



**T.C. İSTANBUL T CARET
ÜNİVERSİTESİ**

FEN B LİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE B TKİSEL TARIM
ETKİNLİĞİ ÖLÇÜMÜ: TÜRKİYE’DE İL DÜZEYİNDE BİR
ÇALIŞMA**

Betül IŞIK AYDIN

**Danışman
Prof. Dr. Oğuz BORAT**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
İSTANBUL - 2020**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Betül IŞIK AYDIN tarafından hazırlanan "**Veri Zarflama Analizi ile Bitkisel Tarım Etkinliği Ölçümü: Türkiye’de İl Düzeyinde Bir Çalışma**" adlı tez çalışması 07/ 09/ 2020 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Prof. Dr. Oğuz BORAT İstanbul Ticaret Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Berk AYVAZ İstanbul Ticaret Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖZTÜRK İstanbul Medeniyet Üniversitesi	

Onay Tarihi: 18/09/2020

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünün 18.09.2020 tarih ve 2020/290 numaralı Yönetim Kurulu Kararının 2 maddesi gereğince, ders yüklerini ve tez yükümlülüğünü yerine getirdiği belirlenen “Betül IŞIK AYDIN” (TC:28721230926) adlı öğrencinin mezun olmasına oy birliği ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Necip ŞİMŞEK
Enstitü Müdürü

AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

18/09/2020

Betül IŞIK AYDIN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
3. ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ.....	13
3.1. Temel Kavramlar.....	13
3.1.1. Performans kavramı.....	13
3.1.2. Verimlilik kavramı.....	15
3.1.3. Kalite kavramı.....	17
3.1.4. Üretim sınırı.....	18
3.1.5. Etkinlik kavramı	19
3.2. Kavramların Karşılaştırılması	20
3.3. Etkinlik Türleri	21
3.4. Etkinlik Ölçüm Yöntemleri	22
3.4.1 Oran analizi.....	22
3.4.2 Parametrel yöntemler.....	23
3.4.3. Parametresiz yöntemler.....	23
4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	25
4.1. Klasik Veri Zarflama Analizi	25
4.2. VZA Modelleri	25
4.2.1. CCR (Charnes- Cooper- Rhodes) modeli	26
4.2.1.1. Girdi odaklı CCR modeli	26
4.2.1.2. Çıktı odaklı CCR modeli.....	27
4.2.2. BCC (Banker- Charnes- Rhodes) modeli	28
4.3. Veri Zarflama Analizi Uygulama Aşamaları	28
4.3.1. Karar verme birimlerinin (KVB) seçilmesi	28
4.3.2. Girdi ve çıktıların seçimi	29
4.3.3. Verilerin toplanması	29
4.3.4. VZA modelin belirlenmesi	30
4.3.5. VZA ile göreceli etkinliğin ölçümü.....	31
4.3.6. Sonuçların yorumlanması	32
4.3.7. Referans kümeleri belirlenmesi	32
4.3.8. Potansiyel İyileştirme değerleri (PI)	32
4.4. Veri Zarflama Analizi Zayıf ve Güçlü Yönleri	33
5. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE BİTKİSEL TARIM ETKİNLİĞİ ÖLÇÜMÜ.....	35
5.1. Tarım ve Tarımsal Etkinliğe Genel Bir Bakış.....	35
5.1.1. Tarımda etkinliği etkileyen faktörler	36
5.1.2. Bitkisel üretim.....	38
5.2. Veri Zarflama Analizi Uygulaması	38
5.2.1. Uygulamanın amacı ve yöntemi	38
5.2.2. Uygulama için karar birimlerinin seçimi	39
5.2.3. Uygulama için girdi ve çıktıların belirlenmesi	39
5.2.4. Güvenilir verilerin toplanması	40
5.2.5. Kullanılacak VZA yöntemi ve modelin kurulması.....	44

6. BULGULAR	50
6. 1. Etkinlik Ölçüm Sonuçları	50
6.2. Etkin Olmayan Birimler İçin Referans Kümelerinin Belirlenmesi	56
6.3. Etkin Olmayan Birimler İçin Hedef Değerleri ve Potansiyel İyileştirme (PI)	57
6.4. Potansiyel İyileştirmeye Yönelik Sağlama.....	62
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	73

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE BİTKİSEL TARIM ETKİNLİĞİ ÖLÇÜMÜ: TÜRKİYE’DE İL DÜZEYİNDE BİR ÇALIŞMA

Betül IŞIK AYDIN

İstanbul Ticaret Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Oğuz BORAT

2020, 73 Sayfa

Bütün dünya ülkelerinin Covid-19 salgın hastalığı ile başa çıkmaya çalıştığı şu günlerde, dünya ekonomisi de yeni bir kriz ile karşı karşıya gelmiştir. Bu krizin son yıllarda yaşanan krizlerden farkı, günümüzün en önemli gelişim ve güven araçlarından olan sanayi ve teknoloji sektörleri yanında, tarım sektörünün de ne derece mühim olduğunu görünür hale getirmesidir. Büyük bir teknoloji markasının yeni çıkardığı herhangi bir ürün için günler öncesinden kapısında oluşan uzun kuyruklar gibi görmeye alışık olduğumuz görüntüler yerini, gıda ürünü satan veya temin eden yerlerde yaşanan izdihamlara bırakmıştır. Gelişen süreçten beklenen şekilde, tarımsal ihracat yapan ülkelerin birçoğu da ihracat işlemlerini ön izine bağlamıştır. Bu gibidurumlar ‘tarımda kendi kendine yetebilen ülkeler’ gerçeğinin var olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. Tarımda kendi kendine yetebilen ülkeler denildiğinde akla, yüksek tarımsal üretim yapabilen hatta kendi tarım ürünlerini ihraç edebilen ülkeler gelmektedir. Bu doğrudur fakat yeterli değildir. Tarımsal yeterlilikten bahsedildiğinde ‘tarımsal çeşitlilik’ ve ‘tarımsal etkinlik’ kavramlarından da bahsetmek ve bu kavramların üstünde durmak gerekir. Bu çalışmada ‘tarımsal etkinlik’ kavramına dikkat çekilmeye ve bu kavrama matematiksel bir dil kazandırılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’nin ‘bitkisel tarım’ alanında etkinlik durumunu analiz etmek, elde edilen sonuçları değerlendirmek ve yeni bir bakış açısı katacak önerilerde bulunmaktır. Bu bağlamda çalışma, Türkiye’de bulunan yirmi ilin bitkisel tarım verilerini kapsamaktadır. Çalışmada yöntem olarak, Veri Zarflama Analizinin CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) ve BCC (Banker-Charnes-Cooper) iki Yönelimli Yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak; etkin olmayan birimler bulunarak bu birimler için performans iyileştirme çalışması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel tarım, performans iyileştirme, tarımsal etkinlik, verimlilik, veri zarflama analizi.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

MEASUREMENT OF HERBAL AGRICULTURAL EFFICIENCY WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS: A CASE STUDY AT PROVINCIAL LEVEL IN TURKEY

Betül IŞIK AYDIN

**İstanbul Commerce University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Industrial Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Oğuz BORAT

2020, 73 pages

The world is struggling with a new economic crisis when all the countries of the world are trying to deal with the Covid-19 epidemic disease. However, the difference of this crisis from the crises experienced in the past is that it makes it visible the importance of the agriculture sector, apart from the industry and technology sectors, which are the most important development indicators of today. The images we are accustomed to seeing, like long queues at the door, for any product recently produced by a big technology brand, have been replaced by confluence in places selling or supplying food products. As expected from the developing process, many of the countries exporting agricultural products have also prioritized their export transactions. Such situations have once again proved the reality of 'self-sufficient countries in agriculture'. When it comes to self-sufficient countries in agriculture, we can think of countries that can produce high agricultural production or even export their own agricultural products. This is true but not enough. Where we are talking about agricultural competence, it will be necessary to mention and emphasize the concepts of 'agricultural diversity' and 'agricultural activity'. In this study, it has been tried to draw attention to the concept of "agricultural activity" and to give a mathematical language to this concept by leaving the concept of "agricultural diversity" to those who are veteran in this field.

The purpose of this study is to analyze the effectiveness of Turkey's 'Herbal Agriculture', then evaluate the results and give suggestions that will add a new perspective in this field. In this context, the study contains Turkey's twenty different city's agricultural data. CCR and BCC Bi-Directional Methods of Data Envelopment Analysis were used as a method in the study.

Keywords: Crop farming, performance improvement, agricultural efficiency, productivity, data envelopment analysis.

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanması aşamasında, engin bilgileri ve deneyimleri ile çalışmamda yolumu aydınlatan çok kıymetli Danışman Hocam Sn. Prof. Dr. Oğuz BORAT’a, yardımları ile yol gösteren değerli Sn. Prof. Dr. Necip ŞİMŞEK’e, Fen Bilimleri Enstitümüz çalışanlarına ve diğer fakültemiz hocalarıma minnet ve şükranlarımı arz ederim.

Tüm eğitim hayatımın ve tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan başta babam Yahya IŞIK olmak üzere bütün aileme ve eşim M. Resul AYDIN’a sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Betül IŞIK AYDIN
İSTANBUL, 2020

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 3.1. Performans yönetim modeli	14
Şekil 3.2. Basit üretim sınırı	18
Şekil 3.3. Etkinlik, Performans ve Verimlilik ilişkileri	20
Şekil 4.1. VZA modelleri.....	26
Şekil 6.1. CCR ve BCC sonuçları karşılaştırma	55
Şekil 6.2. Mersin ili PI örneği sonuç ekranı.....	64

ÇİZELGELER

	Sayfa
Çizelge 3.1. Verimlilik türleri	16
Çizelge 3.2. Etkinlik ölçme yöntemleri.....	24
Çizelge 4.1. Yöntemlerin Primal ve Dual gösterimleri.....	27
Çizelge 5.1. Karar verme birimleri listesi	39
Çizelge 5.2. İşlenen tarım alanı verileri	41
Çizelge 5.3. Tarımsal mekanizasyon verileri	41
Çizelge 5.4. Tarımsal sulamada kullanılan enerji verileri	42
Çizelge 5.5. Kimyasal gübre tüketim verileri	43
Çizelge 5.6. Sebze meyve üretimi verileri	44
Çizelge 5.7. Tahıl ve diğer bitkisel üretim verileri	44
Çizelge 6.1. Girdi ve çıktı verileri.....	50
Çizelge 6.2. CCR Model ile illerin etkinlik değerleri	51
Çizelge 6.3. BCC Model ile illerin etkinlik değerleri	53
Çizelge 6.4. CCR ve BCC Model ortalama etkinlik değerleri	55
Çizelge 6.5. Etkin olmayan iller için referans setleri ve yoğunluk değerleri	56
Çizelge 6.6. Etkin KVB'lerin referans gösterim sıklığı	57
Çizelge 6.7. İşlenen tarım alanı girdisi hedef ve PI yüzdesi	58
Çizelge 6.8. Tarımsal mekanizasyon girdisi hedef ve PI yüzdesi.....	58
Çizelge 6.9. Tarımsal sulamada kullanılan enerji girdisi hedef ve PI yüzdesi ...	59
Çizelge 6.10. Gübre tüketimi girdisi hedef ve PI yüzdesi.....	59
Çizelge 6.11. Sebze meyve üretim çıktısı hedef ve PI yüzdesi.....	60
Çizelge 6.12. Tahıl ve diğer bitkisel üretim çıktısı hedef ve PI yüzdesi.....	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

ADSM	Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
BCC	Banker- Charnes- Rhodes
BVZA	Bulanık Veri Zarflama Analizi
CRR	Charnes- Cooper- Rhodes
CRS	Constant Returns To Scale - Ölçeğe Göre Sabit Getiri
DSİ	Devlet Su İşleri
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
İBBS	İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması
İMKB	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
KVB	Karar Verme Birimi
LPI	Lojistik Performans İndeksi
Mwh	Megawatt
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
PI	Potansiyel İyileştirme
PISA	Uluslararası Öğrenci Değerlendirme
SE	Süper Etkinlik
SOLP	Sürdürülebilir Operasyonel Lojistik Performans
TFV	Toplam Faktör Verimliliği
THH	Tüketici Hakem Heyetlerinin
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
VRS	Variable Returns to Scale - Ölçeğe Göre Değişken Getiri
VZA	Veri Zarflama Analizi
YSA	Yapay Sinir Ağları

1. GİRİŞ

Dünya çok büyük bir hız ile teknolojik açıdan gelişmekte ve aynı zamanda değişmektedir. Bununla birlikte günden güne insan nüfusu ve paralelinde ihtiyaçları da artmaktadır. Hızla gelişen bilim ve teknoloji bu ihtiyaçların karşılanması için sonuna kadar kullanılmakta, daha da geliştirilerek en yüksek oranlar elde edilmek istenmektedir. Dünyanın çok hızlı aktığı ve her bir saniyenin dahi çok değerli olduğu günümüzde bu en iyi oranlara, en kısa zamanda ulaşılmak istenmektedir. Yani, büyük rekabet ortamında, ülkeler, işletmeler, kuruluşlar, kişiler herkes tek seferde en iyisini elde etme, güç, zaman, atık ve para kaybını en aza indirmeye odaklanmışlardır. Sonuçta, çok uzun zaman önce literatüre girmiş, hakkında sayılamayacak kadar çok çalışma yapılmış veya başka çalışmalar yapılmasına olanak sağlamış, ‘verim ve verimlilik’ kavramları hayatımızın her alanında karşımıza çıkmaya başlamıştır.

Verimlilik, dünyanın her yerinde, her alanda, her ekonomide önemli olmakta ve çokça araştırılmaktadır. Çalışmanın içerisinde detaylı olarak bahsedilen verimlilik kavramı kısaca; hedeflenen amaca uygun olarak, bir süreç sonunda elde edilen ürün, hizmet, para, kalite gibi herhangi bir şey (çıktı) ile bu sonucu alabilmek için harcanan veya tüketilen her şeyin (girdi) arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır (Güleç, 1991). Verimlilik aynı zamanda kurumlar veya şirketler için bir etkinlik ölçümü olarak kullanılmaktadır. Etkinlik ölçümü; ölçüm yapılacak zaman süreci içerisinde, elinde bulunan girdileri nasıl ve ne şekilde çıktıya dönüştürdüğü ifade etmektedir. Buna ilaveten ölçüm yapılan duruma bağlı olarak, kendi verimliliğini gözlemleyebilmesi yanında, gerekli görülen birimler ile performansını kıyaslayabilme fırsatı vermektedir (Akdeniz ve Durmaz, 1998).

Etkinlik ölçüm yöntemleri incelendiğinde Veri Zarflama Analizinin (VZA), literatürde en çok kullanılan yöntemlerden biri olduğu görülmüştür. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde üstünde durulacağı sebeplerden dolayı çalışmada bu yöntemin uygulanmasına karar verilmiştir.

İnsanlığın yeryüzünde yaşamaya başladığı ilk çağlardan bu günlere değişmeyen çok az şeyden biri de beslenmek ve gıdaya olan ihtiyaçtır. Bu ihtiyaç zamanla insanları

tarım ile uğraşmaya yönlendirmiş ve tarım insanlar için hayati öneme sahip bir sektör ve bilim dalı olmuştur. Gelişen teknoloji ve hayat standartlarına kadar çok uzun süre insanlar tarım ve çiftçiliğe yönelik bir hayat yaşamışlardır. Günümüzde her ne kadar ekonomik dengeler değişse de tarım, dünya ve Türkiye ekonomisinde önemli bir alana sahip olmuştur. Yavuz vd. (2019), raporlarında Türkiye'nin tarımsal üretimine bakıldığında, dünyanın tarımsal üretim toplamının %3 -%6 değerleri arasına denk geldiği ve Türkiye'nin tarımsal üretimde ilk 10 ülke arasında olduğunu söylemişlerdir.

Tarımın son derece önemli olduğu dünya ekonomisi, ülkelerin ve kuruluşların rekabet içerisinde olmasına sebep olmuştur. Uzmanları bu alanda araştırmaya yapmaya ve uzmanların sürekli üretimi en kaliteli şekilde arttırmaya yönelik çalışmalar yapmasına ortam hazırlamıştır. Bu nedenle bilim dünyasında da 'tarımsal verimlilik' kavramı bir hayli önem kazanmıştır.

Tarımsal verimlilik konusu genelde çalışmalarda yıllar veya dönemler gibi zamansal olarak çalışılmıştır. Bu duruma gelişen teknoloji ve hız etmeninin pozitif bir etkisi olacağından genel olarak son yılların daha etkin çıkabileceği düşünülmüştür. Bu çalışmada, tek bir zaman diliminde, seçilen birimlerin aynı tür girdiler fakat farklı tür olanaklar ile ne kadar etkin olabildiklerini bulmak amaçlanmıştır. Buna ek olarak;

- Etkin bulunmayan birimleri etkinliğe ulaştıran değerlerin hesaplanması,
- Etkinlik için bulunan hedef değerleri programa ekleyip tekrar çalıştırarak bulunan değerlerin etkinlik için yeterli olup olmadığını test etmek amaçlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümü literatür araştırması yapıldığı, kavramların açıklandığı ve çalışma hakkında bilgilendirmek amaçlı yazılan başlıklardan oluşmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, çalışmada uygulanacak olan yöntem Veri Zarflama Analizi ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. VZA yönteminin nasıl modellenebileceği ve bu modellerden hangisinin kullanılacağı üzerinde durulmuştur. Çalışmanın uygulama kısmı için toplanan veriler bu bölümde modellenmiştir.

Çalışmanın üçüncü ve son bölümünde, VZA kullanılarak yapılan bir uygulama, uygulamaya ait bulgular, sonuçlar ve bu sonuçların yorumlanması yer almaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Sarı (2015), çalışmasında Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Hacettepe Erişkin Hastanesine bağlı 20 farklı poliklinik için, 2012 yılına ait veri kümesi yardımıyla, etkinlik ölçmüştür. Çalışma neticesinde etkin olmayan polikliniklerin etkin olabilmeleri için referans alabilecekleri etkin poliklinikler önerilmiştir.

Kıyıldı ve Karaşahin (2006), Türkiye’de sivil havacılık hizmeti sunan 32 farklı hava alanının altyapı performanslarını VZA ile ölçmüşlerdir. Çıktıya yönelik zarflamalı VZA modelinin kullanıldığı çalışma neticesinde etkin ve etkin olmayan hava alanları belirlenmiştir.

Küçük (2007), hisse seçimine yardımcı olabilecek çalışma için, İMKB Sınai Endeksinin etkinliğini VZA analizi ile ölçen bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında 2004 ve 2006 yıllarından 3 aylık periyotlar ve ayrıca 145 adet karar verme birimi (KVB) belirlemiş ancak 56 adet KVB’yi analizinde kullanılmıştır. Aynı KVB kullanarak girdi ve çıktı sayıları farklı iki ayrı uygulama yapmıştır. Her iki uygulama için CCR Model kullanılarak analiz yapılmış ve etkin çıkan hisse senetlerini seçen firmalarında etkin olduğu varsayılmıştır. Sonuç olarak etkin olmayan firmalar içinde etkinliklerini artırmak amacıyla önerilerde bulunmuş ve incelemiştir.

