaltarak aynı veya daha fazla çıktıyı beklemek beyhude olabilir. Bu durum VZA sonuçları ile gerçek durumların bazen örtüşmediği çıkmazlardan biridir. Girdi odaklı CCR modelinde asıl hedefin daha az girdi ile optimum çıktılar hedeflendiğinden karar verici ve politika üreticilerin bin ölçüp bir biçimleri gerekmektedir. Sonuç olarak DSÖ tarafından sağlıkta hedef konulan önleyici tedbirler alınıp sağlık hizmetlerinin ulaşılabilirliği, kapsayıcılığı ve az maliyetli oluşu gibi iyi sağlık koşulları oluşturulduktan sonra fazla kaynak kullanımı gibi durumlar israf oluşturması durumunda kaynak azaltmaya gidilebilir. Arz ve talep dengesinde fazladan ve gereksiz kaynak kullanımı ve gereğinden çok personel istihdamı gibi durumlar karar vericiler için analiz sonuçlarına dayanarak hareket edilebilir. Bununla birlikte

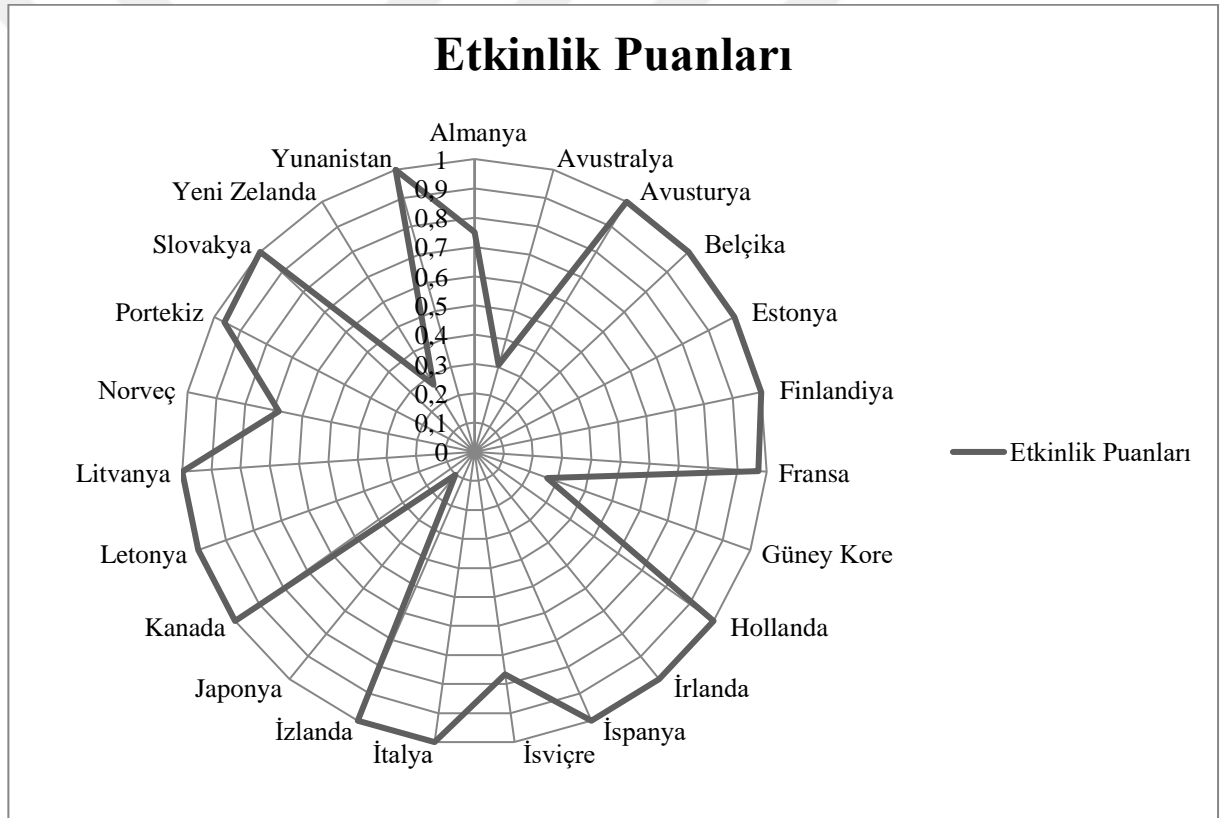
Covid-19, sel, deprem, yangın ve savaş gibi olağanüstü durumların sağlık yatırımlarına her zaman ihtiyaç duyulacağını da tüm insanlığa göstermektedir.

Tablo 13. *Bağlama Bağlı VZA 2. Seviyesinde Etkinlik Puanları ve Girdi Hedefleri*

Ülkeler	Etkinlik Puanları	G1		G2		G3		G4	
		Mevcut Miktar	Hedef	Mevcut Miktar	Hedef	Mevcut Miktar	Hedef	Mevcut Miktar	Hedef
Almanya	0,751	4,31	3,23	13,22	9,93	8,00	3,99	11,7	8,79
Avustralya	0,309	3,75	1,15	11,92	3,18	3,84	1,18	9,3	2,46
Avusturya	1	5,24	-	6,87	-	7,27	-	10,4	-
Belçika	1	3,13	-	11,22	-	5,58	-	10,3	-
Estonya	1	3,48	-	6,29	-	4,57	-	6,8	-
Finlandiya	1	3,81	-	14,74	-	3,61	-	9,1	-
Fransa	0,971	3,37	3,27	10,79	10,48	5,91	5,54	11,2	9,90
Güney Kore	0,264	2,36	0,62	7,24	1,91	12,43	0,54	8	2,11
Hollanda	1	3,60	-	11,18	-	3,17	-	10	-
İrlanda	1	3,34	-	12,88	-	2,97	-	6,8	-
İspanya	1	4,02	-	5,87	-	2,97	-	9	-
İsviçre	0,767	4,34	3,32	17,59	9,42	4,63	3,55	12,1	9,28
İtalya	1	4,02	-	6,73	-	3,14	-	8,7	-
İzlanda	1	3,93	-	15,52	-	2,83	-	8,8	-
Japonya	0,102	2,49	0,25	11,76	0,94	12,98	0,35	11,1	0,77
Kanada	1	2,80	-	9,95	-	2,52	-	10,8	-
Letonya	1	3,30	-	4,35	-	5,49	-	6,3	-
Litvanya	1	4,60	-	7,78	-	6,43	-	6,8	-

Norveç	0,683	4,93	2,88	17,97	11,11	3,53	2,41	10,5	7,18
Portekiz	0,962	5,12	4,17	6,88	6,23	3,45	3,31	9,6	9,23
Slovakya	1	3,52	-	5,70	-	5,70	-	6,9	-
Yeni Zelanda	0,268	3,35	0,81	10,34	2,77	2,57	0,69	9,3	1,77
Yunanistan	1	5,47	-	3,37	-	4,20	-	7,8	-

Şekil 10’ da ki örümcek diyagramı birinci seviyede etkin olmayan ülkelerin görel performanslarını göstermektedir. Diyagramda yer alan en dıştaki KVB’ ler, etkin olanlar, yani etkinlik sınırını oluşturan ülkelerdir. Girdi minimizasyonuna odaklandığımızdan dolayı bu KVB’ leri en az girdilerle en iyi çıktı üreten ülkeler olarak tanımlayabiliriz. Diyagrama baktığımızda 14 KVB’ nin etkin, 9 KVB’ nin etkin olmadığı görülmektedir.



Şekil 10. Bağlama Bağlı VZA Seviye 2’de Etkinlik Puanları

Tablo 14. VZA Seviye 2’de Görel Etkin Olamayan KVB’ ler İçin Değişim Yüzdeleri ve Hedef Girdi Değerleri

Ülkeler	G1	Hedef	Değişim	G2	Hedef	Değişim	G3	Hedef	Değişim	G4	Hedef	Değişim
			(%)			(%)			(%)			(%)
Almanya	4,31	3,23	-25,05	13,22	9,93	-24,88	8	3,99	-50,12	11,7	8,79	-24,87

Avustralya	3,75	1,15	-69,33	11,92	3,18	-73,32	3,84	1,18	-69,27	9,3	2,46	-73,54
Fransa	3,37	3,27	-2,96	10,79	10,48	-2,87	5,91	5,54	-6,26	11,2	9,9	-11,60
Güney Kore	2,36	0,62	-73,72	7,24	1,91	-73,61	12,43	0,54	-95,65	8	2,11	-73,62
İsviçre	4,34	3,32	-23,50	17,59	9,42	-46,44	4,63	3,55	-23,32	12,1	9,28	-23,30
Japonya	2,49	0,25	-89,95	11,76	0,94	-92,00	12,98	0,35	-97,30	11,1	0,77	-93,06
Norveç	4,93	2,88	-41,58	17,97	11,11	-38,17	3,53	2,41	-31,72	10,5	7,18	-31,61
Portekiz	5,12	4,17	-18,55	6,88	6,23	-9,44	3,45	3,31	-4,05	9,6	9,23	-3,854
Yeni Zelanda	3,35	0,81	-75,82	10,34	2,77	-73,21	2,57	0,69	-73,15	9,3	1,77	-80,96