Yeşilaydın, (2017), sağlık sektöründe VZA kullanarak etkinlik ölçümü yapan, 2010 ile 2017 yılları arasından seçtiği 52 adet çalışmayı incelemiştir. Bu çalışmalarını incelemesinde ki amacı akademik alanda sağlık sektöründe sektöründe KVB’lerini ne tür girdi ve çıktılarının kullanıldığını belirlemek ve karşılaştırmaktır. İncelediği çalışmalardan elde ettiği sonuçlara göre Türkiye’de sağlık sektöründe VZA en çok 2010 yılında kullanmıştır. KBV olarak en çok hastaneler (%62) seçilmiş ve en çok kullanılan girdi değişkeni “hekim sayısı”, çıktı değişkeni ise “ameliyat sayısı” olmuştur. Bu sonuçlar neticesinde sağlık sektöründe etkinlik ölçmek isteyecek diğer kişilere yardımcı olmayı ve sağlık sektöründe bulunan bütün kurumların etkinliklerini iyileştirmek için dikkat çekici olmayı amaçlamıştır.

Demir ve Depren (2009), Uluslararası Öğrenci Değerlendirme (PISA) verilerini kullanarak, 2006 yılı için Türkiye’de faaliyet gösteren 147 ortaöğretim okulunun

etkinliğini VZA ile ölçmüştür. Çalışmalarında okulların çeşitli bilimlerden başarı oranları baz alınarak, Türkiye'nin uluslararası eğitim sahasında etkinliğinin arttırılmasına katkı sağlamayı amaçlamışlardır. Sonuçlar neticesinde 147 okul arasından %17,7'sinin (26 tanesi) etkin olduğu görülmüştür. Etkinliği en yüksek iki okul Fen Liseleri ve Anadolu Liseleri çıkmıştır. Diğer okulların ise etkinliklerini arttırmak için öncelikle matematik akabinde ise fen bilimleri başarı puanlarının arttırılması gerektiği tespit edilmiştir. Genel sonuç tablosuna bakıldığında 2006 yılı için Türkiye'deki okul türleri arasında eşitsizliğin söz konusu olduğu, eğitim alanında yenilikler yapılması gerektiği ve bu yeniliklerin sürekli takip edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Savaş (2009), çalışmasında 2005 ve 2007 yılları arasında faaliyet gösteren 24 adet banka ile pazar payı yüzde birden büyük olan 12 adet bankanın göreceli etkinlik ölçümünü VZA yöntemi kullanarak ölçmüştür. Her üç yıl içinde etkin çıkan banka sayısını on olarak bulmuştur. Ortalama etkinlik sonucu en büyük çıkan banka türünü tasarruf mevduat sigorta fonlu bankalar, ortalama etkinlik sonucu en küçük çıkan banka türünü ise özel sermayeli mevduat bankaları şeklinde bulmuştur. Bu çalışma literatüre, kendi sektörleri içerisinde bankaların birbirleri ile karşılaştırma yapmalarına ve etkin olmayanların ise yeni hedefler koymasına katkı sağlamaktadır. Kıran (2010), Türkiye'de kalkınma önceliği olan bölgeler arasından 49 il seçerek, 1995 ve 2000 yılları arasında ki her bir yıl için ayrı olarak ekonomik bakımdan etkin olup olmadıklarını VZA ile ölçmüştür. Çalışmasında girdi olarak; kamu yatırımları, teşvik yatırımları ve banka kredi verilerini çıktı olarak ise; GSYİH, istihdam durumu, açılan iş yeri sayısı ve dış ticaret dengesi verilerini kullanmıştır. Sonuç olarak incelediği bütün yıllar için etkin olmayan il sayısının etkin olan il sayısından daha fazla olduğuna ve en etkin yılın 1996 yılı olduğuna ulaşmıştır.

Yürüşen (2011), VZA kullanarak otomotiv sektöründe 73 adet bayiliği bulunan bir şirketin bayiliklerinin 2009 ve 2010 yılları için etkinlik ölçümünü yapmıştır. Uygulamada bayi sayısı, bayide bulunan toplam araçların sayısı, test araçlarının sayısı, bayinin çalışan sayısı, bayilerin aktivite sayıları ve reklam sayıları girdi olarak kullanılmıştır. Satılan araç sayısı, müşterilerin verdikleri memnuniyet puanı, araç satışı yapması sonrası cirosu gibi başka çeşitli kalemlerde ki ciroları ise çıktı olarak kullanmıştır. Uygulama sonucunda 73 adet bayinin 2009 yılında 26 tanesinin, 2010

yılında ise 23 tanesinin etkin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. 2010 yılında bir önceki yıla göre bayi sayısı artmış fakat bayilerin etkinlik ortalamaları azalmıştır. 73 adet bayinin 42 tanesi her iki yıl içinde etkin olduğu, 18 tanesinin ise her iki yıl içinde etkin olmadığı görülmüştür.

Kurşun (2016), çalışmasında Katılım Bankacılığı alanında bulunan bir bankanın 135 adet şubesinin müşteri çeşide göre etkinliğini VZA analizi kullanarak ölçmüştür. Çalışma ticari, kurumsal ve bireysel müşterilere hizmet veren banka şubelerinde yapılmıştır. Girdi bileşenleri olarak cari hesap, katılım hesabı, personel gideri, kira gideri, çıktı bileşenleri olarak ise nakdi kullandırım, gayri nakdi kullandırım, komisyon gelirleri ve kar olarak belirlemiştir. Şubelerin etkinliklerinde müşteri sayısının fazla olması, katılma fonu kullanması veya nakdi fon kullandırmada başarılı olması değil bütün bu kaynakların doğru şekilde kullanılmasının önemli olduğu görülmüştür.

Özok (2006), çalışmasında Türkiye’de bulunan 80 ilin, 1998 ve 2003 yılları arasında ki tarımsal faaliyetini VZA Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) indeksi ile ölçmüştür. Çalışmada tahıl ve baklagil ekim alanları girdi, tahıl ve baklagil üretimleri ise çıktı olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak ise Türkiye genelinde incelenen tarımsal etkinliğin 21 tane ilde artmış, 56 tane ilde azalma ve 8 tane ilde bir değişim olmadığını görmüştür. Çalışmada 1998-2003 yılları arasında toplam faktör verimliliği indeksi ile en verimli bölge Güneydoğu Anadolu Bölgesi olduğu görülmüştür.

Koç (2018), çalışmasında 2011 ve 2017 yılları arasında büyükşehir belediyelerine bağlı su ve atık su kuruluşlarının 16 tanesinin etkinlik ölçümünü VZA yöntemi kullanarak yapmıştır. İlaveten su ve atık su kuruluşlarının etkinliklerinin kuruluşların kurulduğu yıl ile çalışma alanlarını fazlalığı ile veya abone sayıları ile ilişkili olup olmadığı incelemiştir. Koç çalışmasında girdi olarak personel giderlerini, faiz giderlerini ve sermaye giderlerini kullanmış, çıktı olarak ise teşebbüs ve mülkiyet gelirlerini, faaliyet kârını ve abone sayılarını kullanmıştır. Sonuçlara bakıldığında 2014 yılı öncesinde kuruluşların çalışma alanlarının fazlalığının etkinliklerini etkilemediği fakat 2014 yılından sonrası için etkilediği görülmüştür. Abone sayısının etkinliği etkilediği söylenmiş ve abone sayısında ki artışın toplam faktör verimliliğini

de artıracığı ileri sürülmüştür. Son olarak kuruluşların kuruldukları zamanların da etkinliklerini etkilediği söylenmiş, eski zamanlarda kurulmuş kuruluşların daha avantajlı oldukları ileri sürülmüştür. Ayrıca personel ve faiz harcamaları yüksek olan kuruluşların etkinliği düşük çıktığı görülmüş bu duruma öneriler getirilmiştir.

Güner (2019), çalışmasında 2017 yılına ait veriler ile Türkiye’de bulunan ve Ticaret Bakanlığına bağlı olan Tüketici Hakem Heyetlerinin (THH) etkinliklerini VZA yöntemi kullanarak ölçmüştür. Uygulama için 81 il KVB olarak seçilmiş ve 5 adet girdi değişkeni 4 adet çıktı değişkeni kullanılmıştır. Sonuç olarak 23 ilde THH’in etkin olduğu fakat 58 ilde etkin olmadığı görülmüştür. Etkin olmayanların da etkin olabilmeleri için kendine örnek alabilecekleri KVB kümeleri oluşturulmuştur. Tüm illerin etkin olması için çıktı bileşeninde yapılacak artışlar ve girdi bileşeninde yapılacak azalışlar öneri olarak sunulmuştur.

Gasimov (2019), Türkiye’de 2015-2017 senelerinde faaliyet gösteren 24 adet mevduat bankasının sermaye yapısı ve büyüklüklerini kullanarak çıktıya yönelik VZA yöntemi ile ulaştığı sonuçları incelemiştir. Uygulamasında girdi olarak toplam mevduatı, karşılık giderlerini ve personel giderlerini, çıktı olarak ise toplam kredileri ve faaliyet kârlarını kullanmıştır. Sonuçta ise senelerin ayrı ayrı etkinliklerine bakıldığında aralarında çok bir fark olmadığına fakat bankalar çeşidinde bakıldığında kamu bankalarının tüm zamanlar için tam etkinlikte oldukları görülmüştür.

Oktay (2019), etkinlik ölçmek için bir spor merkezini çalışma alanı olarak burada iki aşamadan oluşan bir çalışma yürütmüştür. Çalışmasının birinci aşamasında spor merkezinin içinde bulunduğu durumun benzetim modelini oluşturmuş ve oluşturduğu modeli iyileştirmek ve değerlendirmek için 177 adet senaryo belirlemiştir. Çalışmasının ikinci aşamasında bu senaryoların etkinliklerini ölçmek için VZA yöntemi kullanmıştır. Analizde belirlediği 177 adet senaryoyu KVB olarak, antrenör sayısını ve makine maliyetini girdi olarak, ortalama antrenman süresini, üye sayısını ve ortalama antrenör kullanımını çıktı olarak kullanmıştır. Analiz sonucunda CCR modeli ile 20 adet senaryo etkin, BCC modeli ile 65 adet senaryo etkin bulunmuştur, 20 adet senaryo ise her iki modelde de etkin çıkmıştır. Etkin olmayan senaryolar içinde yeni hedefler ve iyileştirmeler önerilmiştir.

Çam (2019), çalışmasında İBBS 2. Düzey 26 adet bölgenin işgücü piyasası bakımından etkinlik ölçümünü 2017 yılının verilerini kullanarak VZA ile yapmıştır. Analizde girdi olarak işsiz sayısı, toplam ithalat, il ve ilçelerin merkez nüfusları, çıktı olarak ise toplam ihracat, ortalama günlük kazanç, kişi başı GSYİH, işgücü ve istihdam edilenler kullanılmıştır. Bölgeler birinci olarak demografik faktörler bakımından ikinci olarak ise sosyoekonomik faktörler bakımından incelenmiştir. Demografik faktörler bakımından 6 bölge 22 şehir etkin, sosyoekonomik bakımdan 9 bölge 31 şehir etkin, her iki modele bakıldığında ise 3 bölge 13 şehir etkin bulunmuştur. Etkin olmayanlar için ise öneri ve tavsiyelerde bulunulmuştur.

Gündüz (2019), en fazla kullanılan etkinlik ölçüm modellerinden biri olan VZA modeli ile VZA modelinin eksik olduğu kısımlarla ilgilenen ve daha farklı bakış açısı sunan bir yöntem olan süper etkinlik (SE) yöntemini kullanmış ve uygulama yapılmıştır. Uygulama kısmı için 17 adet programlama dili KVB olarak seçilmiştir. Uygulamada kullanılan girdiler, depo sayısı, program konusu, çekim isteği ve kullanıcı sayısı, çıktılar ise Github yıldız alma yüzdesi ve StackOverflow popülerlik yüzdesi olarak belirlenmiştir. Yapılan VZA uygulaması sonrası 17 adet KVB'in 8 adeti etkin bulunmuştur. Etkin bulunan birimlerin sıralanması için ise süper etkinlik yöntemi kullanılmış ve sonuç olarak en etkin KVB Go Programlama dili bulunmuştur.

Çidem (2019), Sağlık Bakanlığına bağlı ağız ve diş sağlığı merkezlerinde VZA ve Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA) yöntemleri kullanarak etkinlik ölçümü yapılmış ve karşılaştırılmıştır. Uygulamada KVB olarak iç Anadolu bölgesinde faaliyet gösteren ADSM'leri seçmiştir. Çalışmasında girdi değişkeni olarak diş hekimi sayısı, ünit sayısı, hasta sayısı, çıktı değişkeni olarak ise diş çekimi sayısı, endodontik tedavi sayısı, konservatif tedavi sayısı olarak belirlemiştir. VZA yöntemi sonucuna göre Aksaray, Ankara, Eskişehir, Karaman, Kayseri, Konya, Nevşehir, Sivas ve Yozgat etkin bulunmuş, Çankırı, Kırıkkale, Kırşehir ve Niğde ise etkin bulunmamıştır. BVZA yöntemi sonucuna göre ise Ankara, Sivas, Konya, Eskişehir, Karaman ve Kayseri etkin olarak bulunmuş, Çankırı ise her iki yöntemde de etkin değildir şeklinde bulunmuştur.

Atukalp (2018), Türkiye’de bankacılık sektöründe faaliyet gösteren mevduat bankalarının etkinliğini VZA ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) kullanarak incelemiştir. Çalışma Türkiye’nin istatistikî bölgeleri kapsamında 12 bölge ve 2010-2016 seneleri için incelemiştir. Çalışmada girdi olarak şube sayısı, toplam mevduat, çıktı olarak ise toplam krediler kullanılmıştır. Sonuç olarak İstanbul, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Kuzeydoğu Anadolu’nun en etkin bölgeler olduğu söylenmiş ve etkin olmayan bölgeler için nedenleri araştırmaya teşvik edilmiş ve önerilerde bulunulmuştur. Malmquist Toplam Faktör Verimliliğine göre ise senelere göre teknolojik değişimlerden kaynaklı bir artış gözlenmiştir.

Bal ve Bilge (2013), Sağlık Bakanlığına bağlı 35 adet eğitim ve araştırma hastanesinin etkinliklerini VZA yöntemi ile ölçmüşlerdir. Çalışmalarında 2007-2008 ve 2009 yılları verilerinin ortalamalarından yararlanmışlardır. Ayrıca çalışmalarında girdi değişkeni olarak uzman hekim sayısı, asistan hekim sayısı, yatak sayısı, hemşire sayısı ve toplam gider, çıktı değişkeni olarak ise muayene sayısı, ameliyat sayısı, yatılan gün sayısı ve toplam gelir kullanılmıştır. Toplam etkinliklerine bakıldığında 13 adet hastanenin etkin, 22 adet hastanenin ise etkin olmadığı görülmüştür. Etkin olarak çalışmayan hastanelerin de etkin olabilmesi için kendilerine örnek olabilecek hastaneler gösterilmiştir. Bunlara ilaveten kaynak kullanımı bakımından hastanelerin incelenmesini önermişlerdir.

Aslan ve Mete (2007), çalışmalarında Sağlık Bakanlığı’na bağlı 22 adet doğum ve çocuk hastanelerinin 2002 yılına ait verileri ile etkinlik düzeylerini ölçümünü VZA yöntemi kullanarak yapmışlardır. Çalışmalarının amacı ise tam etkin olabilmeleri için artırmaları veya azaltmaları gereken kaynakları belirlemektir. Uygulamalarında girdi değişkeni olarak uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, ebe-hemşire sayısı, diğer personellerin sayısı ve yatak sayısı, çıktı değişkeni olarak ise muayene sayısı, ameliyat sayısı ve yatan hasta sayısını kullanmışlardır. Sonuç olarak ise 22 adet doğum ve çocuk hastanesinin 7 tanesi tam etkin bulunmuştur. Etkinliği en düşük bulunan hastane Kırıkkale Hastanesi olmuştur. Sonuçlara göre doğum ve çocuk hastanelerinde ki kaynakların verimsiz kullanıldığı söylenmiştir. Bu amaçla belirtilen bazı değişkenlerin azaltılması bazı değişkenlerin ise artırılmasını önermişlerdir.

Aydemir (2002), Türkiye’de bulunan illerin üretim ve hizmet sürecinde ellerinde mevcut olan kaynaklarını etkili kullanıp kullanmadıklarını ve bunların karşılaştırılmasını VZA görelilik yöntemi kullanarak ölçmüştür. Çalışma 77 ilimizi kapsamaktadır. Çalışmada girdi olarak illerin rekabetçi yapısı, nitelikli insan gücü, ilde ki nüfusunun toplam ulaşım altyapısı teşvik yatırımlarına oranı, ilde ki nüfusunun sanayi yatırımlarına oranı, ilde ki nüfusun toplam tarım teşvik yatırımlarına oranı, ilde ki nüfusun toplam imalat ve madencilik yatırımlarına oranı, ilde ki nüfusun toplam enerji ve diğer hizmet yatırımlarına oranı, ilde ki nüfusun tarım ve imalat sektörlerine hizmet veren Kobilere ait toplam yatırım ve kredilerinin oranı kullanmıştır. Çıktı olarak ise il bazında kişi başına düşen 2000 yılına ait GSMH olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak toplam 77 ilden 37 tanesi diğerlerine göre görelilikte etkin bulunmuşlardır. Etkin olmayan illerin rekabetlerini güçlendirebilmeleri ve etkinliğe ulaşabilmeleri için etkin çıkan illeri örnek almaları, kaynak kullanımlarına dikkat etmeleri gerektiği söylenmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Deniz (2018), Türkiye’deki 81 ilin çevresel sürdürülebilirlik açısından etkinliklerini ölçmek için BVZA yöntemi kullanılmıştır. Uygulama verileri Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2014 yılı verilerinden elde edilmiştir. Uygulamada girdi değişkeni olarak hava kalite indeksi, sanayi sektöründe toplam çalışan sayısı, kamu yatırımlarının illere göre enerji için dağılımı, motorlu kara taşıt sayısı, toplam elektrik tüketimi, toplam çekilen su miktarı ve nüfus yoğunluğu; çıktı olarak ise kişi başına düşen GSYİH ve orman alanı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda etkin bulunan iller ve etkin olmayan illere referans olabilecek iller belirlenmiştir ve bir başka çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Doğan (2016), çalışmasında gerek iki durumlu gerekse daha çok durumlu olaylar için geliştirilmiş olan YSA modelleri ve matematiksel modellerden VZA yöntemi olmak üzere modeller arasında karşılaştırma yapmıştır. Sonuç olarak ise iki grup ve çok grup sınıflama problemlerinde radyal tabanlı sinir ağı ve matematiksel modelleri temel alan yeni hibrit bir yaklaşımın başarılı bir şekilde kullanılabildiğini göstermiştir.

Gencan (2014), çalışmasında Ankara şehrinde faaliyet gösteren sağlık bakanlığına bağlı 26 adet hastanenin önce kaynaklarını ve daha sonra bu kaynakları etkin kullanıp kullanılmadığını Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve VZA yöntemlerini

birlikte kullanarak incelemiştir. Çalışmanın ilk aşamasını herhangi bir ağırlık ataması yapmadan VZA yöntemi ile ikinci aşamasını ise AHP yöntemi kullanarak ağırlık atanmış ve bu ağırlıklar kullanılarak VZA yöntemi uygulanmıştır. Uygulama da girdi olarak hekim sayısı, hemşire sayısı, personel sayısı, hasta yatak sayısı, çıktı olarak ise, ayakta tedavi gören hasta sayısı, yatan hasta sayısı, acil serviste tedavi gören hastaların sayısı, ameliyat sayısı ve tabucu olan hasta sayısı olarak belirlenmiştir. İncelenen ilk aşama sonucuna göre 26 tane hastanenin 13 tanesi etkin, 13 tanesi ise etkin değil olarak çıkmıştır. Etkin olamayan hastanelerin alacağı referans olarak ise Ankara Beypazarı Devlet Hastanesi bulunmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında ise AHP yöntemi ile elde edilen ağırlıkların kullanıldığı bir VZA yapılmıştır. Bu analiz sonucuna göre 10 adet hastane etkin, 16 adet hastane etkin değil olarak bulunmuştur. Genel sonuç olarak etkin olamayan hastanelerin iyileştirilmesine dair ayrı durumlar incelenmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Benli (2012), çalışmasında Ege, Akdeniz ve Marmara bölgesinde bulunan illerde ki konaklama işletmelerinin 2007 ve 2010 tarihleri arasında etkinlik ölçümünü VZA ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi yöntemlerini kullanarak ölçmüştür. Çalışmasında girdi olarak toplam yatak sayısını, çıktı olarak ise tesise geliş sayısı toplamı ve tesis de geceleme sayısını kullanmıştır. Uygulama sonucunda ortalama teknik etkinlik bakımından hiçbir il etkin bulunmamış fakat Ege ve Akdeniz bölgelerinde bulunan illerde ki konaklama işletmelerinin Marmara Bölgesinde bulunan illerde ki konaklama işletmelerine göre daha iyi durumda olduğu belirtilmiştir.

Asadpour ve Shirouyehzad (2019), veri zarflama analizi yardımıyla, 1990-2016 yılları arasında En İyi Film Müziği Oscar'larına sahip olan bestecilerin performanslarını değerlendirmiş ve birbirleri arasında sıralamıştır. Performans ölçümü için girdi-çıktı değişkenleri uzman yardımlarıyla belirlenmiştir. Çalışma neticesinde veri zarflama analizinin, bireylerin yahut kurumların etkinlik kıyaslaması için güçlü ve etkili bir matematiksel yaklaşım olduğu görülmüştür.

Rashidi ve Cullinane (2019), lojistik performansın ölçümünde bilinen en yaygın teknik olan Lojistik Performans İndeksine (LPI) alternatif, veri zarflama analizi tabanlı, bir performans ölçüm tekniği önermektedir. Çalışmada önerilen teknik,

Sürdürülebilir Operasyonel Lojistik Performans (SOLP), ile Lojistik Performans İndeksi kullanılarak 22 OECD ülkesine ait lojistik performanslar değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda SOLP tekniği yardımıyla hangi kaynakların etkin olmadığının belirlenmesi gibi faydalı bilgiler elde edilmiştir.

Reilly vd. (2016), kasırga sonrası elektrik kesintisi restorasyonu aktivitelerinin performanslarını kıyaslamak için Veri Zarflama Analizi'ni uygulamışlardır. Amerika'da son zamanlarda gerçekleşen, 13 farklı elektrik üretim tesisinde, 27 kasırga sonrası restorasyon işlemi analiz edilmiştir. Kasırganın etkilerinin farklı olması sebebiyle daha fazla restorasyon işleminin analiz edilmesi ile daha tutarlı sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir.

3. ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

3.1. Temel Kavramlar

3.1.1. Performans kavramı

Performans kelimesi dilimize, İngilizce ‘performance’ kelimesinden gelmiştir ve başarmak, başarımlar gibi anlamlara gelmektedir (İstanbul İşletme Enstitüsü, 2018). Performans, hedefe ulaşma derecesini göstermektedir. Yani hedefe ne kadar yakın olduğunun veya ne kadar uzak olduğunun bir ölçümüdür (Atıkbay, 2001).

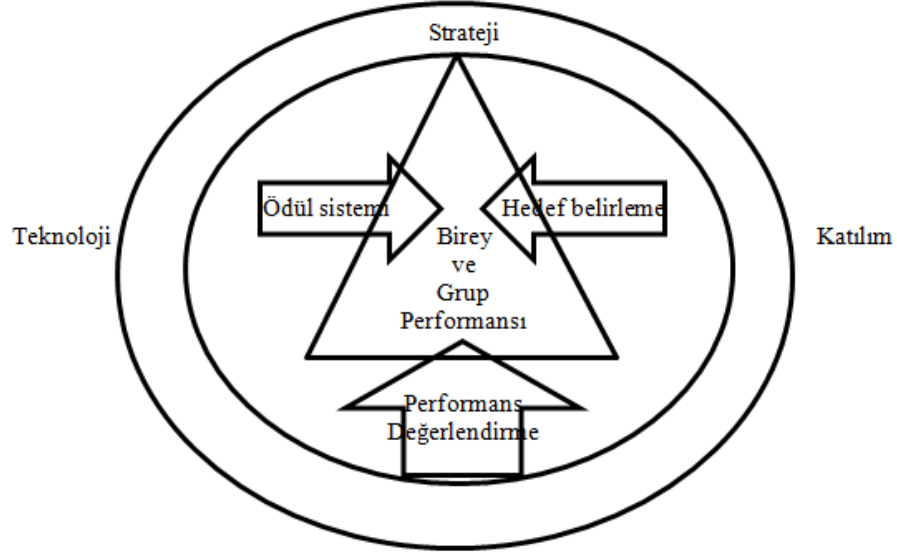
Bir başarı derecesi olarak tanımlanan performans ayrıca, görevi yerine getiren organizasyon, kişi, kurum veya ne olduğunu fark etmeksizin bir kurumun, önceden belirledikleri uzun veya kısa dönem planlarında veya organizasyonel gayelerinde hangi konumda bulunduklarının nicel ve nitel olarak gösterim şeklidir. Performans kavramı bilhassa hizmet sektöründe zamanla daha da önem kazanmıştır (Tetik, 2003).

Başaran (1991) ise performansı; işi yapanın sistem hedeflerine varabilmek için görevi ile bağlantılı davranışlarının veya işlemlerinin neticesinde elde ettiği bir ürün olarak tanımlamaktadır. Elde edilen bu ürün imalat ürünü, hizmet ürünü veya sadece düşünce türünden de olabilmektedir.

Günümüzde organizasyon işletilmesinde sıkça duyulan performans yönetimi; ortak karar verilen amaçlarla ilgili olarak gerçekleşen performansın analizinin yapılması, geri bildirimin sağlanması ve ortaya koyulan hedeflerle beslenen bir yönetim alanını temsil etmektedir. Performans yönetimi, iş kollarının veya çalışan kişilerin davranışlarını takip eden, elde ettikleri ürünleri tanımlayan fakat daha çok bunları değerlendirme ve daha iyi hale getirme gibi amaçlarla ilgilenen bütünsel süreçte denilmektedir (Armstrong, 1996; Cumming ve Worley, 1997).

Performans yönetimi hiyerarşik olarak değil bir takım çalışması olarak görülmektedir. Cumming ve Worley (1997)’e göre de oluşturulan performans yönetimi modeli şekil 3.1’de gösterildiği gibi organizasyon içerisinde hedef

belirlemeye, ödül sistemi oluşturmaya ve performansların değerlendirilmesine bağlı bir modeldir. Ayrıca ortaya çıkan başarı yani performans, işletmenin sahip olduğu teknoloji, önceden belirlenen iş stratejisi ve iş yapanların katılımları üzerinden var olmaktadır.



Şekil 3.1. Performans yönetim modeli (Cumming ve Worley, 1997)

Performans değerlendirme, çalışmaların veya hizmetlerin sonucunu iyileştirmek için performans verilerini bir araya toplamak, analiz etmek anlamına gelmektedir. İşletmelerin hemen hemen her bölümünde, şirketlerin her departmanında kendilerine ait veri altyapıları kullanılarak performans değerlendirilmesi yapılmaktadır. Şirket içerisinde veya şirket için dışarıdan alınacak kararlarda, yapılan performans değerlendirme sonuçlarına riayet edilmekte ve sonuca göre hareket edilmektedir. Performans değerlendirmesi yapılması şirket içerisindekilerin veya organizasyon birimlerinin kendi potansiyellerini daha iyi görebilmelerini sağlamaktadır. Ayrıca değerlendirilen birim veya kişinin eğitimi, eğitimine katması gereken özellikleri belirlemede yardımcı olmaktadır. Yeni bir karar verirken, bir seçim yapılırken performans değerlendirilmesine başvurulmaktadır.

Performans kavramı kullanımı incelendiğinde daha çok şirket yapılarında kullanıldığı görülmektedir. Performans yönetimi şirketlerde insan kaynakları gibi çalışanları ve şirket arasında köprü görevi yapan birimlerde yapılmaktadır. Performansın değerlendirilmesi ise performans yönetimi kaideleriyle çalışanların,

yöneticilerin değerlendirilmesi anlamına gelmektedir. Performans değerlendirmesinin kullanım alanlarının en çok neler olduğu hakkında bir çalışma yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları şu şekildedir;

- İşe alım veya işten çıkarım, ücret miktarı, terfi ve ödül gibi kişisel karşılaştırma gerektiren konularda,
- Çalışanların veya yöneticilerin kendi aralarında karşılaştırılması gereken durumlarda,
- Şirketin uzun ve kısa vadeli hedeflerinin, işgücü potansiyelinin belirlenmesinde performans değerlendirilmesi kullanılmaktadır (Helvacı, 2002).

3.1.2. Verimlilik kavramı

Verimlilik kavramı günümüz dünyasında, her alanında çok sık kullanılmasına ve kavrama çok aşına olunmasına rağmen, genel olarak onaylanmış bir tanıımı bulunmamaktadır. Farklı disiplinlerde sürekli verimlilik kavramı çalışılmış veya verimlilik çalışması yapılmaktadır. Fakat bu konuda farklı tanımlamalar ve yaklaşımlara rastlanmaktadır. Her ne kadar farklı manalar yüklenebilse de, verimlilik kavramından anlaşılan ortak düşünce ‘üretkenliğin artırılması’ olmaktadır. Üretkenliğin artması ise, kısıtlı olan dünya kaynaklarının ve yine sonlu olan maddi kaynakların kullanım şeklini en aza indirgeyerek elde edilen üretimin nasıl en fazla çıktıya ulaşacağıdır. Burada ise çok sayıda elde edilmek istenen çıktı veya ürünün başka bir boyutu karşımıza çıkmaktadır. Elde ettiğimiz ürün miktarı çok fakat kullanılabilirliğin yani kalitenin nasıl olduğu sorunudur. Bu anlam karışıklığının ve çalışma sonucunda daha iyi anlaşılması açısından öncelikle literatürde yer alan verimlilik kavramları üzerinde durulması faydalı olacaktır.

Kaynakların bir kısmında verimlilik kelime olarak, İngilizce ‘productivity’ kelimesini karşılığı olan Türkçe ‘üretkenlik’ kelimesi ile anlamlandırılmaktadır. Bazı kaynaklarda ise verimlilik kelimesinin tam karşılığı olarak çevrilen İngilizce ‘efficiency’ kelimesinin anlamı olarak yer almaktadır (Top, 2002).

Verimlilik kavram olarak, bir sürecin sonucunda elde edilen çıktıların, kullanılan girdilerle ilişkisi olarak tanımlanmaktadır. Bu ilişki, çıktı olarak elde edilen varlık veya hizmetlerin ve bunların elde edilmesinde kullanılan girdilerin oranlanması şeklinde ifade edilmektedir. Matematiksel olarak ise; $\text{Verim} = \text{çktılar} / \text{girdiler}$ şeklinde gösterilmektedir (Prokopenko, 2005).

Verimlilik, belirli bir seviyede tutulan çıktı miktarında en az girdi kullanılması veya en az miktardaki girdi ile elde edilen maksimum çıktı miktarını ifade etmektedir.

Verimlilik kavram olarak farklı disiplinlerde farklı türlerde anlamlandırılmaktadır (Ramsay, 2008);

- Ekonomi bilimine göre verimlilik, girdiler ve çıktılar arasında ilişkidir. Fakat bu ilişkide kullanılan girdiler ve elde edilen ürün olan çıktılar maddesel olarak belirtilebilir bir miktarda olmaktadır.
- Mühendislik bilimine göre verimlilik, elde bulunan bir makine veya iş yapan aletin etkin şekilde çalışmasıdır.
- Maliye bilimine göre verimlilik, finansla ilgili verilerin veya finansal tabloların incelenmesi ve organizasyon performansının bulunmasıdır.
- İşletme bilimine göre verimlilik, bir işletmede yönetici verimliliğe kalite ve ortaya çıkan miktar düzeyi, saatte elde edilen ürün miktarı düzeyi, işe gelmeme durumu, etkinlik, kâr oranları, rekabet edebilirlik düzeyi gibi farklı durumlar olabilmektedir.

Verimlilik kavramlarında görülen farklı yaklaşımlar verimliliği türlerine göre ayırmaktadır. Çizelge 3.1’de gösterildiği gibi literatürde üç farklı verimlilik türünden bahsedilmektedir.

Çizelge 3.1. Verimlilik türleri (Yükçü ve Atağan, 2009)

Verimlilik Türü	Formül	Örnek
Kısmi Verimlilik	Çıktı / Tek Girdi	Çıktı / İşgücü
Çoklu Faktör Verimliliği	Çıktı / Çok Girdi	Çıktı / İşgücü ve Makine
Toplam Verimlilik	Çıktı / Tüm Girdiler	Çıktı/ İşgücü+Makine+Sermaye+Hammadde+Enerji

Kısmi verimlilik, üretimin bir girdisine ait ortalama verimliliği göstermektedir. İncelenmek istenilen, üretimin belirli bir girdisi üzerinden verimlilik hesaplama yani daha spesifik bir çalışmadır. Birbiri ile ilgili veya ilgisiz birden fazla üretim girdisinin verimlilik hesaplanmasına çoklu faktör verimliliği denmektedir. Üretimin tüm girdilerinin hesaba katılarak bulunmak istenilen verimlilik türü ise toplam verimlilik olarak adlandırılmaktadır. Üretim girdilerine önem sırasına göre ağırlık belirlenmekte ve bu değerler ile hesaplanmaktadır (Yükçü ve Atağan, 2009).

3.1.3. Kalite kavramı

Özellikle son yıllarda ve günümüzde verimlilik kavramından bahsedilen her yerde üzerinde durulması gereken en önemli diğer kavram ‘kalite’ olmaktadır. Artan rekabet ortamında devamlılığı ve başarıyı elde etmek isteyen her organizasyon, en verimli şekilde en kaliteli ürünler veya hizmetleri ortaya koymaya çalışmaktadır. Çok sayıda çıktı elde etmek isteyen şirketler, elde ettikleri bu çıktıların aynı zamanda kaliteli olmasını istemektedirler. Kaliteli girdi ve çıktı kullanımı verimliliğin artışına destek sağlayan unsurlardır.

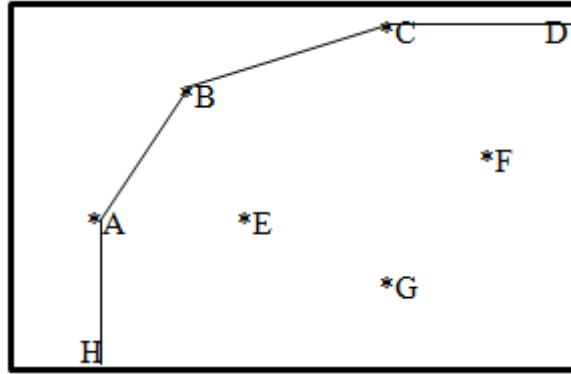
Bir kavram olarak ‘kalite’ farklı bilimlere göre farklı tanımlamalara sahiptir. Bu farklılıklar odaklanılmak istenilen kısma göre değişmektedir. Bütün yaklaşımları özetle kalite, organizasyonların verdiği hizmetler veya organizasyon ürünlerinin, tüketici veya kullanıcı isteklerini ve gereksinimlerini tam olarak karşılaması, ürünlerinde teknik olarak formatlara uygunluğunun ve hatasız olma durumunun incelenmesidir. Ayrıca kalitenin, işlevsellik, yan özellikler, güvenilirlik, uygunluk, dayanıklılık, bakım, estetik, itibar gibi sekiz boyutu bulunmaktadır (Atıkbay, 2001).

3.1.4. Üretim sınırı

Üretim, insanların ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ürün, mal, hizmetlerin sayısını veya sağladığı yararları artırmak için yapılan çalışmalara denmektedir. Elde edilen ürün, sanayi ürünü, hizmet birimlerinden alınan bir hizmet olabileceği gibi hayvanlardan, bitkilerden veya topraktan elde edilen ürünlerde ‘üretim’ olmaktadır.

Mühendislik bilimine göre üretim, birim zamanda sisteme dâhil olan herhangi miktardaki bir girdinin ortaya çıkarmakta muvaffak olacağı en yüksek çıktı miktarına denmektedir. Burada girdi ve çıktı arasında kurulan ilişki ise ‘üretim fonksiyonları’ olarak tanımlanmaktadır (Özok, 2006).

Üretim fonksiyonları ile karar verilen en az girdinin kullanıldığı üretim alanında daha az bir ürün veya maliyet çıkarmak mümkün değildir. Üretim fonksiyonu ile belirlenen ‘sınır’ olası gözlemlerden meydana gelen küme için kullanılmaktadır. Üretim, sınırın altında bulunan kısımlarda gerçekleşmekte fakat sınırın üstüne çıkamamaktadır. Bu sebeplerle analizler yapılırken seçilen herhangi karar verme birimleri (KVB) ait olduğu üretim fonksiyonuna göre üretim sınırı altında kalan miktarına göre ‘görece verimlilik’ derecesi belirlenmektedir (Aydemir, 2002).



Şekil 3. 2. Basit üretim sınırı (Aydemir, 2002)

Şekil3.2’de görüldüğü gibi, üretim fırsatları içerisinde en iyi girdi ve çıktı bileşimini (etkin) sağlayan KVB’leri bir sınır (H-A-B-C-D sınırı) oluşturmaktadır. Üretim sınırı altında KVB’ler bulunmaktadır (etkin olmayan) fakat üretim sınırı dışında KVB rastlamak mümkün olmamaktadır (Aydemir, 2002).

3.1.5. Etkinlik kavramı

Etkinlik, çıktı meydana getirmek için kullanılan kaynakların en uygun şekilde kullanılma derecesini göstermektedir (Lovell,1993).

Etkinlik, girdiler ve çıktılar arasındaki ilişki biçiminde tanımlanabilen; stratejilerin belirlenmesi, etkinlik gelişine destek, kontrol, belirlenen stratejilerin uygulanmasını sağlamak ve yönetime destek olunması gibi amaçlarla ölçülmektedir.