Tablo 15. OECD' ye Üye Dokuz Ülkenin Girdi Odaklı CCR Modeli 3. Seviye VZA Sonuçları

Ülkeler	Etkinlik Değeri	Referans Olan Ülkeler	Yoğunluk Değeri	Ölçeğe Göre Getiri	Referans Olma Sayısı
Almanya	1	-	1	Sabit	2
Avustralya	0,6948	Fransa(0,2507), Portekiz(0,3438)	0,5945	Azalan	-
Fransa	1	-	1	Sabit	4
Güney Kore	0,3481	Almanya(0,1310), Fransa(0,0708), Portekiz(0,0035)	0,2053	Azalan	-
İsviçre	1	-	1	Sabit	0
Japonya	0,1565	Almanya(0,0104), Fransa(0,0419), Norveç(0,0376)	0,0899	Azalan	-
Norveç	1	-	1	Sabit	1
Portekiz	1	-	1	Sabit	3
Yeni Zelanda	0,5547	Fransa(0,0476), Portekiz(0,3315)	0,3791	Azalan	-

Tablo 15' de 2. seviyede etkin olmayan 9 ülkenin girdi odaklı CCR modeli sonuçları görülmektedir. Sonuçlara bakıldığında 3. seviye etkinlik ölçmede Almanya, Fransa, İsviçre, Norveç ve Portekiz olmak üzere 5 ülkenin görece etkin olduğu açıktır. Bu ülkelerin dışında olan 4 ülke ise görece olarak etkin olmayan KVB' lerdir. Tablo 15' de aynı bir önceki seviyede

yapılan analizlerde olduğu gibi görece etkin olmayan ülkeler için referans olan KVB' leri, yoğunluk değerleri ve etkin olan ülkeler için referans olma sayıları yer almaktadır. Ayrıca 5 KVB ölçeğe göre sabit getiriye, 4 KVB ise ölçeğe göre azalan getiriye sahiptir. Ölçeğe göre azalan getiriye sahip olan 4 KVB, girdi değişkenlerini artırmaları halinde aynı oranda daha az bir çıktı değişkenine sahip olacaklardır. Bu ise istenmeyen bir durumdur. Bu sebeple bu KVB' ler girdi değişkenlerini azaltarak görece etkin konuma ulaşabilirler.

Fransa ve Portekiz gibi ülkeler tıpkı 2. seviye VZA' da etkin çıkan KVB' ler gibi 3. seviye VZA' nın dikkat çeken ve etkin ülkeleridir. Bu ülkeler girdi değişkenleri açısından 3. seviyedeki 9 ülke arasında düşük değerlere sahip olmalarından dolayı bu durum gerçekleşmiştir. Mesela; bu ülkelerden Portekiz 1000 kişiye düşen hemşire ve hasta yatağı sayılarında ortalamaların çok altındadır. 9 KVB' nin ortalaması 11,4 ve 6,7 iken aynı girdi değişkenleri Portekiz için sırasıyla 6,88 ve 3,45' tir. Çıktı değişkenlerinde ise Portekiz 9 KVB ortalamalarının hepsinde yüksek değere sahiptir. Buna sebep girdi yönelimli CCR model uygulandığı için Portekiz etkin duruma gelebilmiştir. Görece etkin olan Norveç, Ç1, Ç2 ve Ç3 çıktı değişkenlerinin üçünde de ortalamaların altındadır. Milyon kişi başına test, vaka ve ölüm sayıları sırasıyla 974.198, 21.223 ve 141 olarak verilerde mevcuttur. Ortalama değerler ise sırasıyla 1.018.419, 43.078 ve 771,44 olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi Norveç' e ait çıktı değişkenleri ortalamaların oldukça uzağında olmasına rağmen etkin KVB olarak çıkmıştır. Ancak girdi odaklı VZA modeli çıktılarından ziyade girdileri baz alarak hesaplama yaptığından dolayı bu KVB etkin çıkmaktadır. Düşük çıktılı KVB' ler düşük girdilere sahip olduklarından dolayı görece etkin olmuşlardır. Bu KVB' nin etkin olmasının sebebi minimum girdiler ile maksimum çıktılar elde etmekten çok girdi değişkenlerinin diğer KVB' lere göre daha düşük seviyelerde olmalarıdır. Bununla birlikte bu ülkenin görece etkin olmasına karşın etkin olmayan KVB' lerden sadece birine referans olması da ayrıca dikkat çekicidir.

Fransa 3. seviye VZA sonuçlarında etkin olmayan ülkelere en çok sayıda referans olmasıyla öne çıkmaktadırlar. Tablo 15 incelendiğinde Fransa' nın 4 etkin olmayan KVB' ye referans olması etkin olanlar içerisinde bir adım öne çıkarmasına sebep olmuştur. Bunun sebebi Ç1, Ç2, Ç3 ve Ç4 çıktı değişkenlerinde ortalamaların çok üstünde olmasındandır. Ortalamalar sırasıyla 1.018.419, 43.078, 771,44 ve 26,94 iken Fransa' nın bu çıktıları sırasıyla 1.195.877, 87.883, 1622 ve 36,04 olarak görülmektedir. Ortalamalara yakın girdi değişkenleri ile mevcut seviyede çıktı değişkenlerine sahip olması, Fransa' yı mevcut çıktılar karşısında girdi değişkenlerini optimum kullanarak iyi bir yönetim göstermesi ile diğer KVB' lerden öne çıkarmış ve 4 referans olma sayısı ile 3. seviye analiz sonuçlarına göre ilk sırada yer almıştır.

Etkin olmayan hiçbir KVB' lere referans olamayan İsviçre ise en çok referans olan Fransa ile kıyaslandıklarında girdi değişkenleri birbirlerine yakın olmasına rağmen bazı çıktılarda Fransa' nın bariz yüksek olması öne geçmesine sebep olmuştur. İsviçre, Fransa' ya göre yakın girdi değerleri olmasına rağmen daha az çıktı değerlerine sahiptirler. Fransa' nın 1.195.877 Ç1 değerine karşılık İsviçre' nin Ç1 değeri 813.991' dir Girdi odaklı CCR modeli ile VZA gerçekleştirildiğinde az referans olan ülkelerin mevcut girdilerini arttırmadan çıktı değişkenlerini arttırıcı politikalar geliştirmeleri daha fazla KVB' ye referans olmalarını sağlayacaktır.

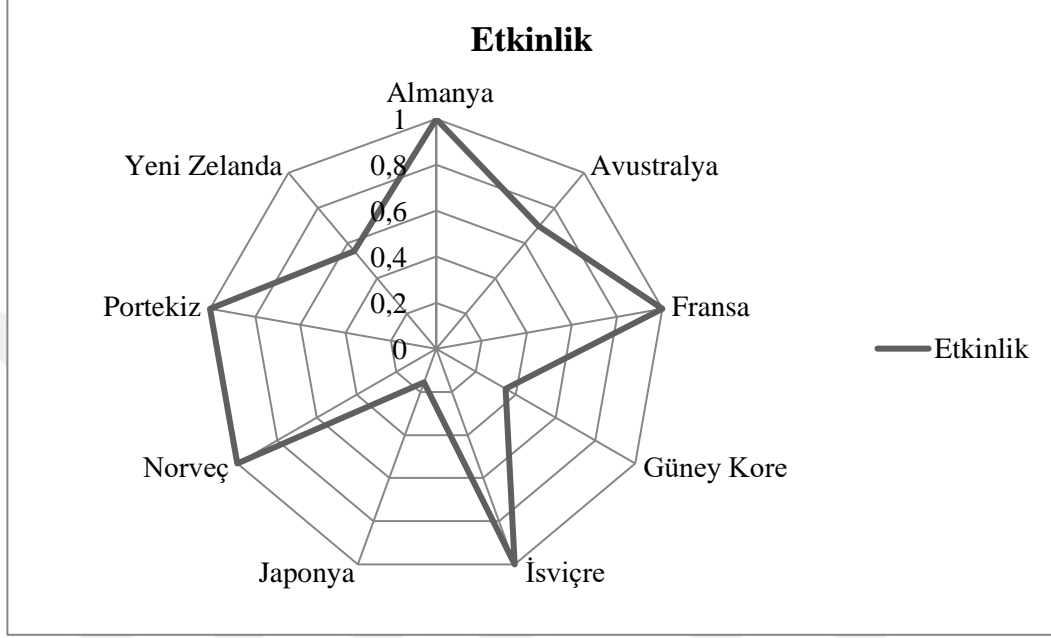
Seviye 3 bağlama bağlı VZA' da görelî etkin çıkmayan KVB' lere ise görelî etkin çıkabilmeleri için yoğunluk değerleri ve referans olan KVB' leri yukarıda ki Tablo 15' de sunulmaktadır. Etkin olmayan her bir KVB için referans olan KVB' lerin referans katsayıları kullanılarak hesaplanan yoğunluk değerleri kullanılarak mevcut KVB' nin ölçeğe göre artan yada azalan olup olmadığı tespit edilmiş olur. Yoğunluk değeri 1' den fazla çıkan görelî etkin olmayan KVB' ler ölçeğe göre artan getiri, 1' den az çıkan KVB' ler ise ölçeğe göre azalan getiriye sahip birimler diye gösterilir. Buna ek olarak analiz sonucunda görelî etkin çıkmayan KVB' lerin etkinleşebilmeleri için girdi değişkenlerine hedef değer belirleme ve değişim yüzdeleri de aynı şekilde yoğunluk değerleriyle birlikte referans olan KVB' ler yardımıyla hesaplanmıştır. Tablo 16' da ki analiz sonuçlarına bakıldığında Avustralya' nın görelî etkin KVB çıkabilmesi için 1000 kişiye düşen doktor sayısını % 30,66 azaltarak, 3,75' den, 2,6' ya düşürmesi tavsiye edilmektedir. Aynı biçimde Avustralya' nın girdi değişkenlerini azaltması ve sağlık harcamaları için mevcuttan daha az ödenek ve harcama tahsis etmesi tavsiye edilmektedir. Bağlama bağlı VZA modelinde girdi yönelimli CCR modeliyle analiz yapılmasının bu tavsiyelere sebep olduğu daha öncede vurgulanmıştır. Bu sebeple karar vericilerin politika geliştirirken sadece VZA sonuçlarını dikkate almaları istenen bir durum değildir. Bu etkin olmayışa analizde kullanılmayan birçok iç ve dış etken de etki etmiş olabilir veya kullanılacak farklı model ve değişkenler ile daha farklı sonuçlar elde edilebilir. Girdi değişkenlerindeki sağlık giderlerindeki azaltma tavsiyesi Covid-19 pandemi ile mücadelede istenmeyen durumlara sebep olabilir. Bu tavsiyeler sağlık alanında değil de başka bir sektörde olumlu ve karlı neticeler verebilir. Çünkü kullanılan girdi yönelimli modelde minimum girdi ile maksimum çıktının hedeflenmiş olmasıdır. Herhangi bir üretim sektöründe girdiler gider kalemine çıktılar ile gelir kalemine sayıldığından girdilerdeki azaltma tavsiyesi sektör adına kazanç sayılır. Fakat sağlık giderlerinin azaltılması yoluyla daha iyi durum elde etmek riskli olacaktır. Askeri ve sağlık gibi alanlarda VZA sonuçlarını tartışmasız kabul ederek uygulamadan önce yapılan tavsiyelere uyulduğu takdirde ortaya çıkacak olumlu ve olumsuz