Etkinliğin bulunması, belirli bir sürede ve şekilde kullanılan kaynakların (girdilerin) etkilediği sonuçlar (çıktıları) ile karar birimlerinin önceden belirlediği amaçlarla ve hedeflerle kıyaslanmasıdır. Elde edilen sonuçlar ile karar birimlerinin belirlediği hedefler aynı ise, ilgili karar birimine ‘etkin’, sonuç ve hedefler farklı ise ‘etkin olmayan’ şeklinde ifade edilmektedir. (Kasnakoğlu, 1980).

VZA’nın dikkat ettiği etkinlik “göreceli etkinlik (relative efficiency)” olarak geçmektedir. Bazı kaynaklarda “efficiency” teriminin yerine “verimlilik” kelimesi yer almaktadır; ancak bu çalışmada “etkinlik” şeklinde alınmıştır. Herhangi bir karar biriminin etkinliğinden bahsedebilmemiz için:

- bir veya daha çok girdi bileşiminde herhangi bir artış veya,
- diğer çıktılardan birinde azalma olmadan hiçbir çıktısının daha fazla arttırılamaması veya diğer bir şekilde söylemek gerekirse,
- bir ya da daha fazla çıktıda herhangi bir azalma veya,
- diğer girdilerinden herhangi birinde artış olmadan hiçbir girdisinin daha fazla azaltılamaması gerekmektedir (Gülen, 1994).

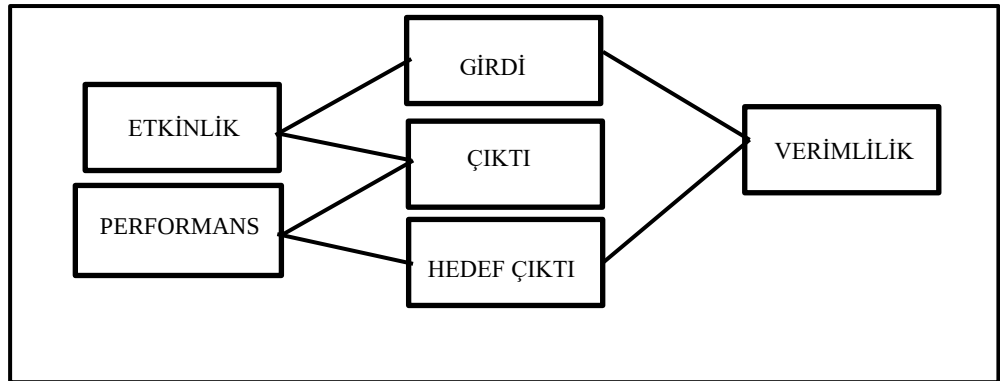
Etkinlik ölçümü organizasyonlara birçok konuda bilgi vermektedir. Bu sayede organizasyonlar, gelecekleri için daha iyi hedefler belirleyebilirler. Etkinlik ölçüm çalışmaları; organizasyon içerisinde bu konular hakkında çalışan insanlar için iyi bir veri kaynağı oluşturabilirler. Organizasyonların ve yönetimin kendilerine daha iyi ve daha uygun hedefler koymalarını sağlaması dışında herkesin birbiri üzerinde ki denetiminin ve sorumluluğunun artmasını sağlamaktadır. Ayrıca etkinlik ölçüm çalışmaları organizasyon dışında da paylaşılarak ya da istenilen hedef kitle etkinliği

hakkında bilgilendirilip güvenilirlik ve bilinirlik artırılabilir. Etkinlik ölçümleri sayesinde organizasyonda nelerin iyi yapıldığı, nelerde eksik kaldığı gibi bilgilere sahip olunabilmektedir. Eksik kısımları görmeyi kolaylaştırdığı için üzerinde çalışılması gereken kısmın bulunmasını kolaylaştırmakta, sorunu daha net bir biçimde görmeyi sağlamaktadır (Atıkbay, 2001).

3.2. Kavramların Karşılaştırılması

Literatür incelendiğinde performans, etkinlik ve verimlilik kavramları arasında bir karmaşıklık olduğu görülmektedir. Ayrıca verimlilik yerine çok sık ‘etkililik (Effectiveness)’ kavramı kullanılmaktadır. Etkililik, organizasyonların amaçlarına ulaşma derecesini gösteren bir kavramdır. Kavramların kullanım şekillerinde farklı bilimsel yaklaşımlara göre değişiklik gösterebilmektedir. Fakat sonuç olarak hepsi performansın birer boyutu olarak görülmektedir (Yükçü ve Atağan, 2009).

Etkinlik, birden çok karar birimi gerektiren göreceli bir kavramken, verimlilik, bir referans noktasına ihtiyaç duymadan sadece bir karar verme birimi için kullanılabilir göreceli olmayan performans boyutudur. Etkinlik ve etkililik kavramı da birbirini yerine çok kullanılan terimlerdir. Ancak etkinlik mevcut kaynakların (girdi) kullanımı ve araçlarla ilgili bir kavramken, etkililik amaçlarla daha doğrusu çıktılarla ilgili bir kavramdır (Akal, 2002). Etkinlik, performans, girdi, çıktı, hedef çıktı ve verimlilik ilişkileri Büyükkılıç (2004) tarafından Şekil 3,1’deki gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Etkinlik, Performans ve Verimlilik ilişkileri (Büyükkılıç, 2004).

3.3. Etkinlik Türleri

Etkinlik ölçümünün kolaylaştırılması ve daha anlaşılır olması için farklı etkinlik türleri belirlenmiştir. Etkinlik türleri ve açıklamaları aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Teknik etkinlik: Koopmans tarafından ilk kez kullanılan ‘teknik etkinlik’, herhangi bir çıktıda meydana gelen artış, en az bir çıktıda azalış gerektiriyor veya en az bir girdide artış gerektiyorsa teknik olarak etkin denilmektedir. Veya herhangi bir girdide meydana gelen azalma, en az bir girdide artış veya en az bir çıktıda azalış gerektiriyorsa, teknik olarak etkin denilmektedir şekilde ifade edilmiştir (Ruggiero, 2000). Yani teknik etkinlik, en az girdi kullanılarak ulaşılmak istenen en yüksek çıktıyı ifade etmektedir. Bu durumda kullanılan girdilerde bir değişiklik yapılmadan çıktılarda artış gerçekleşmiyorsa üretimde israf olmadığını, tüm girdilerin tam olarak kullanıldığı söylenebilmektedir.

Ölçek etkinliği: Ölçek etkinliği, CCR model ile BCC model kullanılarak bulunan teknik etkinlik sonucunun birbirine oranı şeklinde ifade edilir. Ölçek etkinliğinde en uygun ölçüde üretim yapılmasını hedeflemektedir.

Charnes, Cooper ve Rhodes; ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan CCR modelini, daha sonra Banker, Charnes ve Cooper; ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan BCC modelini geliştirmişlerdir. CCR modelde toplam etkinlik skorları; teknik etkinliği ve ölçek etkinliğinin ikisinde yer almaktadır. BCC modeli ise, teknik etkinlik ve ölçek etkinliklerin birbirinden özerk ölçülebilmesine olanak vermektedir. Ayrıca hangi karar birimlerinin teknik olarak etkin olduğunu ve ölçeğe göre getirinin de yönünü belirlemektedir (Köksal,2001).

Ölçeğe göre artan getiri (Increasing Return to Scale), üretim aşamasında kullanılan girdiler aynı oranda artırıldığında, çıktılardaki artış oranının girdilerdeki artış oranından daha fazla olması durumudur.

Ölçeğe göre azalan getiri (Decreasing- Dimishing Return to Scale), üretim aşamasında kullanılan girdiler aynı oranda artırıldığında, çıktılardaki artış oranının girdilerdeki artış oranından daha az olması durumudur.

Ölçeğe göre sabit getiri (Constant Returns to Scale - CRS), KVB'leri optimal olması şartı ile üretim aşamasında kullanılan girdiler sabit tutulurken, girdi bileşiminde meydana gelen değişim oranının çıktı bileşiminde meydana gelen değişim oranı ile aynı oranda olması durumudur.

Ölçeğe göre değişken getiri (Variable Returns to Scale - VRS) ise, üretim sınırında ölçeğe göre artan, azalan ve sabit getirinin hepsinin birlikte kullanılması durumudur (Yıldız, 2006).

Tahsis (Fiyat) etkinliği: Girdi fiyatlarının temel alınarak ve üretim maliyetlerini en aza indirilmesini sağlayacak en uygun kaynakların (girdi) seçilmesidir.

3.4. Etkinlik Ölçüm Yöntemleri

Ölçme işlemi, olayların, süreçlerin veya herhangi bir şeyin nitelik ve nicelik özelliklerinin diğerleri ile karşılaştırılarak ortaya koyulmasına denilmektedir. İfade etmeyi daha kolay hale getirmek amacıyla ölçüm birimleri de kullanılmaktadır. Etkinlik ölçümü iki ana düzeyde gerçekleşmektedir (Atıkbay, 2001). Etkinlik ölçümünün; oran analizi, parametrik yöntemler ve parametresiz yöntemler olmak üzere 3 çeşidi bulunmaktadır.

3.4.1 Oran analizi

Etkinlik ölçümünde en çok kullanılan yöntem oran analizidir. Analizde tek girdi ve tek çıktı kullanılmaktadır. Bu yönleriyle de oran analizinin avantajı, hem en çok kullanılan yöntem hemde en basit yöntem olmasıdır. Ancak oran analizinin basit bir analiz olması bazı sorunlara neden olmaktadır. Etkinlik ile alakalı tek bir boyutun ele alındığı oran analizinde süreçlerin diğer etkinlik boyutları ele alınmamaktadır. Diğer bir sorun, analizin tek boyutlu olmasından dolayı karşılaştırma yapılmasına elverişli olmamasıdır. Karşılaştırma yapabilmek için oran analizi yapıldıktan sonra elde edilen sonuçlar ile organizasyon içerisinde veya organizasyon dışından benzer yapıdaki diğer organizasyon veya şirketlerin verileri ile karşılaştırma yapılabilir. Ayrıca oran analizi sonucu yapısından kaynaklı olarak bazı birimleri olduğundan

daha etkin gösterebilirken, bazı birimleride olduğundan daha az etkin gösterebilmektedir (Yeşilyurt ve Alan, 2003).

3.4.2 Parametrelî yöntemler

Parametrelî yöntemler, bazı durumlarda çok girdi ve çok çıktı bileşenlerinin kullanımı görülebilsede genellikle çok girdi ve tek çıktının kullanıldığı etkinlik ölçüm yöntemleridir.

Parametrelî yöntem ölçümlerinden en çok kullanılanı regresyon analizi olmaktadır. Regresyon analizi bağımlı değişken ve bağımsız değişkenleri arasında sebep-sonuç ilişkisi bulunan matematiksel bir modeldir. Regresyon analizinin amacı, bağımlı ve bağımsız değişkenleri arasında var olan ilişkinin nedenini yapısal olarak ortaya koymaktır.

Regresyon analizi oran analizine kıyasla daha gelişmiş bir analizdir fakat eksik olduğu kısımlar bulunmaktadır. Bu noksanlar aşağıdaki şekilde açıklanabilmektedir,

- Fonksiyon unsurlarının birimleri önemlidir. Çünkü farklı birimler kullanımı söz konusu olmamakta, ortak birim kullanılmaktadır. Regresyon analizinde tek çıktı bileşeni bulunduğu için bütün çıktıların ortak birim kullanılarak tek bir değer alması gerekmektedir.
- Regresyon analizi etkinliğe en yakın değerleri göstermekte fakat bu sonucu ortalama değerler ile yapmaktadır. Bunun sonucu olarak etkin olmayan birimler etkin olarak görülebilmektedir.
- Regresyon analizinde girdi ve çıktıların ağırlıklandırmasının önemi yoktur. Girdi ve çıktı bileşenlerine sabit ağırlıklar verilmesi analizi yapılan birimlerin etkin olmama nedenlerinin çözümünde bulanıklığa sebep olmaktadır (Oruç, 2008).

3.4.3. Parametresiz yöntemler

Parametresiz yöntemler, birçok girdinin ve birçok çıktının kullanılabildiği, analiz yaparken üretim fonksiyonlarında herhangi bir analitik formun aranmadığı diğer yöntemlere göre kullanım alanı oldukça geniş olan yöntemlerdir. Girdi ve çıktı

bileşenlerinde bulunan niteliksel ve niceliksel farklılıkların yoğun olduğu durumlarda daha kolay bir analiz imkânı sunmaktadır.

Doğrusal programlamar kullanarak ölçüm yapan parametresiz yöntemler, etkinlik sınırına olan uzaklığı ölçmektedir. Parametresiz yöntemlerde, birim ölçülerinin bir önemi olmaması, çok sayıda bağımlı veya bağımsız değişken değer kullanılabilmesi gibi avantajlar bulunmaktadır. Parametresiz yöntemlerden en fazla tercih edilen yöntem VZA yöntemidir. (Oruç, 2008). Etkinlik ölçüm yöntemleri özet biçimde Çizelge 3.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.2. Etkinlik ölçme yöntemleri (Karasoy, 2000).

ÖZELLİKLER	YÖNTEMLER		
	ORAN ANALİZİ	PARAMETRELİ YÖNTEMLER	PARAMETRESİZ YÖNTEMLER
ÇÖZÜM TEKNİĞİ	Oranlar	Regresyon	Matematik Programlama
İÇERİK	Tek Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/Çok Çıktı (Çok Boyutlu)
VERİ TEMİN ETME	Basit	Basit (Ölçülecek Birim Analitik Forma Uygun Olmalı)	Detaylı (Kullanılacak Girdi ve Çıktıya Bağlı)
UYGULAMA	Kolay	Kolay	Kolay (Detaylı)
PERFORMANS ÖLÇÜMÜNE UYGUNLUK	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş

4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

4.1. Klasik Veri Zarflama Analizi

Verimlilik kavramı, İkinci Dünya Savaşı'yla beraber önem kazanmıştır. Bugünkü anlamıyla ilk olarak 16. yy'da GeorgiusAgricola tarafından yazılan 'De re Agricola' (1952) adlı kitapta kullanılmıştır (Motroi,2018).

Veri Zarflama Analizi, diğer regresyon mantığındaki analizler gibi merkezi eğilimli bir yapıya göre değil, sınır yaklaşımına dayanan bir yöntemle ölçüm yapmaktadır.

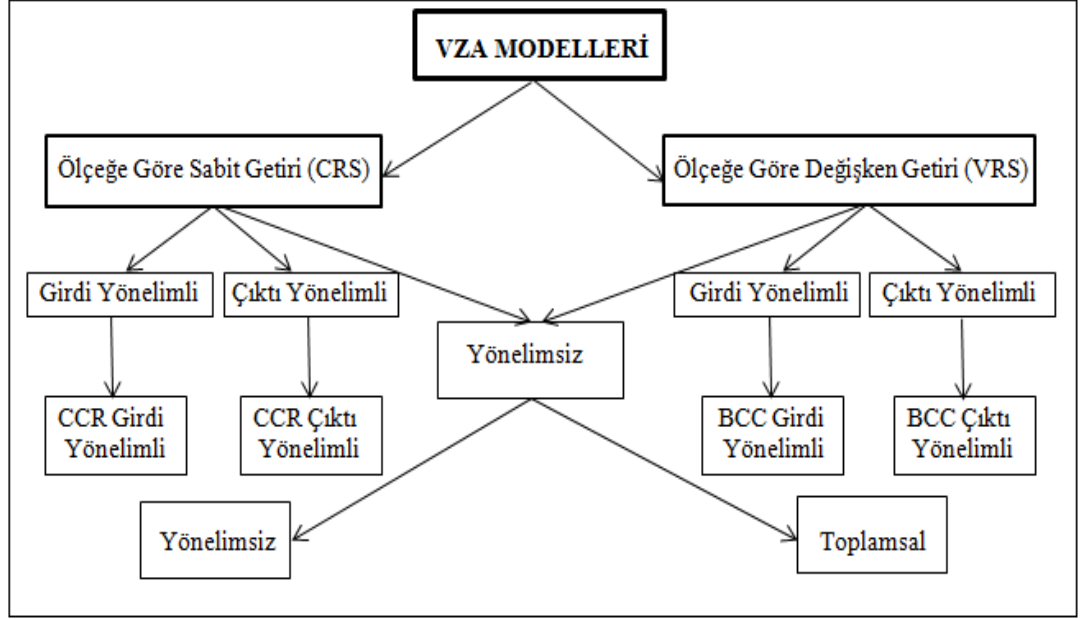
Benzer veya farklı birimlere sahip (Ablai,2015) çok sayıda girdi ve çıktı değişkenlerini kullanabilmektedir. Veri Zarflama Analizi, girdinin çıktıya dönüştürülmesindeki sorumlu birimler (işletme veya ekonomik kuruluşlar) olarak adlandırılan Karar Verme Birimleri (KVB)'nin göreceli etkinliğini (verimliliğini) ölçmek için kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. Doğrusal programlama tabanlı olan yöntem, Charnes ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir (Mirzapour,2014).

VZA, her KVB için bir skor belirlemekte ve bu etkinlik skorunu ağırlıklandırılmış girdi/ ağırlıklandırılmış çıktı ile bulmakta ve sonuç binary özellik (0 ve 1 arasında) göstermektedir. Yöntemin en önemli özelliklerinden birisi, etkin olmayan KVB'lerin seviyesini ve kaynağını tanımlayabilmesidir (Özbek,2007).

4.2. VZA Modelleri

VZA Modelleri, çeşitli varsayımlar (CRS, VRS) ile kısıtlar altında; amaç fonksiyonu maksimizasyonu veya minimizasyonu şeklinde değişmektedir (Sarı,2015). En temel modeller BCC ve CCR modelleridir. Çalışmada bu modellere yer verilmiştir.

VZA modelleri şekil 4.2'de gösterildiği gibi ana olarak CRS ve VRS varsayımları olarak ayrılmaktadır ve girdi, çıktı veya yönelimsiz olma durumlarına göre tekrar kategori edilmektedir.



Şekil 4.1. VZA modelleri (Yeşilyurt,2003)

4.2.1. CCR (Charnes- Cooper- Rhodes) modeli

CCR,1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen, CRS (ölçeğe göre sabit getiri) varsayımı altında karar verme birimlerinin toplam etkinliği ölçen ilk VZA modelidir. Diğer modellerin temelini oluşturmaktadır (Kocakalay,2003).

Zarflama modeline göre girdi odaklı ve çıktı odaklı çözülebilir. İki yöneimde de aynı zarflama düzeyi aynıdır fakat etkin olmayan karar birimlerinin sınır üzerinde farklı izdüşümleri alınmaktadır (Behdioğlu ve Özcan,2009).

4.2.1.1. Girdi odaklı CCR modeli

Temelde en az girdi miktarıyla, en fazla çıktı seviyesini en etkin şekilde elde edecek girdi bileşenini bulmaya odaklanmaktadır. Bu noktada ağırlıkların bilinmesi önemlidir. Çünkü model aynı zamanda girdi bileşeninin ne kadar azaltılması gerektiğini de araştırmaktadır. (Aydemir,2015)

Girdi odaklı CCR modelde etkinlik skoru 1'e eşit ve artıklar sıfır ise karar birimi etkin, etkinlik skoru 1'den küçükse karar birimi etkin değildir.