durumlar dikkate alınarak karar verilmelidir. Aksi takdirde telafisi zor durumlarla karşılaşma olabilir. Bu da karar vericiler ve ülkeler için beklenmeyen durumlar demektir. Burada ülkelerin kaynaklarını özellikle Covid-19 gibi acil durumlarda daha da etkin kullanmaları DSÖ, OECD ve BM gibi uluslar arası kabul görmüş kurum ve kuruluşlar tarafından önemle vurgulanmaktadır. Alınacak kararlar ile kullanılacak kaynakların ülkelerin sağlık ve yaşam kalitesini artıracak yönde olması gerekir. Burada asıl olan ihtiyaçların karşılanarak kaotik durumun giderilmesi yoluyla yaşam konforu sağlanmasıdır. Tablo 13' e bakıldığında KVB'lerin etkin oldukları durumda mevcut girdilerden daha aşağı değişkenler ile kazanabilecekleri mevcut çıktı değişkenlerini görmek mümkündür. Normal bir ticari sektörde ürün üretimi yaparken israf sayılabilecek gereksiz ve fazladan kaynak kullanımı artı gider olarak sektöre yansımaktadır. Analiz sonucuna dayanarak her zaman ve her sektörde girdileri azaltarak aynı veya daha fazla çıktıyı beklemek beyhude olabilir. Bu durum VZA sonuçları ile gerçek durumların bazen örtüşmediği çıkmazlardan biridir. Girdi odaklı CCR modelinde asıl hedefin daha az girdi ile optimum çıktılar hedeflendiğinden karar verici ve politika üreticilerin bin ölçüp bir biçimleri gerekmektedir. Sonuç olarak DSÖ tarafından sağlıkta hedef konulan önleyici tedbirler alınıp sağlık hizmetlerinin ulaşılabilirliği, kapsayıcılığı ve az maliyetli oluşu gibi iyi sağlık koşulları oluşturulduktan sonra fazla kaynak kullanımı gibi durumlar israf oluşturması durumunda kaynak azaltmaya gidilebilir. Arz ve talep dengesinde fazladan ve gereksiz kaynak kullanımı ve gereğinden çok personel istihdamı gibi durumlar karar vericiler için analiz sonuçlarına dayanarak hareket edilebilir. Bununla birlikte Covid-19, sel, deprem, yangın ve savaş gibi olağanüstü durumların sağlık yatırımlarına her zaman ihtiyaç duyulacağını da tüm insanlığa göstermektedir.

Tablo 16. *Bağlama Bağlı VZA 3. Seviyesinde Etkinlik Puanları ve Girdi Hedefleri*

Ülkeler	Etkinlik Puanları	G1		G2		G3		G4	
		Mevcut Miktar	Hedef	Mevcut Miktar	Hedef	Mevcut Miktar	Hedef	Mevcut Miktar	Hedef
Almanya	1	4,31	-	13,22	-	8,00	-	11,7	-
Avustralya	0,694	3,75	2,60	11,92	5,07	3,84	2,66	9,3	6,10
Fransa	1	3,37	-	10,79	-	5,91	-	11,2	-
Güney Kore	0,348	2,36	0,82	7,24	2,52	12,43	1,47	8	2,36
İsviçre	1	4,34	-	17,59	-	4,63	-	12,1	-
Japonya	0,156	2,49	0,37	11,76	1,26	12,98	0,46	11,1	0,98

Norveç	1	4,93	-	17,97	-	3,53	-	10,5	-
Portekiz	1	5,12	-	6,88	-	3,45	-	9,6	-
Yeni Zelanda	0,554	3,35	1,85	10,34	2,79	2,57	1,42	9,3	3,71



Şekil 11. Bağlama Bağlı VZA Seviye 3’de Etkinlik Puanları

Tablo 16 ve Şekil 11’ de yer alan 3. seviye bağlama bağlı VZA sonuçlarına göre 9 KVB’ nin 5 tanesinin etkin, 4 tanesinin ise etkin olmadığı görülmektedir. Bağlama bağlı VZA 3. seviye sonuçlarına göre etkin olmayan KVB’ ler Avustralya, Güney Kore, Japonya ve Yeni Zelanda olmuştur. Bu dört KVB için girdi ve çıktı değişkenlerine baktığımızda, girdi değişkenlerinin birçok KVB’ den yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Çıktı değişkenlerinde ise bu dört ülkenin OECD ülkelerinin ortalamalarından çok düşük olduğu görülmektedir. 1. seviye hedef ve değişim yüzdeleri tablosuna baktığımız da bu 4 KVB için tüm girdi değişkenlerinde %90 civarında azaltma tavsiyeleri yapıldığı görülmektedir. Çünkü OECD ortalamaları civarındaki girdilere sahip bu KVB’ ler çıktı değişkenlerinde OECD ortalamalarının aşırı derecede altında düşük değerlere sahiptirler. Girdi odaklı CCR modelindeki VZA sonuçlarında ve bağlama bağlı VZA çözümlerinde her seviyede etkin olmayan KVB’ ler olarak analizin etkin olmayan 4 ülkesi olmuştur.

Tablo 17. VZA Seviye 3’de Göreli Etkin Olmayan KVB’ ler İçin Değişim Yüzdeleri ve Hedef Girdi Değerleri

Ülkeler	G1	Hedef	Değişim (%)	G2	Hedef	Değişim (%)	G3	Hedef	Değişim (%)	G4	Hedef	Değişim (%)
Almanya	4,31	-	0,00	13,22	-	0,00	8	-	0,00	11,7	-	0,00
Avustralya	3,75	2,6	-30,66	11,92	5,07	-57,46	3,84	2,66	-30,72	9,3	6,1	-34,40
Fransa	3,37	-	0,00	10,79	-	0,00	5,91	-	0,00	11,2	-	0,00
Güney Kore	2,36	0,82	-65,25	7,24	2,52	-65,19	12,43	1,47	-88,17	8	2,36	-70,50
İsviçre	4,34	-	0,00	17,59	-	0,00	4,63	-	0,00	12,1	-	0,00
Japonya	2,49	0,37	-85,14	11,76	1,26	-89,28	12,98	0,46	-96,45	11,1	0,98	-91,17
Norveç	4,93	-	0,00	17,97	-	0,00	3,53	-	0,00	10,5	-	0,00
Portekiz	5,12	-	0,00	6,88	-	0,00	3,45	-	0,00	9,6	-	0,00
Yeni Zelanda	3,35	1,85	-44,77	10,34	2,79	-73,01	2,57	1,42	-44,74	9,3	3,71	-60,10

Bu 4 KVB ancak kendi aralarında 4. Seviye VZA sonuçlarında etkin çıkmışlardır. Tablo 17’ ye baktığımızda girdi değişkenlerinde hedef değerler için değişim yüzdeleri olarak en çok küçülmeye gidecek ülkenin Japonya olduğu görülmektedir. Her bir girdi değişkeni için ortalama %90 küçültme tavsiye edilmektedir. Japonya’ dan sonra en çok girdi değişkenlerinde küçülme istenen ülke ise Güney Kore olmuştur. Bu ülkelerin çıktı değişkenleri OECD ortalamalarının çok çok altındadır. Girdi yönelimli analiz sonunda bu KVB’ ler için düşük çıktılardan dolayı girdi değişkenlerinde küçülmeler tavsiye edilmiştir ve ayrılan kaynaklarda çıktılara göre fazlalık olduğu söylenmiştir.

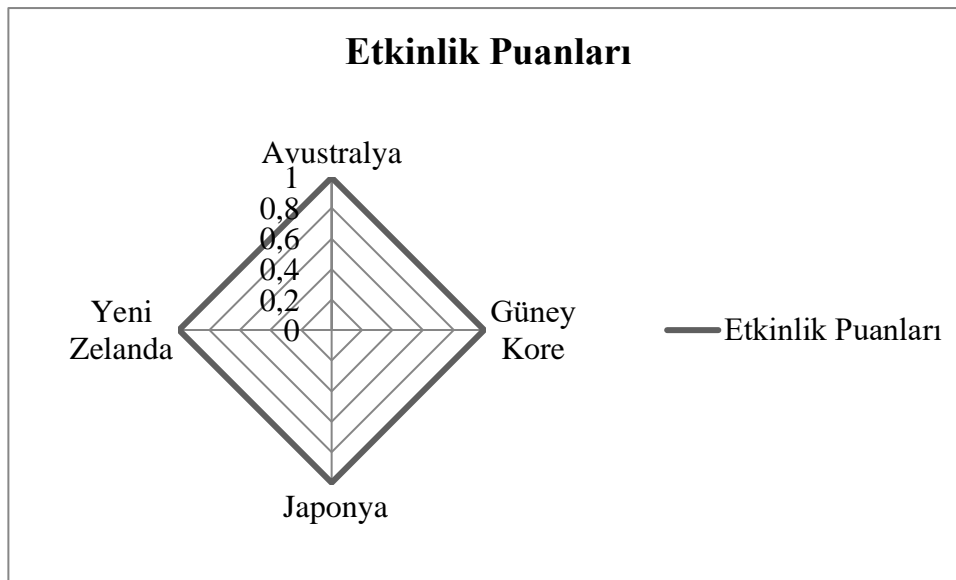
Tablo 18. OECD’ ye Üye Dört Ülkenin Girdi Odaklı CCR Modeli 4. Seviye Sonuçları

Ülkeler	Etkinlik Puanları	Referans Olan Ülkeler	Yoğunluk Değeri	Ölçeğe Göre Getiri	Referans Olma Sayısı
Avustralya	1	-	1	Sabit	0

Güney Kore	1	-	1	Sabit	0
Japonya	1	-	1	Sabit	0
Yeni Zelanda	1	-	1	Sabit	0

Tablo 19. Bağlama Bağlı VZA 4. Seviyesinde Etkinlik Puanları ve Girdi Hedefleri

Ülkeler	Etkinlik Puanları	G1		G2		G3		G4	
		Mevcut Miktar	Hedef	Mevcut Miktar	Hedef	Mevcut Miktar	Hedef	Mevcut Miktar	Hedef
Avustralya	1	3,75	-	11,92	-	3,84	-	9,3	-
Güney Kore	1	2,36	-	7,24	-	12,43	-	8	-
Japonya	1	2,49	-	11,76	-	12,98	-	11,1	-
Yeni Zelanda	1	3,35	-	10,34	-	2,57	-	9,3	-



Şekil 12. Bağlama Bağlı VZA Seviye 4'de Etkinlik Puanları

Girdi yönelimli CCR modeli ve Bağlama Bağlı VZA kullanılarak OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetiminde sağlık hizmetleri etkinliği analizleri sonucunda 37 KVB için etkinlik

seviyeleri Tablo 20' de aşağıdaki gibi özetlenmiştir. 14 ülke 1. seviyede, 14 ülke 2. seviyede, 5 ülke 3. seviyede ve 4 ülke ise son seviyede olacak şekilde etkinlik seviyeleri oluşmuştur.

Tablo 20. *KVB'ler İçin Etkinlik Seviyeleri*

Ülkeler	Etkinlik Seviyesi	Ülkeler	Etkinlik Seviyesi	Ülkeler	Etkinlik Seviyesi
ABD	1	Avusturya	2	Almanya	3
Çekya	1	Belçika	2	Fransa	3
Danimarka	1	Estonya	2	İsviçre	3
İngiltere	1	Finlandiya	2	Norveç	3
İsrail	1	Hollanda	2	Portekiz	3
İsveç	1	İrlanda	2	Avustralya	4
Kolombiya	1	İspanya	2	G. Kore	4
Lüksemburg	1	İtalya	2	Japonya	4
Macaristan	1	İzlanda	2	Y. Zelanda	4
Meksika	1	Kanada	2		
Polonya	1	Letonya	2		
Slovenya	1	Litvanya	2		
Şili	1	Slovakya	2		
Türkiye	1	Yunanistan	2		

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin veri zarflama analizi ile performans değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Analizde girdi odaklı CCR modeli ve bağlama bağlı VZA kullanılmıştır. Çalışmada ilk olarak 37 OECD' ye üye ülkelerinin girdi değişkenleri olarak kullanılabilir sağlık göstere değerlerinin ve Covid-19 pandemisi verilerinin bazılarının bu konu ile ilgili yapılan çalışmalara da bakılarak çıktı değişkeni olabilecek değişkenlerin tespiti yapılmıştır. Kullanılabilir girdi ve çıktı değişkenlerinin karar verilmesinde daha önce yapılan çalışmalardan yararlanılmıştır. Girdi değişkenleri olarak; 1000 kişiye düşen doktor sayısı, 1000 kişiye düşen hemşire sayısı, 1000 kişiye düşen hasta yatağı sayısı ve sağlık harcamalarının GSYİH içindeki yüzdeleri olmak üzere dört göstere kullanılmıştır. Çıktı değişkenleri olarak ise; milyon kişi başına test sayısı, milyon kişi başına vaka sayısı, milyon kişi başına ölüm sayısı, her 100 kişiye uygulanan Covid-19 aşı doz sayısı kullanılmıştır.

Sonraki aşamada ise istatistik ve analiz için girdi ve çıktı değişkenlerinin VZA' ya uygunluğu test edilmiştir. Bu çerçevede girdi ve çıktı değişkenlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve pearson korelasyonları hesaplanarak sunulmuştur. Girdi ve çıktı değişkenlerinin kaçar adet kullanılacağı ise kullanılan KVB sayıları ile kabul gören görüşler doğrultusunda matematiksel doğrulamalarla belirlenmiştir. Değişkenlerin tercih edilmeleri ve uygunluk durumları incelendikten sonra ise OECD' ye üye 37 ülkenin tamamı için Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin değerlendirilmesi girdi odaklı VZA kullanılarak yapılmıştır.

KVB' lerin homojen olmaları VZA' da önemli bir kriterdir. Üye 37 ülkenin hepsinin de aynı koşullarda olmasını söylemek doğru olmamakla birlikte OECD' ye üye olma birlikteliklerini göz önüne alarak bu kriterin dikkate alındığı gösterilmektedir. Kümelemeler

yaparak ülkeleri farklı gruplar halinde analiz etmek yerine bağlama bağlı VZA kullanılarak seviyeler halinde analiz sonlandırılmıştır. KVB sayısı azalan seviyelerde değişkenlerin azaltılmasına gidilmeyerek değişken kullanım bütünlüğü bozulmak istenmemiştir.

Etkinlik değerlendirmesinde 07/05/2021 tarihinde yayınlanan son sağlık ve pandemi verilerinden yararlanılmıştır. Tüm seviye etkinlik analizlerinde bağlama bağlı VZA girdi yönelimli CCR ile birlikte uygulanmıştır. Girdi odaklı modelin kullanılmasının ana etkeni, ülke yöneticilerinin denetim ve etki güçlerini çıktılardan çok girdilerde kullanabilmeleridir. Yani girdilerdeki kontrol güçleri ile çıktılar karşısında performans gösterebilmeleridir. Ayrıca analizler sonucunda görece etkin çıkan her ülkenin pandemiye karşı sağlık sistemleri tam ve yeterlidir diyemeyiz. Uygulanan VZA modelleriyle ölçülen etkinliklerin kesin ve mutlak olmayıp değişkenler ve KVB' lere bağlı olarak görece etkinlik ölçümü olduğu hatırdan çıkarılmamalıdır. Bunun içindir ki uygulanan paket programda eklenecek veya çıkarılacak herhangi bir veri seti veya KVB analiz sonuçlarını farklı kılacaktır. Bununla birlikte uygulanan herhangi bir VZA modeli mevcut KVB' ler arasında Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinde verimli ve etkin olanlar ve olmayanlar hakkında görecelide olsa da performans göstergesi olarak oldukça önemlidir.