4.2.1.2. Çıktı odaklı CCR modeli

Sabit girdi seviyesinde elde edilebilecek en fazla çıktıyı elde etmeye odaklanmaktadır. Yani girdi düzeyi değişmeden çıktı bileşenini ne kadar artırılması gerektiğini araştırmaktadır. (Aydemir,2015)

Çıktı odaklı CCR modelde etkinlik skoru 1'e eşit ve artıklar sıfır ise karar birimi etkin, etkinlik skoru 1'den büyükse karar birimi etkin değildir.

Çizelge 4.1. Yöntemlerin Primal ve Dual gösterimleri

Girdiye Yönelik Primal CCR Model	Girdiye Yönelik Dual CCR Model	Çıktı Odaklı Primal BCC Model	Çıktı Odaklı Dual BCC Model
Amaç Fonksiyonu $\text{maks} \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$	Amaç Fonksiyonu $\min z_k = \theta$	Amaç Fonksiyonu $\min \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}$	Amaç Fonksiyonu $\text{maks} z_k = \theta$
Kısıtlar $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$	Kısıtlar $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{ik} - \theta x_{ik} \leq 0$	Kısıtlar $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$	Kısıtlar $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{ik} \leq x_{ik}$
$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$	$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{rk} \geq 0$	$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$	$\theta y_{rk} \leq \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_{jk}$
$j = 1, \dots, n$	$r = 1, \dots, s$	$j = 1, \dots, n$	$i = 1, \dots, m$
$i = 1, \dots, m$	$i = 1, \dots, m$	$i = 1, \dots, m$	$r = 1, \dots, s$
$r = 1, \dots, s$	$j = 1, \dots, s$	$r = 1, \dots, s$	$j = 1, \dots, s$
$u_r, v_i \geq 0$	$\lambda_j \geq 0$	$u_r, v_i \geq 0$	$\lambda_{jk} \geq 0$

Burada kullanılan kısaltmalar;

n= Karar birimi sayısı

s= Çıktı sayısı

m= Girdi sayısı

u_r = k. Karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık

v_i = k. Karar birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık

x_{ij} = j. Karar birimi tarafından kullanılan girdi miktarı

y_{rj} =j. Karar birimi tarafından üretilen çıktı miktarı

$x_{ik} = k$. Karar birimi tarafından kullanılan i. girdi miktarı

$y_{rk} = k$. Karar birimi tarafından kullanılan r. çıktı miktarı; Şeklinde ifade edilmektedir.

4.2.2. BCC (Banker- Charnes- Rhodes) modeli

Banker-Charnes-Rhodes tarafından 1984 yılında geliştirilen VRS (ölçeğe göre değişken getiri) varsayımı altında benzer ölçekteki birimleri birbiriyle kıyaslayarak teknik etkinliği ölçmektedir. CCR'dan türeyen BCC modelini ayıran özellik gözlem altındaki karar birimlerinin konveks zarf tarafından kısıtlanmasıdır. Yani zarflama(dual) formuna $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, j \text{ için } \lambda_j \geq 0$ konvekslik kısıtının eklenmesidir (Kurşun,2016).

4.3. Veri Zarflama Analizi Uygulama Aşamaları

Veri zarflama analizinin daha doğru sonuçlar vermesine ve daha kolay uygulanabilmesine olanak sağlayan uygulama aşamaları oluşturulmuştur. Literatürdeki araştırmalara göre aşamalar aşağıdaki şekilde açıklanmıştır;

4.3.1. Karar verme birimlerinin (KVB) seçilmesi

Veri zarflama analizi yaparken KVB seçimi oldukça önemlidir. Çünkü bu aşamada belirlenen KVB'i sonuçları etkilemektedir ve her zaman analizlerin doğruluğu ilk adıma bağlıdır. KVB seçilirken birimlerin teknik özellik veya yapı olarak birbirlerine benzer seçilmesi gerekmektedir. Ayrıca seçilen birimlerin homojen olması beklenmektedir. Homojen veri demek, verilerin aynı girdi ve çıktı ile etkileşim içinde olması, dışsal etkilerden aynı şekilde etkileniyor olmaları şeklinde açıklanmıştır (Yolalan, 1993). Uygulamaya çok fazla sayıda KVB eklenmesi de çalışmanın homojenliğini azaltan bir unsur olarak görülmektedir. Çalışmada nasıl bir KVB kullanılacağı çalışmanın konusuna ve yapısına bağlıdır.

Çalışmadan anlamlı bir sonuç alınabilmesi için KVB'in sayısı da önemlidir. Bu durum hakkında iki bakış açısı vardır. Bunlar;

- KVB etkinliğin doğru bir şekilde bulunabilmesi için, gerekli karar verme birimi sayısına ‘n’, girdi sayısına ‘m’ ve çıktı sayısına ‘s’ denirse n en az olmak üzere $n=m+s+1$ olmalı veya girdi ve çıktı toplamının en az iki katı olmalıdır ($n=2(m+s)$). Bu en çok kullanılan kuraldır diğeri ise,
- KVB sayısı, girdi (m) ve çıktı (s) sayısının en az üç katı olmalıdır şeklindedir (Küçükşimşek, 2004).

4.3.2. Girdi ve çıktıların seçimi

Girdi ve çıktılar belirlenirken incelenen alana veya sektöre uygun, süreçler ile bağlantılı olmalarına dikkat edilmektedir. Girdi ve çıktılar, araştırmanın konusu için ne kadar zaruri ise sonucun da o kadar gerçeğe yakın olacağı düşünülmektedir.

Araştırılacak konunun girdi ve çıktıları VZA’da karşılaştırmacı olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden gereksiz bir şekilde girdi/çıktı sayısının çok alınması etkin ve etkin olamayan birimlerin bulunmasını zorlaştıracak ve yorumlamayı daha karmaşık hale getirecektir. Buna ilaveten, mühim bir değişkenin modele eklenmemesi veya unutulması da etkinlik üzerinde negatif bir skora neden olacaktır. Girdi ve çıktıların özellikleri;

- Girdiler ve çıktılar birer değer olmalı ve bu değerlerin toplamı pozitif olmalıdır,
- Verimlilik kavramı düşünüldüğünde, analiz için küçük girdi ve büyük çıktı değerleri alınması mantıklıdır,
- Belirlenen girdi ve çıktıların birimlerinin birbirinden bağımsız olmasının bir önemi yoktur,
- Belirlenen girdi ve çıktılar KVB’ni her anlamda temsil edebilecek şekilde olmalıdır (Yürüşen, 2011).

4.3.3. Verilerin toplanması

Verilerin toplanması işlemine karar birimleri ve yapılacak konu ile alakalı girdi çıktı bileşenlerinin bir listesini yaparak başlanması önerilmektedir. Bu bilgilerin konu uzmanları tarafından değerlendirilmesi veya çeşitli ön analizler yapılması

gerekmektedir. Birbiri ile çok ilişkili birimlerden birinin tercih edilmesi veya sonuca etki etmeyen birimlerin çıkarılması gerekmektedir.

Genel olarak kullanılan kaynaklar girdi ve bunun sonucunda ortaya çıkan faydalara ise çıktı denilmektedir. Lakin bazı durumlarda bir bileşen sürecin hem girdisi hem çıktısı olduğu akıllara gelebilmektedir. Bu gibi durumlarda başvurulması gereken yol, bileşenlerin regresyon analizin yapılmasıdır. İlişkisi zayıf olarak çıktığı yere göre konumlandırılmaktadır. Tüm birimler arası kuvvetli bir ilişki çıktığı durumda ise bileşen iptal edilmektedir.

Veriler toplanırken bir bileşenin kabul veya iptal edilmesinde aşağıdaki açıklamalar yardımcı olabilecektir,

- Verilerin çalışma konusunun amaçları, hedefleri ile ilgili olup olmadığını göz önünde bulundurmak,
- Seçilen verilerin kullanım yerlerinin birbirlerinden farklı olup olmadıklarına bakmak,
- Ve en önemlisi toplanan verilerin güvenilir olduğunu belirlemektir. Kullanılan yöntem, algoritma ve kurgu çok iyi olsa bile mevcut veriler güvenilir olmadığı zaman sonuç yanıltıcı olacaktır (Golany ve Roll, 1989).

Verilerin toplanma aşamasının arka planında kalan fakat tüm çalışma için zaruri olan durum öncelikle verilerin güvenilir olmasıdır. Veriler seçilirken güvenilir yerlerden, güvenilir kişilerden alınmalı ve doğru verilere ulaşmak gerekmektedir.

4.3.4. VZA modelin belirlenmesi

Karar verme birimleri, girdi ve çıktı verileri belirlenmesi modelin seçimini kolaylaştıracaktır. Bundan sonra ki aşamada hangi VZA modeli veya modelleri kullanılacağına karar vermek gerekmektedir.

VZA modeli, girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere iki çeşittir. Hangi modelin uygulanacağına, girdilerin veya çıktıların hangisinin kontrol edileceğine göre karar verilmektedir. Değerlerini kontrol edebildiğimiz girdi bileşenleri ise girdiye yönelik bir model, eğer kontrol edebildiğimiz çıktı bileşenleri ise de çıktıya yönelik bir model tercih edilmektedir (Özçelik ve Kandemir, 2017). Girdiye yönelik

model kullanılarak, en fazla çıktıya sahip olabilmek için en uygun girdi değerlerine ulaşmamızı sağlamaktadır. Çıktıya yönelik model kullanılarak ise, belirli olan girdi değerleri ile en fazla ne kadar çıktı bileşeni elde edilebileceği ölçülmektedir. Girdi veya çıktı yönlü olması önemli değilse toplamsal model kullanılmaktadır.

4.3.5. VZA ile görelî etkinliğin ölçümü

Karar birimlerinin, VZA ile görelî etkinliğin ölçümü çıktı bileşenlerinin ağırlıklı toplamının girdi bileşenlerinin ağırlıklı toplamına oranı ile yapılmaktadır (Allen ve Thanassoulis, 2004).

Görelî Etkinlik = Çıktı Toplamı Ağırlıkları / Girdi Toplamı Ağırlıkları

Görelî etkinliğin uygulanması sonucunda karar birimleri 0 ile 1 arasında değer alırlar. Karar birimlerinden tam 1 değerine ulaşanlara etkin denilmektedir. Etkin çıkan karar birimleri etkinlik sınırını ve en iyi gözlem kümesini oluşturmaktadır. Karar birimlerinden 1'den farklı değerlere sahip olanlara ise etkin olmayan denilmektedir. Etkin olmayan karar birimlerinin etkinlikten ne kadar uzaklaştığının ölçüsü, 1 değerini alan etkin karar birimlerinin oluşturduğu etkinlik sınırına uzakları olmaktadır (Yürüşen, 2011).

Karar verme biriminin %100 etkin olduğunu söyleyebilmek için şu durumları sağlaması beklenmektedir (Küçükşimşek, 2004);

- Herhangi bir çıktısı, bir veya birden daha çok girdisinin artırılması ya da öbür çıktılardan bazılarının azaltılması dışında artırılamaz.
- Herhangi bir girdisi, çıktıların bazılarının azaltılması veya öbür girdilerden bazılarının artırılması dışında azaltılamaz.

VZA ile yapılan etkinlik ölçümü, üretim sınırının belirli olduğu varsayımı altında yapılmaktadır. Organizasyon etkinliği, üretim sınırında bulunan birimlerin karşılaştırılması yöntemi ile görelî olarak ölçülmektedir. Bir organizasyonda girdiye kıyasla çıktı miktarının üretim sınırı altında kalma durumu, o birimin ne kadar etkin olmadığının ölçüsüdür. Üretim sınırının doğru bir şekilde belirlenmesi bu bakımdan oldukça önemli görülmektedir (Özden, 2008).

4.3.6. Sonuçların yorumlanması

Etkin veya etkin olmayan bulunan karar birimleri bu aşamada detaylı olarak incelenmektedir. İnceleme yapılırken çalışılan konunun hangi alanda yapıldığı dikkate alınarak bu sektöre ait bilgiler ile etkinlik ve etkin olmama durumu analiz edilmektedir. Analiz edilen durumlar hakkında yorumlamalar yapılmakta veya analiz sonucu bulunan hedefler ile iyileştirme yapılması önerilerinde bulunmaktadır.

4.3.7. Referans kümeleri belirlenmesi

Referans kümesi, görelî etkinlik değeri 1 olarak bulunan yani etkin çıkan karar birimlerinden oluşturulan kümeye denilmektedir (Matthews ve Ismail, 2006). VZA, etkin olmayan karar birimlerini etkinlik sorununu çözebilmek için hâlihazırda görelî etkinlik değerine ulaşmış karar birimlerini kullanmaktadır. VZA ile elde edilen referans kümesi ve bunların ağırlıkları kullanılarak, görelî etkin olmayan bulunan karar birimlerini etkinliğe ulaştıracak hedef değerler bulunmaktadır.

4.3.8. Potansiyel İyileştirme değerleri (PI)

Etkin olmayan KVB'ler, etkin olan KVB'ler ile karşılaştırılır ve en iyi KVB ile benzeşerek 'bileşik (hipotetik) birim' yöntemi oluşturulur. Böylece etkin olmayan KVB'leri etkin duruma getirilmeye çalışılmaktadır. Bileşik birim ile etkin olmayan karar birimleri için etkin olan karar birimlerinden referans kümeleri oluşturulmaktadır. VZA, belirlenen referans kümelerinden faydalanarak etkin olmayan KVB'lerinin etkin olabilmeleri için ulaşılabilir hedefler belirlemektedir. Bu işlemlerin tümüne 'Potansiyel İyileştirme (PI)' adı verilmektedir. Aslında PI, karar birimlerinin girdi ve çıktı bileşenlerine ait değerlerdir (Uzgören ve Şahin,2013).

Soruna tam anlamıyla yaklaşabilmeyi sağlayan VZA'nın kullanılabilir en güzel özelliklerinden biri, etkin bulunmayan karar birimleri için hedef değerler göstererek iyileştirme önerisi sunabilmesidir. Girdi ve çıktı bileşenlerinde gösterilen hedef değerlerin uygulanması ile potansiyel iyileştirme (PI) çalışması yapılmaktadır. PI ile genel bir yorumlama ve değerlendirme yapılabilir. Ancak girdi veya çıktı değişkenlerimizde değiştirilemez durumlar var ise, kısıtlı ise veya üzerinde kontrol sağlanamıyorsa bu aşama kullanılmayabilmektedir (Öner ve Yıldırım, 2015).

Potansiyel iyileştirme yüzdesi şu formülle hesaplanmaktadır:

$$\text{Potansiyel İyileştirme Yüzdesi} = \frac{\text{Hedef Değer} - \text{Gerçekleşen Değer}}{\text{Gerçekleşen Değer}} \times 100$$

Potansiyel iyileştirme çalışması yani etkin olmayan karar birimleri için etkin olmalarını sağlayacak değerlerin bulunması için potansiyel iyileştirme yüzdeleri kullanılır. PI değeri pozitif çıkan bileşen değeri, PI miktarı kadar artırılmalı ve PI değeri negatif çıkan bileşen değeri ise PI miktarı kadar azaltılmaktadır. PI değeri sıfır ise herhangi bir iyileştirme yapmaya gerek olmamaktadır (Özden, 2008).

4.4. Veri Zarflama Analizi Zayıf ve Güçlü Yönleri

Bütün programlama tabanlı analizlerde olduğu gibi VZA içinde zayıf ve güçlü olduğu yönler mevcuttur. VZA'nın güçlü yönlerinden sürekli faydalanırken zayıf yönlerini geliştirilmeye çalışılmaktadır.

VZA'nın bazı güçlü yönleri aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (Atıkbay, 2011).

- Organizasyonların herhangi bölümleri için ortak payda bulunmasına bakmaksızın, birim farklılıklarını önemsenmeksizin çok girdi ve çıktı bileşenleri kullanma olanakları sağlamaktadır.
- Her karar birimi için amaç fonksiyonu ayrı olarak çözerek en optimal sonucu ele almaktadır.
- Etkin ve etkin olmayan karar birimlerinin bulunmasını ayrıca etkin olmayan karar birimlerinin etkin olması için belirlenecek hedeflerin bulunmasını sağlamaktadır.
- Önceki çalışmalar veya önceden yapılmış etkinlik analizleri ile karşılaştırabilmektedir.
- Diğer parametrelilik etkinlik ölçüm analizlerine kıyasla daha esnektir çünkü fonksiyonun analitik yapısı ile varsayıma sahip değildir.
- Değişen çevre koşullarına ve piyasa yapılarına uyumluluk gösterebilmektedir.

VZA'nın bazı zayıf yönleri aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (Küçük, 2007).

- Veri tabanlı bir analiz olduğundan dolayı verilere karşı hassastır. Yanlış veri seçimi veya değeri sonucu direk olarak etkilemektedir.
- VZA sonuçlarına istatistiksel hipotezler uygulanması zordur. Çünkü VZA parameleri olmayan bir yöntemdir.
- Karar birimlerinin homojen seçilmiş olması oldukça önemlidir. Aşırı büyük veya küçük olan değerler analiz tarafından etkin olarak algılanabilmektedir.
- Seçilen girdi ve çıktı bileşenlerinin çalışılacak alan ile yakından ilgili olması sonuçların doğruluğu için oldukça önemlidir.
- Karar birimlerinin herbiri için ayrı hesaplamalar yapılması gerekmekte ve bu durum zaman alabilmektedir.

5. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE BİTKİSEL TARIM ETKİNLİĞİ ÖLÇÜMÜ

5.1. Tarım ve Tarımsal Etkinliğe Genel Bir Bakış

Tarım veya eşanlamlısı olan ziraat, hayvansal ve bitkisel ürünlerin üretilmesi, bunların kalite ve verimlerinin yükseltilmesi, bu ürünlerin uygun koşullarda muhafazası, işlenip değerlendirilmesi ve kıymetlendirmesini konu alan bilim dalına denilmektedir (Wikipedia, 2020). Dünyada ve keza Türkiye’de yıllardır artan nüfus ile birlikte tüketilen tarımsal ürünlerde ciddi anlamda artmıştır. Ancak artan nüfus ve tüketilen gıdaya tam tersi şekilde tarım alanları özellikle son çeyrek yüzyılda azalma göstermiştir. Sanayileşme ve hayat şartlarının değişimi ile kırsaldan kentlere göç süratle yükselişe geçmiştir. Bu durumda köylerin, tarım topraklarının insan gücünden mahrum kalmasına sebep olmuş, tarım ile geçimini sürdüren birçok aileyi zorlamıştır. Genel duruma baktığımızda, bir tarafta sayıları katlanarak artan insan nüfusu varken diğer tarafta ise sınırlı kaynaklara sahip bir yerküre bulunmaktadır. Toprak, hava, su kaynakları, enerji kaynakları, yer altı kaynakları ezcümle bütün doğa kaynakları sınırsızmış gibi düşüncesizce tüketilmektedir. Bu tüketimin sebep olduğu ve olacağı sonuçlar yakın geçmişte daha çok mercek altına alınmaya başlanmıştır. Bütün bunların yaşanmasının sonucu, dünya tarımında devrim olacak ‘tarımsal etkinlik ve verimlilik’ kavramlarını önem kazanmasına ve bu alanda çalışmalar yapılmasına neden olmuştur.