Uygulanan girdi odaklı CCR modeli analiz sonuçlarına göre bağlama bağlı VZA 1. seviyede teknik etkin olan ülkeler; ABD, Çekya, Danimarka, İngiltere, İsrail, İsveç, Kolombiya, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Polonya, Slovenya, Şili ve Türkiye olmak üzere 14 ülke görülmektedir. Sayılan 14 ülke girdi değişkenleri olarak analize dahil edilen sağlık göstergeleri ile Covid-19 pandemi göstergeleri olarak kullanılan çıktı değişkenleri ile sağladıkları istenen ve optimum bir denge mevcuttur. Daha da etkili bir sebep olarak, girdi yönelimli VZA modelinin uygulanmasıyla birlikte düşük girdi değişkenlerine rağmen etkin çıkan 14 KVB olmuşlardır. Bağlama bağlı 2. Seviye girdi yönelimli CCR modeli analiz sonuçlarına baktığımızda ise etkin olan ülkeler; Litvanya, Estonya, Finlandiya, Belçika, İspanya, İtalya, Hollanda, İzlanda, Kanada, Letonya, Avusturya, İrlanda, Slovakya ve Yunanistan olmak üzere 14 ülke şeklindedir. Bağlama bağlı 3. seviye analiz sonuçlarına göre teknik etkin olan ülkeler ise Almanya, Fransa, İsviçre, Norveç ve Portekiz olmak üzere 5 ülke olduğu görülmektedir. Son seviyeye hiçbir seviyede etkin olmayan Avustralya, Güney Kore, Japonya ve Yeni Zelanda ülkeleri kalmıştır.

Tüm seviyelerdeki analiz sonuçlarına baktığımızda görece etkin olan ülkelerin analizlerde etkin çıkmalarının ana etkeni; girdi değişkenleri olan genel sağlık göstergelerinin mevcut seviye içinde yer alan KVB' lere nazaran daha az değerlere sahip olmaları ve aynı

zamanda çıktı değişkenleri olarak kullanılan Covid-19 pandemisi verilerinin ortalama düzeyini yakalamış veya daha yüksek olmalarıdır. İsrail’ in bu alandaki başarısı dikkat çekicidir.

OECD’ ye ait girdi ve çıktı ortalamaları Tablo 8’ den kesitle aşağıdaki gibi verilmiştir.

	G1	G2	G3	G4	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
OECD Ortalama	3,5289	9,1122	4,5216	8,849	1.226.010,78	62.800,54	1.206,81	38,7227

İsrail’ e ait girdi ve çıktı değişkenleri ise Tablo 9’ dan kesitle aşağıda verilmiştir.

	G1	G2	G3	G4	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
İsrail	3,220	5,030	2,980	7,5	1.559.609	91.204	693	121,23

İsrail’ in girdi değişkenlerinin OECD ortalamalarının altında çıktı değişkenlerinde ise milyon kişi başına ölüm sayısı (Ç3) hariç OECD ortalamalarının üstündedir. Aslında ölüm sayısının ortalama değerden az çıkması OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetiminde sağlık hizmetleri etkinliğini değerlendirmesinde istenen bir durumdur. Bağlama bağlı VZA 1. Seviye sonuçlarına göre etkin olmayan 23 ülkenin 20’ sine referans olması İsrail’ in diğer bir başarısı olarak görülmektedir. İsrail devletinin görece olarak 37 KVB içinde etkin olup başarılı bir performansa sahip olmasının temel nedeni girdi değişkenlerinin OECD ortalamalarının altında değerlere sahip olması ve bununla birlikte çıktı değişkenlerinin çoklukla OECD ortalamalarının üzerinde olmasıdır. Örneğin 100 kişiye uygulanan Covid-19 aşı doz sayısında %121,23 değeri ile OECD ortalaması olan %38,72 değerinin çokça üzerinde hatta en yüksek çıktı değişkeni değerine sahiptir.

Japonya ise G1 değişkeni hariç diğer üç girdi değişken değerlerinde OECD ortalamalarının üstünde olmasına rağmen çıktı değişkenlerinin hepsinde OECD ortalamalarının çok altındadır. Bu verilere ait kısımlar sırasıyla Tablo 8 ve Tablo 9 ve Tablo 11’ den kesitler halinde aşağıda verilmiştir.

OECD’ ye ait girdi ve çıktı ortalamaları Tablo 8’ den kesitle aşağıdaki gibi verilmiştir.

	G1	G2	G3	G4	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
OECD Ortalama	3,5289	9,1122	4,5216	8,849	1.226.010,78	62.800,54	1.206,81	38,7227

Japonya' ya ait girdi ve çıktı ortalamaları Tablo 9' dan kesitle aşağıdaki gibi verilmiştir.

	G1	G2	G3	G4	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
Japonya	2,490	11,760	12,980	11,1	97.045	4.923	84	3,32

Japonya' ya ait girdi değişkenleri, hedef ve değişim yüzdeleri Tablo 11' den kesitle aşağıdaki gibi verilmiştir.

	G1	Hedef	Değişim (%)	G2	Hedef	Değişim (%)	G3	Hedef	Değişim (%)	G4	Hedef	Değişim (%)
Japonya	2,49	0,13	-94,77	11,76	0,52	-95,57	12,98	0,17	-98,69	11,1	0,61	-94,50

Japonya için yukarıdaki tablo kesitleri incelendiğinde girdi değişkenlerinde G1 hariç diğer üç değişkende de OECD ortalamalarının üzerindedir. Fakat çıktı değişkenlerine baktığımızda tüm çıktılarda OECD ortalamalarının çok ama çok altında değerlere sahiptir. Girdi yönelimli CCR modelinde analiz yapıldığı için üstteki son tablo kesitinde her bir girdi değişkeni için %90' ın üzerinde küçülmeler tavsiye edilmiştir. Bağlama bağlı VZA sonunda tüm seviyelerin en etkin olmayan KVB' si Japonya olmuştur.

İsrail devletinin çıktı değişkenlerindeki sayısal veriler ve sağlık göstergeleri gelişmişlik düzeyi ortalama ve üstü olan ülkelerden daha üst düzeydedir. Bu yönüyle sağlık hizmetlerinden sorumlu bakanlığın sağlık politikacılarının başarısı göz önündedir. Bu ülkede önleyici ve tedbir amaçlı sağlık hizmetleri özellikle bu pandemi sürecindeki aşılama hizmeti topluma bedava bir şekilde yapılmaktadır. Bu ülkedeki toplum kuruluşlarının ve gönüllü sivil hareketlerin sağlık konusundaki hassasiyetleri de kamu hizmetlerindeki başarının sebeplerinden sayılmaktadır. (Sargutan, 2016).

Diğer ülkelerinde daha çok milyon kişi başına test ve 100 kişiye uygulanan Covid-19 aşı doz sayıları gibi çalışmada kullanılan çıktı değişkenlerinde daha istenilen seviyelere ulaşabilmeleri için, İsrail devletinin uygulamış olduğu önleyici sağlık faaliyetlerini daha fazla uygulamaları ve ülke bazında test ve aşı kampanyaları ile bu yönde çalışmalıdırlar. Ülkemiz de son zamanlarda yapılan aşı kampanyaları ve test sayılarındaki artış bu yönde atılmış olumlu adımlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkelerinin Covid-19 Pandemi Yönetim Etkinliklerinin asıl gayesinin vatandaşlarının temel sağlık hizmetlerini eksiksiz ve ihtiyaç dahilinde geciktirmeden sunmaktır. Özellikle Covid-19 salgını gibi durumlarda mümkünse devlet eliyle ücretsiz vermektir. Bu aşamada Ülkelerinin Covid-19 Pandemi Yönetim performanslarının

etkin ve verimli olası hayati derecede önem arz etmektedir. Bunun için Ülkelerinin Covid-19 Pandemi Yönetimi ve sağlık sistemlerinin performanslarının etkin ve verimli olup olmadığının tespit edilmesi için yapılan çalışmalar çok önemlidir. Her farklı çalışma bu meseleye farklı bakış açıları geliştirecektir. Verimli ve etkin bir Covid-19 pandemi yönetim becerisini kazanmak için ülkeler mevcut sistemlerini geliştirmeli bununla birlikte başarılı performansa sahip ülkelere sistem, metod, materyal ve mümkünse eleman temini yoluna gidilmelidir.

OECD' ye üye ülkelerin VZA ile Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin sonuçları üzerine bu çalışma ile odaklanılmıştır. Bağlama bağlı ve girdi odaklı CCR modeli kullanılarak yapılan analizler neticesinde çıkan sonuçlar KVB olarak belirlenen OECD' ye üye 37 ülkeyi ve kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerini kapsamaktadır. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken en önemli hususun, belirlenen KVB' lerde ki veya analizde kullanılan girdi veya çıktı değişkenlerinde ki ekleme veya çıkarmaların farklı etkinlik sıralamalarına sebep olacağıdır. Her geçen gün ülkelere ait girdi ve çıktı değişkenleri değişiklik gösterdiğinden dolayı bu çalışmada baz alınan tarih öncesi ve sonrası çalışmalarda farklı sonuçların alınması da imkan dahilindedir. Milyon kişi başına test, vaka ve ölüm sayıları her ülke açısından farklı seyretmekte ve ülkelerin aşılama sayıları da farklı olmaktadır. Bu araştırmadaki VZA' da girdi yönelimli model uygulanmıştır. Aynı girdi ve çıktı değişkenleri kullanılarak girdi odaklı değil de çıktı odaklı VZA modeli kullanılarak analiz yapılsaydı sonuçların aynı olamayacağı görülecekti. Bununla birlikte ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin sağlık sistemi içinde girdi değişkenleri olarak ifade edilen yatırımlarının istenen düzeydeki Covid-19 çıktılarını kısa vadede elde etmek neredeyse imkânsızdır. Yapılan bu analizde Covid-19 girdi değişkenlerinin zamanla değişimlerinin çıktı değişkenlerindeki değişimlerine olan olumlu yada olumsuz tesiri incelenmemiştir. Bundan sonra bu konu ile ilgili yapılabilecek araştırmalarda bu etkenlerde dikkate alınarak aynı veya farklı VZA modelleriyle ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerini değerlendirmede yeni bakış açıları sağlayacaktır.

Ekonomik ve teknolojik gelişmişliği ne olursa olsun bütün dünya ülkelerinin en öne alacağı sektör sağlık sektörü olmalıdır. Özellikle Covid-19 pandemisi gibi küresel salgınlarda istenmeyen sonuçların ani ve hızlı gelişmesi bunu kaçınılmaz kılmıştır. Bir ülkenin sağlık hizmetlerinin genel etkinlik ve verimlilik düzeyini ölçmek, özellikle bu çalışmanın konusunu oluşturan ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerini ölçmek aslında eksiklikler barındıran bir süreçtir. Bu eksiklikler de kullanılan veri zarflama analizi modellerindeki sonuçları direk etkilemektedir. Bunun başında analizde kullanılacak OECD ülkelerine ait genel sağlık bilgileri ve Covid-19 verileri olacaktır. Bu girdi ve çıktı verilerini ne kadar güvenli

kaynaklardan elde etsek de, ülkelerin gerçek verilerini bu kaynaklara olduğu gibi aktarmama gibi ihtimallerde vardır. Veri tabanlarının birleştirildiği küresel havuzlardan aldığımız verilerin gerçek etkinlik ve verimlilik sonuçlarını analizde yansıtması bu veri tabanlarına gerçek verilerin işlenmesine bağlıdır.

Çalışmada etkin olmayan KVB' ler için hesaplanan girdi değişkenlerine ait hedef değerler ve değişim yüzdeleri karar vericiler ve politika geliştiriciler için başvuru kaynağı oluşturmaktadır. Bu çalışmada kullanılan Ç4 olan 100 kişiye uygulanan Covid-19 aşı doz sayısı çıktı değişkenine yapılan literatür taramasında rastlanmamıştır. Ülkelerinin Covid-19 pandemi yönetim etkinliklerinin değerlendirilmesinde Covid-19 aşı doz sayısı çıktı değişkeni en az tespit edilen vaka sayıları, kaydedilen ölüm sayıları ve yapılan test sayıları kadar önemli bir çıktı değişkenidir. Bu çalışmadaki VZA sonuçlarının diğer yapılan çalışmaların sonuçlarıyla paralellik göstermesi kullanılan modelin diğer modellerle genel uygunluk içerisinde olduğunu göstermektedir. Son olarak bu çalışma genelde sağlık alanında özelde ise Covid-19 pandemi yönetiminin etkinlik ve verimlilik değerlendirmesi konusunda ülke idarecilerine, politika belirleyicilere ve özellikle akademik araştırma yapıcılara yol gösterme niteliğindedir. Ayrıca bu çalışmanın Covid-19 pandemi yönetim hizmetlerinin etkinlik ve performansları ile ilgili yürütülecek bundan sonraki çalışma ve literatür hazinesine yararlanılacak bir araştırma olacağı umut edilmektedir.

Ülkelere ait kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine ait verilerin OECD ve DSÖ gibi kuruluşların resmi veri tabanlarından kullanılması ile birlikte verilerin bu kurumlara gerçeği yansıtacak şekilde ulaştırılmasında bazı ülkeler bazında kuşkuların olduğu gerçektir. Bu gibi durumlardan kaynaklı yanıltıcı verilerin analiz sonuçlarını etkilemiş olması kaçınılmazdır. Bu gibi durumların engellenmesi adına genelde tüm ülkelere, özelde ise OECD' ye üye ülkelere ait istatistiksel tüm verilerin, ülke beyanları ile birlikte sağlam ve güvenilir kanallar kullanılarak toplanması analizlerin sıhhati açısından önemlidir. Covid-19 pandemisi sonuç göstergelerini, özellikle ölüm ve vaka sayılarını prestij kaybı, yabancı yatırımcı veya turist kaybı kaygısı gibi çekincelerle olduğundan az göstermek gibi durumların olabileceği söylenmektedir. Aşı sayılarını da olduğundan yüksek göstererek güven ortamı oluşturmak gibi durumlarda yanlış veri sunumlarına sebep olmuştur. Bu gibi istenmeyen durumlar olmasına rağmen VZA ile mevcut veriler ışığında ülkelere ait etkinlik değerlendirilmesi bu çalışma özelinde yapılan tüm çalışmalarla karar vericilere ışık tutması açısından önemlidir.

Lindo paket programı kullanılarak yapılan analizler neticesinde görece etkin çıkan KVB' lerin Covid-19 pandemi yönetim hizmetlerinin etkinlik ve verimliliğin de kusursuz bir sağlık ve pandemi yönetim sistemine sahip olduklarını kabul etmek yanlış olacaktır. Analiz

sonuçlarına göre etkin olan ve olmayan KVB' ler, yürütülen çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleriyle doğrudan ilişkilidir. Farklı girdi ve çıktılar kullanılarak veya yeni KVB' ler yapılan analize katıldığında daha değişik neticeler elde edilebilir. Bununla birlikte değişkenler ve KVB' ler aynı olsa bile analizde kullanılacak başka bir VZA modeli bile analiz sonuçlarının daha başka bir tablo sunacağı kaçınılmazdır. Sağlık alanı genelinde Covid-19 pandemi özelinde yapılan çalışmalar incelendiğinde ülkelere ait aşı göstergelerinin genelde kullanılmadığı görülmüştür. Bu çalışmada ülkelere ait aşı oranlarının kullanılmış olması literatüre katkı açısından son derece kıymetli olduğu görülmüştür. Değişkeni olarak kullanılan, her 100 kişiye uygulanan Covid-19 aşı doz sayısı, bu çalışmada çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. Bu değişkenin başka yapılacak çalışmalarda girdi değişkeni olarak kullanılması da araştırmacılara tavsiye edilmiştir.



## KAYNAKÇA

- (2015), O. (2017, 13 03). *OECD360 Türkiye*.  
[http://www.oecd360.org/oecd360/pdf/domain21\\_\\_media2006\\_\\_313169-nu69tolkxi.pdf](http://www.oecd360.org/oecd360/pdf/domain21__media2006__313169-nu69tolkxi.pdf). adresinden alınmıştır
- (2008, 01 15). [www.bilbo.indcom.gov.au/publications](http://www.bilbo.indcom.gov.au/publications) adresinden alınmıştır
- Adang, E. M. (2007). Is There an Association between Economic Performance and Public Satisfaction in Health Care. *European Journal of Health Economics*, 22.
- Adler, N., Friedman, L., & Stern, Z. S. (2002). Review of Ranking Methods in the Data Envelopment Analysis Context. *European Journal of Operational Research*, 249-265.
- Akal, Z. (2002). *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi Çok Yönlü Performans Göstergeleri*. Ankara: MPM Yayınları.
- Akgüç, Ö. (1981). *Mali Tablolar Analizi*. İstanbul: Arayış Basım ve Yayıncılık.
- Ali, A. (1994). Computational Aspects of DEA.” in Charnes A, WW Cooper, AY Lewin and LM Seiford (eds.) *Data Envelopment Analysts: Theory, Methodology, and Applications*. *Springer Science & Business Media*, 63-88.
- Alptekin, N., & Yeşilaydın, G. (2015). OECD Ülkelerinin Sağlık Göstergelerine Göre Bulanık Kümeleme Analizi İle Sınıflandırılması. *İşletme Araştırma Dergisi*, 7(4), 137-155.
- Alpugan, O. (1997). *İşletme Ekonomisi ve Yönetimi*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Amy, C., Levary, R. R., & Shaner, M. C. (2000). Detemining the Relative Efficiency of MBA Programs Using DEA. *European Journal of Operational Research*, 125(3), 657.
- Anderson, D., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2001). Hastane Performasını Belirlemede Veri Zarflama Analizi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 30(1), 70.
- Anderson, G., & Hussey, P. S. (2001). Comparing Health System Performance in OECD Countries. *Health Affairs*, 20(3), 219-232.
- Atan, M. (2005). *Üretim ve Verimlilik Arttırma Teknikleri Eğitim Notları*. Ankara: Gazi Üniversitesi, Ekonometri Bölümü.