Türkiye 2019 yılı için, 82 milyonu geçen nüfusa ve 51 bin 834 TL Gayri safi yurt içi hasılaya (GSYİH) sahiptir. Tarımsal üretim değeri ise 384.205.063 bin TL’dir (TÜİK, 2020). Üretim bakımından hizmet ve sanayi sektörlerinin katma değerlerinde gerçekleşen artışlar büyümeyi desteklerken, olumsuz şartlar ve hava koşulları yüzünden tarımsal üretim daha düşük seyretmektedir. Bütün sektörler içinde tarımın düzenli bir büyümeye sahip olmaması, GSYİH artışının tersine, GSYİH’nın içinde tarıma ayrılan payın giderek azalması Türkiye’de tarımsal etkinliğin araştırılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Bilişik, 2015).

5.1.1. Tarımda etkinliği etkileyen faktörler

İklim değışikliği, tarımda sürdürülebilirlik, yetersiz beslenen insanların yanında tüketimi fazla yaparak israfa neden olan insanların artışı, doğal kaynaklardaki azalış gibi durumlar tarımda verimlilik konusunun önemli kılmaktadır.

Çelik (2000)'e göre, tarım alanında verimlilik; sulama, gübre, ilaç, işgücü, tohumluk, toprak kullanımı, mekanizasyon gibi etmenlerin haricinde taşıma, depolama, pazarlama, fiyatlandırma, vergi, destek, sosyal yapı, araştırma imkânları, toprak yapısı ve iklim durumu ile de yakından ilişkilidir. Ayrıca tarımda birçok bileşenin ve birbiri ile ilişkili durumun olması etkinlik ölçümünü zorlaştırmaktadır.

Yapılan araştırmalar ve literatür taramaları sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda tarımda etkinliği etkileyen birkaç faktör açıklanmıştır. Bunlar;

Tohum: Tarımda verimliliği etkileyecek, su, gübre ve kullanılan mekanizasyonun yararını daha da artıracak, hastalık veya zararlı durumlara karşı bitkiyi ayakta tutabilecek en başlıca girdi tohum olmaktadır. Kalitesi ve genetiği iyi olan bir tohumun verimi direkt %20-25 artırdığı söylenmektedir (Çelik, 2000).

Kimyasal Girdi Kullanımı (Gübre): Tarımsal verimliliği etkileyen en önemli girdilerden biri olan gübre, toprağın yapısını onarıp iyileştirmeyi ve insan sağlığı için daha iyi bir duruma getirilmesini sağlamaktadır. Toprakta daha fazla verim alabilmek için toprakta azalan mineral ve yararlı bileşimleri toprağa geri kazandırmak gerekmektedir. Araştırmalara göre kimyasal girdi kullanımı tarımsal verimlilikte %50 oranında bir artış sağlamaktadır (Oruç ve Gürler, 1995; Kaplan vd.,2000).

Mekanizasyon Kullanımı: Tarımsal mekanizasyon, insan gücünün ikamesi olarak verimliliği artırmak için kullanılan her türlü alet, araç ve gereçlerin sağlanmasıdır. Tarımsal mekanizasyon kullanımı teknik ve ekonomik yapıyla orantılı olmaktadır. Çünkü diğer bileşenlere nazaran daha pahalı bir girdi olmaktadır. Teknolojik gelişmeler sayesinde Türkiye'de tarım makinaları gelişmekte fakat tam olarak istenilen düzeye ulaşmamaktadır (Bayramoğlu, 2010).

Ekilebilir tarım alanı: Tarımsal üretimi ve verimliliği artırmanın en kolay yolu ekilen tarım arazilerinin alanını genişletmek olmaktadır. Burada karşımıza çıkan engel tarım alanlarının en son düzeyde kullanılıyor olmasıdır. Tarım alanlarının küçük ve parçalı olması da verimliliği olumsuz etkileyen etmenlerdir Gün geçtikçe birçok sebepten dolayı tarım alanları azalmaktadır (Bayramoğlu, 2010). Türkiye tarım alanı 2010 yılında yaklaşık 24 milyon iken 2017 yılında yaklaşık 23 milyona gerilediği görülmektedir. Bu alanında bir kısmını nadasa ayrılan alan oluşturmaktadır (Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, 2014).

Sulama Olanakları: Tarımsal ürün elde etmede en önemli etmenlerden biri sudur. Su olmayan yerde tarım neredeyse imkânsız hale gelmektedir. Bu bakımdan direk olarak tarımsal verimliliği etkilemektedir. Yağış şeklinde toprağa inen suyun buharlaşma ve terleme olayları ile tekrar havaya dönmesine su döngüsü denilmektedir. Bitkiler bu döngüyü sağlayarak topraktaki su ile birlikte yararlı öge ve mineralleri yapılarına katmaktadırlar. Bu su ihtiyacı her zaman yağışlarla sağlamamaktadır ve bu durumda sulama elzem olmaktadır. Türkiye’de 8,7 milyon hektar alanın 4,7 milyonluk kısmı sulanmaktadır (Bayramoğlu, 2010).

Mücadele ilaçları: Tarımsal mücadele ve doğru ilaçlama ile tarım ürünleri garanti altına alınmaktadır. Tarımsal ilaçlar olmadığında ürünlerde hastalık, böceklenme, zararlı diğer otların oluşması gibi istenmeyen durumlar verimi düşürmektedir. Bu durumların ise üretimi yaklaşık %35 düşürdüğü söylenmektedir. Bu oran daha kötü senaryolarda, olumsuz bazı şartların birleşmesinde ürünün tümünün kaybına kadar gitmektedir. İlaveten bu durumlarda ürün kaybı olmasa bile ürünün kalitesinde ciddi anlamda bir düşüş izlenebilmektedir. Tarımsal mücadele denildiğinde, kimyasal, fiziksel ve biyolojik mücadele, kültürel olarak alınan önlemler, öngöründe bulunmak, erken teşhis etmek, karantinaya almak gibi önemleri içermektedir (Çelik, 2000).

Tarımsal kredi ve tarımsal destekler: Verilen tarımsal krediler ve yapılan tarımsal desteklemeler ile hem çiftçi desteklenme hem de amaca yönelik olarak tarımsal verimlilik artırılabilir. Fiyat olarak iyileştirme ve destekleme haricinde çiftçiye sağlanan ucuz girdilerde bu gruba girmektedir (Çelik, 2000).

Küresel gelişmeler ve teknoloji: Artan sanayileşme ve gelişen teknolojik olanakların kullanımı ile tarımsal verimlilik önemli ölçüde artırılabilir. Bunun için akıllı tarım uygulamalarına ağırlık verilmeli, veri sistemleri düzenlenmeli ve ulaşımı kolaylaştırılmalıdır. Artan rekabet ile başa çıkabilmek, tarımsal alanda da sürecin izlenebilmesi, hızlı bir şekilde destek veya karşı konulması ayrıca sonuçların daha çabuk değerlendirilebilmesine bağlantılıdır (Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, 2014).

5.1.2. Bitkisel üretim

Bitkisel üretim, insanın tükettiği gıdanın ana maddesi olan tahıllar, sebzeler, meyveler gibi ürünlerin üretimine denilmektedir. Bitkisel üretim içinde en önemli oranı ‘tarla bitkileri’ oluşturmaktadır. Türkiye’nin birçok bölgesinde üretimi yapılabilmektedir. İnsan beslenmesi ve hayvan beslenmesi (yemlik) haricinde sanayide de ham madde sağlaması açısından oldukça önemlidir. Fakat Anadolu geleneksel üretimi olan tahılların, ekim alanlarının giderek azaldığı görülmektedir. Bitkisel üretim miktarları olarak bakıldığında en fazla üretim tahıllardadır. Daha sonra yem bitkileri, yumru bitkiler, baklagiller olarak devam etmektedir (Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, 2014).

Bitkisel üretim değeri olarak bakıldığında ise en önemli üretim meyvelerdir. Meyve üretiminde odaklanılması gereken kısım ise üretimin değil üretimden sonra ki aşamalar olan kalite, ürün temin etmede var olan sıkıntılar ve hasat süresinin kısa oluşu yer almaktadır. Bitkisel üretim çeşitleri, tarla bitkileri ve meyve üretimi dışında, sebze üretimi, örtü altı üretimi, çiçekçilik ve süs bitkileri içermektedir (Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, 2014).

5.2. Veri Zarflama Analizi Uygulaması

5.2.1. Uygulamanın amacı ve yöntemi

Uygulamanın amacı, VZA Yöntemi kullanılarak, ülkemizdeki bitkisel üretim değerlerinde iyi durumda olan illerin göreceli etkinliklerini ölçmek ve etkin olmayan çıkan illerin etkinlik hedeflerini belirlemektir. Ayrıca etkin olmayan çıkan birimlerin

VZA yönteminin belirlediği hedefler ile etkinliğe ulaşp ulaşmadıklarını teyit etmektir. Günümüz etkinliğini görebilmek ve yorumlayabilmek için güncel olan 2019 yılı verileri kullanılmıştır. Ayrıca bu çalışma sayesinde tarımsal verimlilik konusuna dikkat çekilmek istenmiş, önerilerde bulunularak ileri ki çalışmalara ışık tutması istenmiştir.

5.2.2. Uygulama için karar birimlerinin seçimi

Uygulama için karar birimleri seçilirken Türkiye'nin tarımsal yapısı göz önünde bulundurulmuştur. TÜİK 'bitkisel üretim değeri (bin TL)' raporu çekilerek bu rapora göre değerleri yüksek çıkan illerden 20 tanesi karar verme birimi (KVB) olarak seçilmiştir. İllerin kendilerinin ve diğer iller ile göreceli etkinliğini ölçerken, sonuçların daha doğru ve homojen olması için Türkiye'deki 81 ilin değil, tarımsal üretim değerleri birbirine en yakın ve en iyi değerlere sahip illerin verileri alınmıştır. Fakat uygulama içinde verilen çizelgelerdeki KVB'lerin sıralama olarak bir önemi yoktur.

KVB sayısının 20 olması (n) ayrıca dört adet girdi (m) ve iki adet çıktı (s) kullanılmasından $n=(m+s+1)$ ve $n=2(m+s)$ kuralına uymaktadır (Küçükşimşek, 2004). Seçilen KVB Çizelge 5.1.'de görüldüğü gibidir. Her il için KVB1'den KVB20'ye kadar kısaltma ve numaralandırma yapılmıştır.

Çizelge 5.1. Karar verme birimleri listesi

KVB	İL	KVB	İL
KVB1	Antalya	KVB11	Aydın
KVB2	Konya	KVB12	Samsun
KVB3	Mersin	KVB13	Denizli
KVB4	Adana	KVB14	Çanakkale
KVB5	Şanlıurfa	KVB15	Muğla
KVB6	İzmir	KVB16	Diyarbakır
KVB7	Bursa	KVB17	Niğde
KVB8	Hatay	KVB18	Ordu
KVB9	Manisa	KVB19	Balıkesir
KVB10	Ankara	KVB20	Karaman

5.2.3. Uygulama için girdi ve çıktıların belirlenmesi

Uygulamanın girdi ve çıktıları belirlenirken çalışmanın konusu dikkate alınmış ayrıca literatürde bu konuda yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu amaçla literatürde

tarımsal verimliliği etkileyen faktörler incelenmiş, bilirkişilerden fikir alınmıştır. Tarımsal verimliliği etkileyen faktörler konusuna çalışmanın metodoloji bölümünde daha kapsamlı olarak yer verilmiştir. Bu başlık altında ise, seçtiğimiz girdi ve çıktı bileşenlerinin neler olduğu ve neden seçildiği üzerinde durulmuştur. Uygulamada 4 adet girdi ve 2 adet çıktı olmak üzere 6 bileşen kullanılmıştır. Girdiler, ‘işlenen tarım alanı’, ‘tarımsal mekanizasyon’, ‘tarımsal sulamada kullanılan enerji’ ve ‘illerin gübre tüketimi’ miktarlardır. Çıktılar ise, ‘sebze meyve üretimi’ ve ‘tahıl ve diğer bitkisel üretim’ miktarlarıdır.

Bileşenlerden işlenen tarım alanı girdisinin birimi ‘hektar’, tarımsal mekanizasyon girdisinin birimi ‘adet’, tarımsal sulamada kullanılan enerji girdisinin birimi ‘MWH’ olarak alınmıştır. Gübre tüketimi, sebze meyve üretimi, tahıl ve diğer bitkisel üretim bileşenlerinin birimi ise ‘ton’ olarak alınmıştır.

5.2.4. Güvenilir verilerin toplanması

Veriler toplanırken konu ile ilişkisi net bir şekilde belirli olan, birbirlerinde yerine kullanılamayan ve en önemlisi güvenilir verileri toplamak gerekmektedir. Bu nedenle verilerin elde edilmesinde TÜİK tarım raporlarından faydalanılmıştır. TÜİK’den elde edilemeyen iller bazında ‘gübre tüketimi’ verisine Tarım ve Orman Bakanlığı’ndan ulaşılmıştır. Kullanılan veriler;

1. İşlenen tarım alanı: Ülkemizde işlenen tarım alanı dahil toplam tarım alanında giderek azalma görülmektedir. Toplam tarım alanı 2019 yılında yaklaşık 38 milyon hektar iken, işlenen tarım alanı 19,6 milyon hektardır (TÜİK, 2019). Çizelge 5.2.’de görüldüğü üzere Türkiye’ de işlenen tarım alanı en yüksek il 1,82 milyon hektar ile Konya olurken, en düşük il 24,9 bin hektar ile Ordu olmuştur.

Çizelge 5. 2. İşlenen tarım alanı verileri (TÜİK, 2019).

İŞLENEN TARIM ALANI (2019)			
KVB	HEKTAR	KVB	HEKTAR
Antalya	281.993	Aydın	136.230
Konya	1.820.271	Samsun	254.450
Mersin	186.071	Denizli	267.730
Adana	398.128	Çanakkale	234.566
Şanlıurfa	912.439	Muğla	105.641
İzmir	174.819	Diyarbakır	531.641
Bursa	206.824	Niğde	243.091
Hatay	128.817	Ordu	24.856
Manisa	275.691	Balıkesir	292.589
Ankara	1.123.000	Karaman	293.229

2. Tarımsal mekanizasyon: Tarımsal mekanizasyon, eski zamanlarda daha ilkel olan fakat günümüzde teknoloji ile sürekli gelişen tarımsal araç ve gereçlerdir. Tarımın her alanında kullanılan tarımsal mekanizasyon özellikle uygulamanın diğer bileşenlerinin kullanımını verimliliğini etkilemesi açısından da oldukça önemlidir. Verimlilik üzerinde etkisi bariz olduğundan dolayı uygulamanın girdisi olarak seçilmiştir. Tarımsal mekanizasyon geliştikçe tarımın gelişmesi yanında, tarım verimliliği artıkça ve tarım geliştikçe de tarımsal mekanizasyona ihtiyaç artacağından tarımsal mekanizasyon artacaktır (Çelik, 2000). Çizelge 5.3.'de görüldüğü üzere Türkiye' de tarımsal mekanizasyon girdisi en yüksek il 287058 adetile Konya olurken, en düşük il 7587 adet ile Ordu olmuştur.

Çizelge 5. 3. Tarımsal mekanizasyon verileri (TÜİK, 2019)

TARIMSAL MEKANİZASYON (2019)			
KVB	ADET	KVB	ADET
Antalya	139676	Aydın	119929
Konya	287058	Samsun	114708
Mersin	90109	Denizli	102673
Adana	95455	Çanakkale	95200
Şanlıurfa	74120	Muğla	97632
İzmir	170273	Diyarbakır	42130
Bursa	163204	Niğde	63001
Hatay	63780	Ordu	7587
Manisa	227038	Balıkesir	123692
Ankara	135179	Karaman	55903

3. Tarımsal sulamada kullanılan enerji: Türkiye’de kullanılabilir su potansiyeli, yıllık olarak ortalama 112 milyar m³’dür. Kullanılabilir su potansiyelinin %12’si sanayi sektöründe, %16’sı insanların evsal tüketiminde ve %72’si tarım sektöründe sulama yapmak için kullanılmaktadır. Yani dünyada en çok su tarım sektöründe kullanılmaktadır. Tarımda kullanılan sulamanın, %40 yüzeysel sulama, %90 damlama sulama, %70 ise yağmur suladır.

Ülkemizde tarımsal sulama en büyük oranda DSİ olmak üzere, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM), belediye ve kooperatifler gibi başka kuruluşlar ve halkın kendisi tarafından yapılmaktadır.

Tarımsal sulama girdisi bulmak tarımsal etkinliği ölçmek için oldukça önemlidir. Bu sebeple araştırmalar sonucunda tarımsal sulama değerlerine il bazında ulaşılamamış fakat TÜİK’de bulunan tarımsal sulamada kullanılan enerji miktarları girdi olarak seçilmiştir. Bu girdi seçilirken, tarımsal sulamada kullanılan enerji ile tarımsal sulama gerektiren miktarın paralellik gösterdiği göz önüne alınmıştır. Çizelge 5.4.’de görüldüğü üzere Türkiye’ de tarımsal sulamada kullanılan enerji girdisi en yüksek il 1.911,646 MWh ile Şanlıurfa olurken, en düşük il 223 MWh ile Ordu olmuştur.

Çizelge 5. 4. Tarımsal sulamada kullanılan enerji verileri (TÜİK, 2019)

TARIMSAL SULAMADA KULLANILAN ENERJİ (2019)			
KVB	MWh	KVB	MWh
Antalya	177316	Aydın	72741
Konya	1301531	Samsun	35867
Mersin	180388	Denizli	72940
Adana	138606	Çanakkale	36148
Şanlıurfa	1911646	Muğla	42294
İzmir	398288	Diyarbakır	433438
Bursa	82159	Niğde	163216
Hatay	205913	Ordu	223
Manisa	313876	Balıkesir	41329
Ankara	157408	Karaman	223849

4. Kimyasal Gübre tüketimi: Bilimsel araştırmalar göstermiştir ki gübre kullanımı, tarımda verimliliği artırmada yarı yarıya etkilidir (Oruç ve Gürler, 1995).

Topraktan en yüksek verimliliğe ulaşabilmek için, topraktan zamanla azalan bitkilerin beslendiği besinleri toprağa geri vermek gerekmektedir. Toprak analizi yapıldıktan sonra çıkan sonuçlar doğrultusunda yetiştirilecek bitkinin türüne ve yetiştirileceği bölge şartlarına uygun gübre seçimleri yapılmaktadır. Çizelge 5.5.'de görüldüğü üzere Türkiye’ de kimyasal gübre tüketim girdisi en yüksek il 503277,4 ton ile Konya olurken, en düşük il 45124,7 ton ile Muğla olmuştur.

Çizelge 5. 5. Kimyasal gübre tüketim verileri (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019)

KİMYASAL GÜBRE TÜKETİM (2019)			
KVB	TON	KVB	TON
Antalya	121986	Aydın	103027,1
Konya	503277,4	Samsun	131360
Mersin	87812,3	Denizli	97335,9
Adana	353807,7	Çanakkale	70907,7
Şanlıurfa	477130,7	Muğla	45124,7
İzmir	143418,5	Diyarbakır	256566,7
Bursa	92280,5	Niğde	109786,5
Hatay	119345,9	Ordu	61934,7
Manisa	138289,8	Balıkesir	121705,6
Ankara	206254,9	Karaman	69770,1

Tarımsal üretim ve elde edilen tarımsal ürünler, tüm dünya insanları için oldukça zaruridir. İnsan hayatında büyük bir öneme sahip olan sebze meyve ürünleri ise tarımsal üretimde en büyük paya sahiptir. Üretime elverişli, verimli toprakların bulunması yanında farklı iklimsel özellikleri olan bölgelere sahip olması bakımından Türkiye iyi şartlarda tarımsal üretim yapabilen ülkelerdendir.

5. Sebze meyve üretimi: Dünyada sebze üretiminde Türkiye 4. sırada bulunmaktadır ve 2017 yılında 30.869.967 ton sebze üretimi ile dünya sebze üretiminde %2,82 paya sahip olmuştur. Dünyada meyve üretiminde ise Türkiye’nin 5. Sırada bulunduğu görülmektedir. 2017 yılında 23.154.393 ton meyve üretimi ile dünya meyve üretiminde payı %2,68’dir (Bayramoğlu vd., 2019). Çizelge 5.6’da görüldüğü üzere Türkiye’ de sebze meyve üretimi en yüksek il 3.917.418 ton ile Antalya olurken, en düşük il 347 ton ile Karaman olmuştur.

Çizelge 5. 6. Sebze meyve üretimi verileri (TÜİK, 2019)

SEBZE MEYVE ÜRETİMİ (2019)			
KVB	TON	KVB	TON
Antalya	3.917.418	Aydın	62.670
Konya	10.231	Samsun	29.550
Mersin	1.637.065	Denizli	34.941
Adana	1.046.556	Çanakkale	8.518
Şanlıurfa	15.134	Muğla	694.137
İzmir	163.594	Diyarbakır	6.454
Bursa	12.541	Niğde	*
Hatay	52.499	Ordu	2.194
Manisa	52.701	Balıkesir	9.208
Ankara	4.989	Karaman	347

*: Bu ilde kayıt altında olan bir üretim yoktur.

6. Tahıl ve diğer bitkisel üretim: Dünyada genel olarak bitkisel üretimin ana kaynağını tahıllar oluşturmaktadır. Tahıl üretiminin ise, en çok insan beslenmesi, daha sonra hayvan yemi ve geri kalanda endüstri alanında kullanılmaktadır (Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, 2014). Çizelge 5.7’de görüldüğü üzere Türkiye’ de tahıl ve diğer bitkisel üretimi en yüksek il 15.641.522 ton ile Antalya olurken, en düşük il 46.095 ton ile Ordu olmuştur.

Çizelge 5. 7. Tahıl ve diğer bitkisel üretim verileri (TÜİK, 2019).

TAHIL VE DİĞER BİTKİSEL ÜRETİM (2019)			
KVB	TON	KVB	TON
Antalya	1.133.785	Aydın	3.309.190
Konya	15.641.522	Samsun	1.995.946
Mersin	580.273	Denizli	2.448.196
Adana	2.550.927	Çanakkale	2.802.597
Şanlıurfa	3.533.190	Muğla	1.462.898
İzmir	4.488.633	Diyarbakır	1.911.728
Bursa	2.385.819	Niğde	1.864.151
Hatay	785.700	Ordu	46.095
Manisa	1.751.602	Balıkesir	3.484.518
Ankara	3.189.228	Karaman	2.009.196

5.2.5. Kullanılacak VZA yöntemi ve modelin kurulması

Çalışmanın uygulama kısmında VZA’nın iki farklı modeli kullanılmıştır. Modeller, CRS varsayımına dayanarak etkinlik ölçümü yapan CCR’nin girdi ve çıktı odaklı iki

modeli ile VRS varsayımına dayanarak etkinlik ölçümü yapan BCC'nin girdi ve çıktı odaklı iki modelidir. Düzenlenen modeller ile illerin tarımsal göreceli etkinlikleri yapılarak, etkin ve etkin olmayan illere ulaşılmıştır. İlaveten etkin olmayan iller için etkin olmama sebepleri ve hangi girdi veya çıktı değerlerinde nasıl bir değişikliğe gidilmesinin iyi olacağı belirlenmiştir.

VZA doğrusal programlama tabanlı bir analiz olduğu için modellerin çözümünde matematiksel programlardan GAMS paket programı kullanılarak çözüme ulaşılmıştır.

CCR girdiye yönelik matematiksel model örneği,

Modellerin yazımında kullanılan, $v_1, v_2, \dots, v_{20}$ ifadeleri Çizelge 5. 1.'de gösterilen KVB1, KVB2, ..., KVB20 ifadelerinin kısaltılmış şekli olan KVB'leridir. Girdi1, Girdi2, Girdi3, Girdi4 ifadeleri sırasıyla, Çizelge 5.2., Çizelge 5.3., Çizelge 5.4. ve Çizelge 5.5.'de gösterilen girdileri ve Çıktı1, Çıktı2 ifadeleri Çizelge 5.6. ve Çizelge 5.7.'de gösterilen çıktıları ifade etmektedir.

Amaç fonksiyonu: $\min \theta$

$$\text{Girdi1.}(281993*v_1)+(1820271*v_2)+(186071*v_3)+(398128*v_4)+(912439*v_5)+(174.819*v_6)+(206824*v_7)+(128817*v_8)+(275691*v_9)+(1123000*v_{10})+(136230*v_{11})+(254450*v_{12})+(267730*v_{13})+(234566*v_{14})+(105641*v_{15})+(531.641*v_{16})+(243091*v_{17})+(24856*v_{18})+(292.589*v_{19})+(293229*v_{20})=l=\theta$$

$$\text{Girdi2.}(139676*v_1)+(287058*v_2)+(90109*v_3)+(95455*v_4)+(74120*v_5)+(170273*v_6)+(163204*v_7)+(63780*v_8)+(227038*v_9)+(135179*v_{10})+(119929*v_{11})+(114708*v_{12})+(102673*v_{13})+(95200*v_{14})+(97632*v_{15})+(42130*v_{16})+(63001*v_{17})+(7587*v_{18})+(123692*v_{19})+(55903*v_{20})=l=\theta$$

$$\text{Girdi3.}(177316*v_1)+(1301531*v_2)+(180388*v_3)+(138606*v_4)+(1911646*v_5)+(398288*v_6)+(82159*v_7)+(205913*v_8)+(313876*v_9)+(157408*v_{10})+(72741*v_{11})+(35867*v_{12})+(72940*v_{13})+(36148*v_{14})+(42294*v_{15})+(433438*v_{16})+(163216*v_{17})+(223*v_{18})+(41329*v_{19})+(223849*v_{20})=l=\theta$$

$$\begin{aligned} & \text{Girdi4.}(121986*v_1)+(503277.4*v_2)+(87812.3*v_3)+(353807.7*v_4)+(477130.7*v_5)+ \\ & (143418.5*v_6)+(92280.5*v_7)+(119345.9*v_8)+(138289.8*v_9)+(206254.9*v_{10})+(103 \\ & 027.1*v_{11})+(131360*v_{12})+(97335.9*v_{13})+(70907.7*v_{14})+(45124.7*v_{15})+(256566 \\ & .7*v_{16})+(109786.5*v_{17})+(61934.7*v_{18})+(121705.6*v_{19})+(69770.1*v_{20}) \\ & =l=\text{Theta}^* \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Çıktı1.}(3917418*v_1)+(10231*v_2)+(1637065*v_3)+(1046556*v_4)+(15134*v_5)+(1635 \\ & 94*v_6)+(12541*v_7)+(52499*v_8)+(52701*v_9)+(4989*v_{10})+(62670*v_{11})+(29550*v \\ & 12)+(34941*v_{13})+(8518*v_{14})+(694137*v_{15})+(6454*v_{16})+(*v_{17})+(2194*v_{18})+(92 \\ & 08*v_{19})+(347*v_{20})=g= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Çıktı2.}(1133785*v_1)+(15641522*v_2)+(580273*v_3)+(2550927*v_4)+(3533190*v_5)+(\\ & 4488633*v_6)+(2385819*v_7)+(785700*v_8)+(1751602*v_9)+(3189228*v_{10})+(330919 \\ & 0*v_{11})+(1995946*v_{12})+(2448196*v_{13})+(2802597*v_{14})+(1462898*v_{15})+(1911728 \\ & *v_{16})+(1864151*v_{17})+(46095*v_{18})+(3484518*v_{19})+(2009196*v_{20})=g= \end{aligned}$$

Birinci karar verme birimi ve birinci girdi kullanılarak oluşturulan model örneği:

$$\begin{aligned} & (281993*v_1)+(1820271*v_2)+(186071*v_3)+(398128*v_4)+(912439*v_5)+(174.819*v_6 \\ &)+(206824*v_7)+(128817*v_8)+(275691*v_9)+(1123000*v_{10})+(136230*v_{11})+(25445 \\ & 0*v_{12})+(267730*v_{13})+(234566*v_{14})+(105641*v_{15})+(531.641*v_{16})+(243091*v_{17}) \\ & +(24856*v_{18})+(292.589*v_{19})+(293229*v_{20})=l=\text{Theta}^*281993 \end{aligned}$$

İkinci karar verme birimi ve birinci çıktı kullanılarak oluşturulan model örneği:

$$\begin{aligned} & (3917418*v_1)+(10231*v_2)+(1637065*v_3)+(1046556*v_4)+(15134*v_5)+(163594*v_6 \\ &)+(12541*v_7)+(52499*v_8)+(52701*v_9)+(4989*v_{10})+(62670*v_{11})+(29550*v_{12})+(3 \\ & 4941*v_{13})+(8518*v_{14})+(694137*v_{15})+(6454*v_{16})+(*v_{17})+(2194*v_{18})+(9208*v_{19}) \\ &)+(347*v_{20})=g=10231 \end{aligned}$$

CCR çıktıya yönelik matematiksel model örneği;

Amaç fonksiyonu: $\max \theta$

$$\begin{aligned} & \text{Girdi1.}(281993*v_1)+(1820271*v_2)+(186071*v_3)+(398128*v_4)+(912439*v_5)+(174. \\ & 819*v_6)+(206824*v_7)+(128817*v_8)+(275691*v_9)+(1123000*v_{10})+(136230*v_{11})+ \end{aligned}$$

$$(254450*v_{12})+(267730*v_{13})+(234566*v_{14})+(105641*v_{15})+(531.641*v_{16})+(243091*v_{17})+(24856*v_{18})+(292.589*v_{19})+(293229*v_{20})=l=$$

$$\begin{aligned} \text{Girdi2.} & (139676*v_1)+(287058*v_2)+(90109*v_3)+(95455*v_4)+(74120*v_5)+(170273*v_6) \\ & +(163204*v_7)+(63780*v_8)+(227038*v_9)+(135179*v_{10})+(119929*v_{11})+(114708*v_{12}) \\ & +(102673*v_{13})+(95200*v_{14})+(97632*v_{15})+(42130*v_{16})+(63001*v_{17}) \\ & +(7587*v_{18})+(123692*v_{19})+(55903*v_{20})=l= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gidi3.} & (177316*v_1)+(1301531*v_2)+(180388*v_3)+(138606*v_4)+(1911646*v_5)+(398288*v_6) \\ & +(82159*v_7)+(205913*v_8)+(313876*v_9)+(157408*v_{10})+(72741*v_{11})+(35867*v_{12}) \\ & +(72940*v_{13})+(36148*v_{14})+(42294*v_{15})+(433438*v_{16})+(163216*v_{17})+(223*v_{18}) \\ & +(41329*v_{19})+(223849*v_{20})=l= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Girdi4.} & (121986*v_1)+(503277.4*v_2)+(87812.3*v_3)+(353807.7*v_4)+(477130.7*v_5) \\ & +(143418.5*v_6)+(92280.5*v_7)+(119345.9*v_8)+(138289.8*v_9)+(206254.9*v_{10})+(103027.1*v_{11}) \\ & +(131360*v_{12})+(97335.9*v_{13})+(70907.7*v_{14})+(45124.7*v_{15})+(256566.7*v_{16}) \\ & +(109786.5*v_{17})+(61934.7*v_{18})+(121705.6*v_{19})+(69770.1*v_{20})=l= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Çıktı1.} & (3917418*v_1)+(10231*v_2)+(1637065*v_3)+(1046556*v_4)+(15134*v_5)+(163594*v_6) \\ & +(12541*v_7)+(52499*v_8)+(52701*v_9)+(4989*v_{10})+(62670*v_{11})+(29550*v_{12}) \\ & +(34941*v_{13})+(8518*v_{14})+(694137*v_{15})+(6454*v_{16})+(*v_{17})+(2194*v_{18})+(9208*v_{19}) \\ & +(347*v_{20})=g= \text{Theta}^* \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Çıktı2.} & (1133785*v_1)+(15641522*v_2)+(580273*v_3)+(2550927*v_4)+(3533190*v_5) \\ & +(4488633*v_6)+(2385819*v_7)+(785700*v_8)+(1751602*v_9)+(3189228*v_{10})+(3309190*v_{11}) \\ & +(1995946*v_{12})+(2448196*v_{13})+(2802597*v_{14})+(1462898*v_{15})+(1911728*v_{16}) \\ & +(1864151*v_{17})+(46095*v_{18})+(3484518*v_{19})+(2009196*v_{20})=g=\text{Theta}^* \end{aligned}$$

BCC girdiye yönelik matematiksel model örneği,

Amaç fonksiyonu: $\min \theta$

$$\begin{aligned} \text{Girdi1.} & (281993*v_1)+(1820271*v_2)+(186071*v_3)+(398128*v_4)+(912439*v_5)+(174.819*v_6) \\ & +(206824*v_7)+(128817*v_8)+(275691*v_9)+(1123000*v_{10})+(136230*v_{11})+ \end{aligned}$$

$$(254450*v_{12})+(267730*v_{13})+(234566*v_{14})+(105641*v_{15})+(531.641*v_{16})+(243091*v_{17})+(24856*v_{18})+(292.589*v_{19})+(293229*v_{20})=l=Theta^*$$

$$Girdi2.(139676*v_1)+(287058*v_2)+(90109*v_3)+(95455*v_4)+(74120*v_5)+(170273*v_6)+(163204*v_7)+(63780*v_8)+(227038*v_9)+(135179*v_{10})+(119929*v_{11})+(114708*v_{12})+(102673*v_{13})+(95200*v_{14})+(97632*v_{15})+(42130*v_{16})+(63001*v_{17})+(7587*v_{18})+(123692*v_{19})+(55903*v_{20})=l=Theta^*$$

$$Girdi3.(177316*v_1)+(1301531*v_2)+(180388*v_3)+(138606*v_4)+(1911646*v_5)+(398288*v_6)+(82159*v_7)+(205913*v_8)+(313876*v_9)+(157408*v_{10})+(72741*v_{11})+(35867*v_{12})+(72940*v_{13})+(36148*v_{14})+(42294*v_{15})+(433438*v_{16})+(163216*v_{17})+(223*v_{18})+(41329*v_{19})+(223849*v_{20})=l=Theta^*$$

$$Girdi4.(121986*v_1)+(503277.4*v_2)+(87812.3*v_3)+(353807.7*v_4)+(477130.7*v_5)+(143418.5*v_6)+(92280.5*v_7)+(119345.9*v_8)+(138289.8*v_9)+(206254.9*v_{10})+(103027.1*v_{11})+(131360*v_{12})+(97335.9*v_{13})+(70907.7*v_{14})+(45124.7*v_{15})+(256566.7*v_{16})+(109786.5*v_{17})+(61934.7*v_{18})+(121705.6*v_{19})+(69770.1*v_{20})=l=Theta^*$$

$$Çıktı1.(3917418*v_1)+(10231*v_2)+(1637065*v_3)+(1046556*v_4)+(15134*v_5)+(163594*v_6)+(12541*v_7)+(52499*v_8)+(52701*v_9)+(4989*v_{10})+(62670*v_{11})+(29550*v_{12})+(34941*v_{13})+(8518*v_{14})+(694137*v_{15})+(6454*v_{16})+(v_{17})+(2194*v_{18})+(9208*v_{19})+(347*v_{20})=g=$$

$$Çıktı2.(1133785*v_1)+(15641522*v_2)+(580273*v_3)+(2550927*v_4)+(3533190*v_5)+(4488633*v_6)+(2385819*v_7)+(785700*v_8)+(1751602*v_9)+(3189228*v_{10})+(3309190*v_{11})+(1995946*v_{12})+(2448196*v_{13})+(2802597*v_{14})+(1462898*v_{15})+(1911728*v_{16})+(1864151*v_{17})+(46095*v_{18})+(3484518*v_{19})+(2009196*v_{20})=g=$$

BCC çıktıya yönelik matematiksel model örneği,

Amaç fonksiyonu: $\max \theta$

$$k1..(281993*v_1)+(1820271*v_2)+(186071*v_3)+(398128*v_4)+(912439*v_5)+(174.819*v_6)+(206824*v_7)+(128817*v_8)+(275691*v_9)+(1123000*v_{10})+(136230*v_{11})+(25$$

$$4450*v_{12})+(267730*v_{13})+(234566*v_{14})+(105641*v_{15})+(531.641*v_{16})+(243091*v_{17})+(24856*v_{18})+(292.589*v_{19})+(293229*v_{20})=l=$$

$$k2..(139676*v_1)+(287058*v_2)+(90109*v_3)+(95455*v_4)+(74120*v_5)+(170273*v_6)+(163204*v_7)+(63780*v_8)+(227038*v_9)+(135179*v_{10})+(119929*v_{11})+(114708*v_{12})+(102673*v_{13})+(95200*v_{14})+(97632*v_{15})+(42130*v_{16})+(63001*v_{17})+(7587*v_{18})+(123692*v_{19})+(55903*v_{20}) =l=$$

$$k3..(177316*v_1)+(1301531*v_2)+(180388*v_3)+(138606*v_4)+(1911646*v_5)+(398288*v_6)+(82159*v_7)+(205913*v_8)+(313876*v_9)+(157408*v_{10})+(72741*v_{11})+(35867*v_{12})+(72940*v_{13})+(36148*v_{14})+(42294*v_{15})+(433438*v_{16})+(163216*v_{17})+(223*v_{18})+(41329*v_{19})+(223849*v_{20}) =l=$$

$$k4..(121986*v_1)+(503277.4*v_2)+(87812.3*v_3)+(353807.7*v_4)+(477130.7*v_5)+(143418.5*v_6)+(92280.5*v_7)+(119345.9*v_8)+(138289.8*v_9)+(206254.9*v_{10})+(103027.1*v_{11})+(131360*v_{12})+(97335.9*v_{13})+(70907.7*v_{14})+(45124.7*v_{15})+(256566.7*v_{16})+(109786.5*v_{17})+(61934.7*v_{18})+(121705.6*v_{19})+(69770.1*v_{20}) =l=$$

$$k5..(3917418*v_1)+(10231*v_2)+(1637065*v_3)+(1046556*v_4)+(15134*v_5)+(163594*v_6)+(12541*v_7)+(52499*v_8)+(52701*v_9)+(4989*v_{10})+(62670*v_{11})+(29550*v_{12})+(34941*v_{13})+(8518*v_{14})+(694137*v_{15})+(6454*v_{16})+(v_{17})+(2194*v_{18})+(9208*v_{19})+(347*v_{20})=g=Theta*$$

$$k6..(1133785*v_1)+(15641522*v_2)+(580273*v_3)+(2550927*v_4)+(3533190*v_5)+(4488633*v_6)+(2385819*v_7)+(785700*v_8)+(1751602*v_9)+(3189228*v_{10})+(3309190*v_{11})+(1995946*v_{12})+(2448196*v_{13})+(2802597*v_{14})+(1462898*v_{15})+(1911728*v_{16})+(1864151*v_{17})+(46095*v_{18})+(3484518*v_{19})+(2009196*v_{20}) =g=Theta$$

6. BULGULAR

Bu çalışmanın bulgular bölümünde, ilk önce analiz için belirlenen girdi ve çıktı değerleri verilerek, CCR model girdi ve çıktı odaklı göreceli etkinlik ölçümü ile BCC model girdi ve çıktı odaklı teknik etkinlik ölçümü yapılmış ve yorumlanmıştır. Daha sonra göreceli etkin olmayan birimlerin etkinliğe ulaşmaları için referans kümeleri belirlenmiştir. Bu değerlendirmeler CCR model girdi odaklı analizde etkin olmayan birimler için gerçekleştirilmiştir.