- Atasever, M. (2014). Türkiye Sağlık Hizmetlerinin Finansmanı ve Sağlık Harcamalarının Analizi 2002-2013 Dönemi. *Sağlık Bakanlığı*.
- Aydağün, A. (2003). *VZA, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü*. İstanbul: Yıl Sonu Semineri.
- Aydemir, Z. C. (2002). Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması. *DPT Yayınları*, 71.
- Banker, R. (1984). Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 36.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 1078-1092.
- Baş, İ. M., & Artar, A. (1990). *İşletmelerde Verimlilik Denetimi: Ölçme ve Değerlendirme Modelleri*. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- Baş, İ. M., & Artar, A. (1990). *İşletmelerde Verimlilik Denetimi: Ölçme ve Değerlendirme Modelleri*. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- Behdioğlu, S., & Özcan, G. (2009). Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (3), 301-326.
- Bircan, H., Zontul, M., & Kaynar, O. (2005). Veri Zarflama Analizi ile OECD Ülkelerinin Telekomünikasyon Sektörlerinin Etkinliğinin Ölçülmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 37-57.
- Block, M. A. (1997). Comparative Research and Analysis Methods for Shared Learning from Health System Reforms. *Health Policy*, 42(3), 195-197.
- Boles, J. N. (1966). *Efficiency Squared- Efficient Computation of Efficiency Indexes*. Washington: In Western Farm Economic Association, Proceedings.
- Boles, J. N. (1966). *Efficiency Squared- Efficient Computation of Efficiency Indexes*. Washington: Western Farm Economic Association, Proceedings.
- Boussofiene, A., Dyson, R. G., & Thanassoulis, E. (1991). Applied Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 1-15.
- Budak, H. (2011). Veri Zarflama Analizi ve Türk Bankacılık Sektöründe Uygulaması. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 23(3), 95-110.

- Carlos, A. A. (1994). Using DEA to Measure International Agricultural Efficiency and Productivity. *United States Department of Agriculture, Technical Bulletin*, 1-26.
- Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Non-Archimedean CCR Ratio for Efficiency Analysis: Rejoinder to Boyd and Fare. *European Journal of Operation Research*, 333-334.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 430.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (2000). Data Envelopment Analysis, Theory, Methodology and Applications. *Kluwer Academic Publishers*, 66.
- Cinca, C. S., & Molinero, C. M. (2004). Selecting DEA Specifications and Rankings Units via PCA. *Journal of the Operational Research Society*, 521-528.
- Coelli, T., Prasada Rao, D. S., & Battese, G. E. (2001). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. ABD: Kluwer Academic Publishers.
- Coelli, T., Rao, D. P., & Battese, G. E. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Coelli, T., Rao, D. S., & Battese, G. E. (2001). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. ABD: Kluwer Academic Publishers.
- Colbert, A., Levary, R. R., & Shaner, M. C. (2000). Determining the Relative Efficiency of MBA Programs Using DEA. *European Journal of Operational Research*, 125(3), 656-669.
- Cook, W. D., & Zhu, J. (2005). Modeling Performance Measurement-Applications and Implementation Issues in DEA. *Springer Science, Business Media Inc*, 8.
- Cook, W., Dayle, J., & Green, R. H. (1997). A Note on the Additive Data Envelopment Analysis. *Journal of Operational Research Society*, 48(4), 446-448.
- Cooper, W. (2005). Origins, Uses of, and Relations between Goal Programming and Data Envelopment Analysis. *Journal of Multicriteria Decision Analysis*, 3-11.
- Cooper, w. w., Seiford, L. M., & Tone, K. (2000). *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Boston: Springer.
- Cooper, W., Li, S., Seiford, L. M., Tone, K., Thrall, R. M., & Zhu, J. (2001). Sensitivity and Stability Analysis in DEA: Some Recent Developments. *Journal of Productivity Analysis*, 219.

- Çakmak, N. (2004). Tıp Dünyası. *Tıp Dünyası*(122), 1.
- Debreu, G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica* , 273-292.
- Deliktaş, E. (2002). Türkiye Özel Sektör İmalatı Sanayinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi. *ODTÜ Geliştirme Dergisi*, 247-284.
- Deliktaş, E. (2006). İzmir Küçük, Orta ve Büyük Ölçekli İmalat Sanayinde Üretim Etkinliği ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi. *Ege Üniversitesi Working Paper in Economics 2000*, 1-49.
- Demir, G. (2004). *İstatistiksel Veri Zarflama Analizi Ve Bir Uygulama*. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,.
- Dyson, R., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., & Sarr, C. S. (2001). Pitfalls and Protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 245-259.
- Ekren, N., & Emiral, F. (2002). Türk Bankacılık Sisteminde Etkinlik Veri Zarflama Uygulaması. *Active Bankacılık ve Finans Dergisi*(24), 20.
- Erkorol, G. (2009). *Yüksek Lisans Tezi. Veri Zarflama Analizi İle Etkinlik Ölçümü Ve Sektörel Bir Uygulama*. İzmir: T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü G&Gletme Anabilim Dalı.
- Esenbel, M., Erkin, M. O., & Erdoğan, F. K. (2007, 05 23). *VZA ile Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların Etkinliğinin Karşılaştırılması*. [www.analizibsyatirim.com](http://www.analizibsyatirim.com) adresinden alınmıştır
- Fare, R., & Hunsoker, W. (1986). Notions of Efficiency and Their Reference Sets. *Management Science*, 238.
- Farrell. (1957). *a.g.e.*, 254.
- Farrell, M. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Series A (General)*, 253-290.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Series A (General)*, 253-290.
- Farrell, M., & Fieldhouse, M. (1962). Estimating Efficient Production Function Under Increasing Returns to Scale. *Journal of the Royal Statistical Series A (General)*, 252-267.
- Forsund, F. R. (2002). Categorical Variables in DEA. *International Journal of Business and Economics*, 33-43.

- Forsund, F. R., & Sarafoglou, N. (2002). On the Origins of Data Envelopment Analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 24.
- Forsund, F. R., & Sarafoglou, N. (2003). The Tale of Two Research Communities: The Diffusion of Research on Productive Efficiency Memorandum. *Department of Economics University of Oslo*, 7.
- Fried, H. O., & Lovell, C. A. (1994). *Measuring Efficiency and Evaluating Performance*. Sydney: Workshop at Regent Hotel.
- Fried, H. O., Lovell, C. A., & Schmidt, S. S. (2008). The measurement of productive efficiency and productivity growth. *Oxford University Press*, 3-91.
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An Application Procedure for DEA. *Omega, International Journal of Management Science*, 237-250.
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An Application Procedure for DEA. *Omega, International Journal of Management Science*, 237-250.
- Gülcü, A., Tutar, H., & Yeşilyurt, C. (2004). *Sağlık Sektöründe VZA Yöntemi ile Göreceli Verimlilik*. Ankara: Seçkin Yayınevi.
- İnan, E. A. (2000). Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik. *Bankacılar Dergisi*(34), 84.
- İnan, E. A. (2000). Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik. *Bankacılar Dergisi*(34), 82-97.
- İnan, E. A. (2000). Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik. *Bankacılar Dergisi*(34), 82-97.
- Jablonsky, J. (2008). Super Efficiency Data Envelopment Analysis. *Faculty of Informatics and Statistics*, 114.
- Jenkins, L., & Anderson, M. (2003). A Multivariate Statistical Approach to Reducing the Number of Variables in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 147(1), 51-61.
- John Ruggiero. (2000). Measuring Technical Efficiency. *European Journal of Operational Research*, 38-150.
- Kanoğlu, A. (2001). Yapım Yönetiminde Enformasyon Sistemleri. *Konferans* (s. 22). İstanbul: İstanbul Proje Yönetim Derneği.

- Karahan, A., & Özgür, E. (2009). *Hastanelerde Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi*. Ankara: Nobel Yayınevi.
- Kaynar, O., Zontul, M., & Bircan, H. (2005). Veri Zarflama ile OECD Ülkelerinin Telekomünikasyon Sektörlerinin Etkinliğinin Ölçülmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 38.
- Kılıçkaplan, S., & Karpat, G. (2004). Türkiye Hayat Sigortası Sektöründe Etkinliğin İncelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2.
- Kocakoç, İ. D. (2003). Veri Zarflama Analizi'ndeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarsi Sürecinin Kullanılması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 1-12.
- Koçer, M. (1974). *Fabrika Organizasyonu ve Dizaynı*. İstanbul: Güven Kitapevi.
- Kök, R. (1991). *Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik Bir Uygulama*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- Kök, R. (1991). *Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik Bir Uygulama*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- Kök, R. (1991). *Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik Bir Uygulama*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- Kök, R., & Deliktaş, E. (2003). *Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi.
- Kumar, A., & Ozdamar, L. (2004). International Comparison of Health Care Systems. *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 12(3), 83.
- Lawyer, A. (1985). *Productivity Improvement Manuel*. Gower: UK.
- Lewin, A., & Seiford, L. M. (1997). Extending the Frontiers of DEA. *Annals of Operations Research*, 2.
- Lewin, A., Morey, R. C., & Cook, T. J. (1982). Evaluating the Administrative Efficiency of Courts. *Omega*, 401-411.
- Lorcu, F. (2008). *Veri Zarflama Analizi ile Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi*. İstanbul: Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Mirmirani, S., & Mirmirani, T. (2005). Health Care Delivery in OECD Countries, 1990-2000: An Efficiency Assessment. *The Business Review*, 3(2), 58-63.

- Murray, C., & Frenk, J. (2000). A Framework for Assessing the Performance of Health Systems. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(6), 717-731.
- Nathanson, B. H., Higgins, T. L., Giglio, R. J., & Munshi, İ. A. (2003). An Exploratory Study Using DEA to Assess Neurotrauma Patients in the Intensive Care Unit. *Health Care Management Science*, Vol: 6, Number: 1, 2003, p. 43., 43.
- Norman, M., & Stoker, B. (1992). Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance. *The Journal of the Operational Research Society*, 915.
- Odeck, J. (2000). Assessing the Relative Efficiency and Productivity Growth of Vehicle Inspection Services: An Application of DEA and Malmquist Indices. *European Journal of Operational Research*, 126(3), 501-514.
- OECD. (2017, 03 13). *OECD360 Türkiye*. <http://www.oecd360.org:> [http://www.oecd360.org/oecd360/pdf/domain21\\_\\_\\_media2006\\_\\_\\_313169-nu69tolkxi.pdf](http://www.oecd360.org/oecd360/pdf/domain21___media2006___313169-nu69tolkxi.pdf). adresinden alınmıştır
- Özcan, K. A. (2008). Türkiye'deki Mevduat Bankalarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 487-504.
- Özkan, B. (2004). *Ekonomiye Giriş*. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Yayınları.
- Pastor, J., Gomez, J. R., & Sirvent, I. (2002). A Statistical Test for Nested Radial DEA Models. *Operations Research*, 728-735.
- Preston, S. H. (1986). Mortality and Development Revisited. *Population Bulletin of the United Nations*, 34-40.
- Prokopenko, J. (1999). *Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı*. Ankara: MPM Yayınları.
- Ray, S. C. (2004). *DEA Theory and Techniques for Economics and Operations Research*. ABD: Cambridge University Press.
- Reisman, A. (2004). Socio-Economic Planning Sciences. *Issue*, 115-121.
- Ruggiero, J. (2000). Measuring Technical Efficiency. *European Journal of Operational Research*, 138-150.
- Sargutan, E. (2016). *84 Ülkenin ve Türkiye'nin Karşılaştırmalı Sağlık Sistemleri*. İstanbul: Beta Yayınevi.
- Seiford, L. M. (1996). Data Envelopment Analysis: The Evolution of the State of Art (1978–1995). *Journal of Productivity Analysis*, 99-137.

- Seiford, L. M. (1997). A Bibliography for DEA (1978-1996). *Annals of Operations Research*, 393-438.
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (2003). Context-Dependent Data Envelopment Analysis Measuring Attractiveness And Progress. *Omega-International Journal of Management Science*, 31(5), 397-408.
- Selamzade, F., & Özdemir, Y. (2020). COVID-19'a Karşı OECD Ülkelerinin Etkinliğinin VZA ile Değerlendirilmesi. *Turkish Studies*, 15(4), 977-991.
- Shirouyehzad, H., & Jouzdani, J. (2020). Fight Against COVID-19: A Global Efficiency Evaluation based on Contagion Control and Medical Treatment. *J. Appl. Res. Ind. Eng*, 7(2), 109-120.
- Smee, C. H. (2002). Improving Value for Money in the United Kingdom National Health Service: Performance Measurement and Improvement in Centralized System. *Measuring Up, Improving Health Systems Performance in OECD Countries*, OECD, 1-19.
- Smith, P. (1997). Model Misspecification in Data Envelopment Analysis. *Annals of Operations Research*, 73(1), 233-252.
- Smith, P. C. (2002). Measuring Health System Performance. *The European Journal of Health Economics*, 3(3), 145-148.
- Sowlati, T. (2001). *Establishing the Practical Frontier in Data Envelopment Analysis*, Toronto: University of Toronto.
- Sueyoshi, T. (1999). DEA-Discriminant Analysis in the view of Goal Programming. *European Journal of Operational Research*, 115(3), 564-582.
- Şahin, B., & Çınaroğlu, S. (2016). Katastrofik Sağlık Harcaması ve Yoksullaştırıcı Etki. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 19(1), 73-86.
- Şahin, İ. (2009). Sağlık Bakanlığı'na Devredilen SSK Hastanelerinin Teknik Etkinliği ve Toplam Faktor Verimliliği Analizi. *İktisat İşletme ve Finans*, 43-48.
- Tankersley, W., & Tankersley, J. E. (1996). Relative Efficiency of Electric Cooperatives in South Carolina: An Application and the DEA. *Coastal Business Review*, 41-48.
- Tarcan, M., Yıldırım, & H. (2000). "Karsılaştırılmalı Sağlık Sistemleri, Türkiye İçin Çıkarılacak Dersler", , Ankara. *I. Ulusal Sağlık İdaresi Kongresi* (s. 1-7.). Ankara: I. Ulusal Sağlık İdaresi Kongresi.

- Tarım, A. (2001). *Veri Zarflama Analizi Matematiksel, Programlama Tabanlı Göreli Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı*. Ankara: Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü.
- Tarım, A. (2001). *Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Göreli Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı*. Ankara: Sayıştay Yayınları.
- Thanassoulis, E. (2001). Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis. *Kluwer Academic Publishers*, 74.
- Tiryaki, F. (2001). The Use of DEA for Stocks Selection on Istanbul Stock Exchange. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 30(2), 1-25.
- Tone, K. (2002). A Slack- Based Measure of Super Efficiency in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 130(3), 34.
- Tone, K., & Sahoo, B. K. (2005). "Evaluating Cost Efficiency and Returns to Scale in The Life Insurance Corporation of India Using Data Envelopment Analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*(39), 261-285.
- Travis, P., & Weakliam, D. (1998). Tools and Methods for Health Assessment: Inventory and Review. *Division of Analysis Research Assessment, Nairobi, Kenya, WHO*, 1-29.
- Turan, A., & Çelikyay, H. H. (2020). Türkiye’de KOVİD-19 ile Mücadele: Politikalar ve Aktörler. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 3(1), 1-25.
- Üzeyme, D. (1987). *Verimlilik Analizleri ve Verimlilik Ergonomi İlişkileri*. İzmir: İzmir Ticaret Borsası Yayınları.
- Verguet, S. (2016). Defining Pathways and Trade-offs Toward Universal Health Coverage. *International Journal of Health Policy and Management*, 5(7), 445-447.
- Vincova, K. (2005). Using DEA Models to Measure Efficiency. *BIATEC*(8), 24-28.
- Vincova, K. (2005). Using DEA Models to Measure Efficiency. *BIATEC*(8), 24-28.
- Wagner, J. M., & Shimshak, D. G. (2007). Stepwise Selection of Variables in Data Envelopment Analysis: Procedures and Managerial Perspectives. *European Journal of Operational Research*, 57-67.
- Wagner, J. M., & Shimshak, D. G. (2007). Stepwise Selection of Variables in Data Envelopment Analysis: Procedures and Managerial Perspectives. *European Journal of Operational Research*, 57-67.
- Wang, L. B. (2017). *DEA Conceptual Exposition and Literature Review*. Singapur: Container Port Production and Management.

- Williams, A. (2001). Science, or Marketing at WHO? A Commentary on World Health 2000. *Health Economics*, 10(2), 93-100.
- Yamak, O. (1990). Sistemlerin Etkinliği, Üretkenliği ve Verimliliği Üzerine. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Vol: VII, 1-2, 1990, s. 162., 162.
- Yamak, O. (1990). Sistemlerin Etkinliği, Üretkenliği ve Verimliliği Üzerine. *Marmara Üniversitesi*, 162.
- Yavuz, İ. (2003). *Verimlilik ve Etkinlik Ölçümüne Yeni Yaklaşımlar ve illere Göre imalat Sanayinde Etkinlik Karşılaştırmaları*. Ankara: MPM Yayınları.
- Yıldırım, B. F., & Önder, E. (2018). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Bursa: Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Yolalan, R. (1993). *İşletmeler Arası Görelî Etkinlik Ölçümü*. Ankara: MPM Yayınları.
- Zhu, J. (2000). Multi-factor performance measure model with an application to fortune 500 companies. *European Journal of Operational Research*, 123(1), 105-124.
- Zhu, J., & Seiford, L. M. (2003). Context-dependent data envelopment analysis—Measuring attractiveness and progress. *Omega-International Journal of*, 31(5), 397-408.

## ÖZ GEÇMİŞ

.....'nin ..... ilçesine bağlı ..... köyünde doğdu. İlkokulu köyünde, ortaokulu ilçesinde, liseyi ilinde okudu. .... Üniversitesi ..... Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümünü ..... yılında bitirdi. .... tarihinden itibaren MEB'de öğretmenlik yapmaktadır.