6. 1. Etkinlik Ölçüm Sonuçları

Çalışmada Türkiye’de bulunan 20 il karar birimi olarak seçilmiştir. Bu iller Antalya, Konya, Mersin, Adana, Şanlıurfa, İzmir, Bursa, Hatay, Manisa, Ankara, Aydın, Samsun, Denizli, Çanakkale, Muğla, Diyarbakır, Niğde, Ordu, Balıkesir ve Karamandır. VZA için seçilen 20 ilin girdi ve çıktı verilerinin tamamı bir bütün olarak Çizelge 6.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 6. 1. Girdi ve çıktı verileri (TÜİK)

İLLER	GİRDİLER				ÇIKTILAR	
	İŞLENEN TARIM ALANI (HEKTAR)	TARIMSAL MEKANİZASYON (ADET)	TARIMSAL SULAMA KULLANILAN ENERJİ (MWH)	GÜBRE TÜKETİMİ (TON)	SEBZE MEYVE ÜRETİMİ (TON)	TAHİL VE DİĞER BİTKİSEL ÜRETİM (TON)
Antalya	281.993	139676	177316	121986	3.917.418	1.133.785
Konya	1.820.271	287058	1301531	503277,4	10.231	15.641.522
Mersin	186.071	90109	180388	87812,3	1.637.065	580.273
Adana	398.128	95455	138606	353807,7	1.046.556	2.550.927
Şanlıurfa	912.439	74120	1911646	477130,7	15.134	3.533.190
İzmir	174.819	170273	398288	143418,5	163.594	4.488.633
Bursa	206.824	163204	82159	92280,5	12.541	2.385.819
Hatay	128.817	63780	205913	119345,9	52.499	785.700
Manisa	275.691	227038	313876	138289,8	52.701	1.751.602
Ankara	1.123.000	135179	157408	206254,9	4.989	3.189.228
Aydın	136.230	119929	72741	103027,1	62.670	3.309.190
Samsun	254.450	114708	35867	131360	29.550	1.995.946
Denizli	267.730	102673	72940	97335,9	34.941	2.448.196
Çanakkale	234.566	95200	36148	70907,7	8.518	2.802.597
Muğla	105.641	97632	42294	45124,7	694.137	1.462.898
Diyarbakır	531.641	42130	433438	256566,7	6.454	1.911.728
Niğde	243.091	63001	163216	109786,5	0	1.864.151
Ordu	24.856	7587	223	61934,7	2.194	46.095
Balıkesir	292.589	123692	41329	121705,6	9.208	3.484.518
Karaman	293.229	55903	223849	69770,1	347	2.009.196

Etkinliğin ölçümü için yukarıda verilen modelin çözümünden her karar verme birimi için bir etkinlik değeri elde edilir. Bu değer 0 ile 1 arasındadır. Etkinlik değeri 1 bulunan karar birimleri için etkin, 1 değerinin altında olan karar birimleri için etkin olmayan (etkin değil) denilmiştir. Seçilen illerin göreceli etkinliklerini ölçmek amacı ile oluşturulan modelin VZA ile çözümü sonucu etkin ve etkin olmayan iller Çizelge 6.2.'de CCR model ve Çizelge 6.3. 'de BCC model sonuçları verilmiştir.

Çizelge 6.2. CCR Model ile illerin etkinlik değerleri

KVB	CCR MODELİ ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ		ETKİNLİK SONUÇLARI
	GİRDİ ODAKLI	ÇIKTI ODAKLI	
Antalya	1	1	Etkin
Konya	1	1	Etkin
Mersin	0.679	1.472	Etkin değil
Adana	1	1	Etkin
Şanlıurfa	0.880	1.136	Etkin değil
İzmir	1	1	Etkin
Bursa	0.727	1.375	Etkin değil
Hatay	0.401	2.496	Etkin değil
Manisa	0.367	2.723	Etkin değil
Ankara	0.690	1.448	Etkin değil
Aydın	1	1	Etkin
Samsun	0.681	1.468	Etkin değil
Denizli	0.774	1.293	Etkin değil
Çanakkale	1	1	Etkin
Muğla	1	1	Etkin
Diyarbakır	0.837	1.195	Etkin değil
Niğde	0.715	1.398	Etkin değil
Ordu	1	1	Etkin
Balıkesir	1	1	Etkin
Karaman	0.857	1.167	Etkin değil

Klasik Veri Zarflama Analizi CCR Model sonuçlarına göre,

Girdi yönelimli CCR-Model için inceleme yapıldığında sonuçlar şöyle yorumlanmaktadır;

Çalışmada seçilen 20 ilden; 11 tanesinin tarımsal etkinlik sonucu θ^* olmak üzere $\theta^* < 1$ olduğu için etkin değil çıkmıştır. Bu iller sırası ile Mersin, Şanlıurfa, Bursa, Hatay, Manisa, Ankara, Samsun, Denizli, Diyarbakır, Niğde ve Karaman'dır.

Diğer 9 tane il ise tarımsal etkinlik sonucu θ^* olmak üzere $\theta^* = 1$ sonucuna göre etkin çıkmıştır. Bu iller sırası ile Antalya, Konya, Adana, İzmir, Aydın, Çanakkale, Muğla, Ordu ve Balıkesir'dir.

Etkin olmayan iller en düşük skorlarına göre sırasıyla; Manisa 0,367, Hatay 0,401, Mersin 0,679, Ankara 0,690, Niğde 0,715, Denizli 0,774, Diyarbakır 0,837, Karaman 0,857 ve Şanlıurfa 0,880 şeklinde olmuştur. Görüldüğü üzere, Manisa 0,367 oranla gözlem altındaki diğer illere göre en düşük puanı almıştır. Bunun yanında Şanlıurfa, Karaman ve Diyarbakır etkin olmamalarına rağmen, etkinlik sınırı olan 1'e çok yakın puanlar almışlardır.

Girdi odaklı CCR model etkinlik ortalaması ise 0,8304'dir.

Çıktı yönelimli CCR-Model için inceleme yapıldığında sonuçlar şöyle yorumlanmaktadır;

Gözlem altındaki 20 ilden 11 tanesinin etkinlik skoru θ^* olmak üzere $\theta^* > 1$ olduğu için etkin değil bulunmuştur. Diğer 9 tane ilin etkinlik sonucu $\theta^* = 1$ çıkmasıyla etkin olarak bulunmuştur.

Etkin olmayan illere bakıldığında en yüksek skora göre sırasıyla; Manisa 2,723, Hatay 2,496, Mersin 1,472, Samsun 1,468, Ankara 1,448, Niğde 1,398, Bursa 1,375, Denizli 1,293, Diyarbakır 1,195, Karaman 1,167 ve Şanlıurfa 1,139 şeklindedir. Çıktı yönlü CCR modeline göre en etkin olmayan il en yüksek çıktı oranı puanıyla Manisa'dır.

Çıktı odaklı CCR model etkinlik ortalaması ise 1,30855'dir.

VZA'nin girdi veya çıktı odaklı olması etkinlik çözümünde farklı noktalar ile ilgilenildiğini göstermektedir. Örneğin, girdi odaklı bir VZA yöntemi en az girdi

kullanarak en fazla çıktı üretmeyi amaçlarken, çıktı odaklı VZA yönteminde sabit girdi bileşeni kullanarak çıktıların en fazla yapılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada iki ayrı modelde uygulanmıştır. Etkin olmayan iller sıralaması girdi odaklı veya çıktı odaklı fark etmeksizin aynı çıkmıştır. Fakat etkinlik değerleri, ayrı odaklı modeller olmalarından dolayı farklı çıkmıştır.

Çizelge 6.3. BCC Model ile illerin etkinlik değerleri

KVB	BCC MODELİ ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ		ETKİNLİK SONUÇLARI
	GİRDİ ODAKLI	ÇIKTI ODAKLI	
Antalya	1	1	Etkin
Konya	1	1	Etkin
Mersin	0.903	1,252	Etkin değil
Adana	1	1	Etkin
Şanlıurfa	0.95	1.058	Etkin değil
İzmir	1	1	Etkin
Bursa	0.747	1.353	Etkin değil
Hatay	0.544	2.333	Etkin değil
Manisa	0.415	2.553	Etkin değil
Ankara	0.696	1.418	Etkin değil
Aydın	1	1	Etkin
Samsun	0.688	1.463	Etkin değil
Denizli	0.795	1.292	Etkin değil
Çanakkale	1	1	Etkin
Muğla	1	1	Etkin
Diyarbakır	0.976	1.030	Etkin değil
Niğde	0.830	1.282	Etkin değil
Ordu	1	1	Etkin
Balıkesir	1	1	Etkin
Karaman	1	1	Etkin

Girdi yönelimli BCC-Model için inceleme yapıldığında sonuçlar şöyle yorumlanmaktadır;

Uygulamada gözlem yapılan 20 tane ilden 10 tanesi θ^* etkinlik skoru olmak üzere $\theta^* = 1$ olarak bulunduğu için etkin sonucuna ulaşılmıştır. Diğer 10 ilde $\theta^* < 1$ formülü sonucuyla etkin değil olarak bulunmuştur.

BCC Modeli Girdi yönelimi incelendiğinde etkin olmayan illerin değerleri ise sırasıyla; Manisa 0,415, Hatay 0,544, Samsun 0,688, Ankara 0,696, Bursa 0,747, Denizli 0,795, Niğde 0,830, Mersin 0,903, Şanlıurfa 0,95 ve Diyarbakır 0,976 şeklindedir. Uygulamada en etkin olmayan il 0,425 değeri ile Manisa olduğu görülmüştür.

Girdi odaklı BCC model etkinlik ortalaması ise 0,8772'dir.

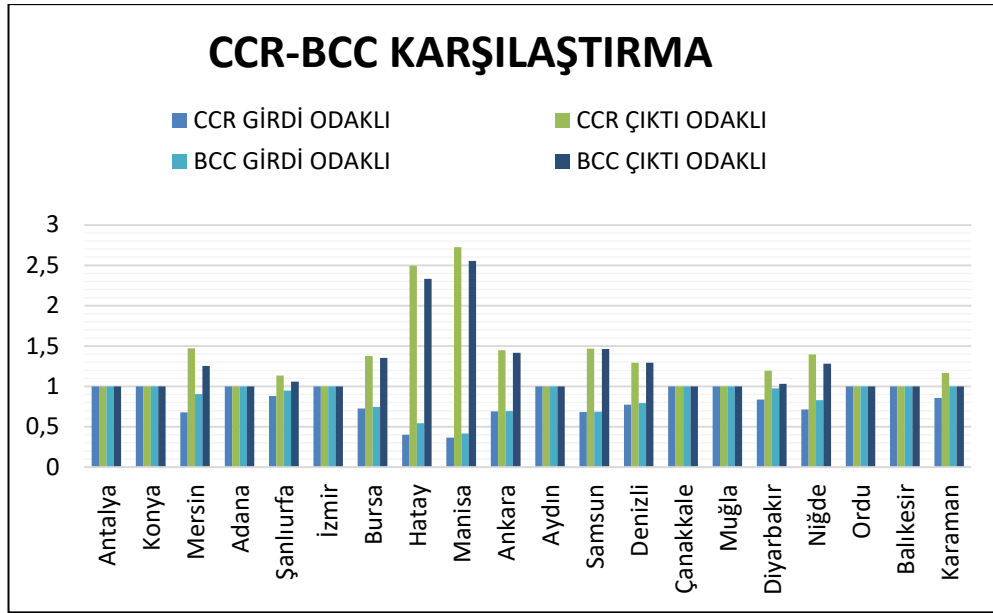
Çıktı yönelimli BCC-Model için inceleme yapıldığında sonuçlar şöyle yorumlanmaktadır;

Uygulamada gözlem yapılan 20 tane ilden 10 tanesi etkinlik skoru θ^* olmak üzere $\theta^* = 1$ olarak bulunduğu için etkin sonucuna ulaşılmıştır. Diğer 10 ilde $\theta^* > 1$ formül sonucuyla etkin değil olarak bulunmuştur.

BCC Modeli çıktı yönelimi incelendiğinde etkin olmayan illerin değerleri ise sırasıyla; Manisa 2,553, Hatay 2,333, Samsun 1,463, Ankara 1,418, Bursa 1,353, Denizli 1,292, Niğde 1,282, Mersin 1,252, Şanlıurfa 1,058 ve Diyarbakır 1,030 şeklindedir. Uygulamada en etkin olmayan il 2,553 değeri ile Manisa olduğu görülmüştür.

Çıktı odaklı BCC model etkinlik ortalaması 1,2517'dir.

Sonuçlar incelendiğinde BCC Modeli ile yapılan girdi ve çıktı yönelimli uygulamaların ikisinde de etkin olmayan iller sıralamasının aynı olduğu görülmüştür. CCR modeline göre etkin olmayan Karaman ili BCC modeline göre etkin konuma gelmiştir. Şekil 6.1.'e göre CCR Model ve BCC Modelleri bakımından büyük farklar görülmemiştir. Sadece yönelim değişikliklerine göre sonuçlarda farklılıklar meydana gelmiştir.



Şekil 6. 1. CCR ve BCC sonuçları karşılaştırma

Çizelge 6.4.’de görüldüğü gibi girdi odaklı BCC modelin ortalama etkinliği 0,877 değerleri ile CCR modelin ortalama etkinliği 0,830 değerinden daha yüksektir. Aynı oran çıktı odaklı olarak incelendiğinde de geçerlidir. BCC model değişken getiri esasına göre analiz yapmaktadır bu nedenle CRR modelin analizine oranla daha esnek bir modeldir. BCC model analizi ortalama etkinlik değerlerinin daha yüksek çıkmasının sebebi budur. Bazı durumlarda CCR modelinde etkin bulunmayan birimler BCC modeli analizinde etkin olarak bulunabilmektedir. Bu çalışmada da CCR model ile çözümde 9 ilin etkin bulunurken, BCC model ile çözdüğümüzde 10 il etkin olarak bulunmuştur. BCC ve CRR modellerinin her ikisinde de etkinlik değerleri 1 olan birim ‘tam etkinliğe’ ulaşmaktadır (Yıldırım,2019).

Çizelge 6.4. CCR ve BCC Model ortalama etkinlik değerleri

ORTALAMA ETKİNLİK DEĞERLERİ			
CCR MODEL		BCC MODEL	
Girdi Odaklı	Çıktı Odaklı	Girdi Odaklı	Çıktı Odaklı
0,8304	1,30855	0,8772	1,2517

Bu çalışmada BCC ve CRR modelin her ikisinde 1 değerini alan ve tam etkin olan iller Antalya, Konya, Adana, İzmir, Aydın, Çanakkale, Muğla, Ordu ve Balıkesir olarak bulunmuştur.

6.2. Etkin Olmayan Birimler İçin Referans Kümelerinin Belirlenmesi

Potansiyel iyileştirme çalışmasına geçmeden önce etkin olmayan karar birimleri için referans kümeleri belirlenmesi gerekmektedir. VZA, etkin olmayan her bir KVB için, etkinlik sınırı üzerinde bulunan etkin KVB'lerden oluşan bir referans kümesi belirlemektedir. Bu çalışma için bulunan referans kümeleri Çizelge 6.3'de gösterilmiştir. Etkin bulunan bir KVB'nin referans kümesinde bulunma frekansı ne kadar yüksekse o kadar güçlü ve önemli bir referans olmaktadır. Bu sebeple KVB'lerin referans kümesinde bulunma sıklığı ayrı bir önem taşımaktadır (Gasimov, 2019).

Çizelge 6. 5. Etkin olmayan iller için referans setleri ve yoğunluk değerleri

KVB	REFERANS KÜMELERİ	YOĞUNLUK ORANLARI
Mersin	K1, K2, K11	(0,418) (0,004) (0,015)
Şanlıurfa	K1, K2	(0,003) (0,226)
Bursa	K11, K14	(0,350) (0,438)
Hatay	K1, K2, K11	(0,011) (0,014) (0,166)
Manisa	K11, K14, K15	(0,317) (0,228) (0,045)
Ankara	K2, K14	(0,061) (0,795)
Samsun	K15	0,034
Denizli	K1, K2, K11, K14	(0,006) (0,020) (0,065) (0,683)
Diyarbakır	K1, K2	(0,001) (0,122)
Niğde	K2, K11, K14	(0,080) (0,163) (0,027)
Karaman	K2, K14	(0,083) (0,252)

Not: Çizelgede bulunan 'K' harfi ve sayı karar verme birimlerini (KVB) göstermektedir.

VZA'nın çalışma prensibine göre, etkin olmayan KVB'lerin etkin duruma gelmesi, etkin bulunan KVB'lerin yöntem ve davranışlarını kendilerine örnek almalarına bağlıdır. Gerçekte bütün etkin olmayan karar birimleri etkin duruma gelemeseler bile, aynı küme içerisinde, aynı girdi ve çıktılar ile eş imkânlara sahiptirler. Bu sebeple etkin olmayan karar birimlerinin etkin duruma gelebilmeleri beklenmektedir (Gasimov, 2019).

Yukarıda etkin bulunan birimlerin etkinliklerinin daha detaylı bir analizi için kaç kez referans olarak gösterildiklerini belirleyen Çizelge 6.6 hazırlanmıştır.

Çizelge 6. 6. Etkin KVB'lerin referans gösterim sıklığı

ETKİN KVB	REFARANS GÖSTERİM SIKLIĞI
K2	8
K11	6
K14	6
K1	5
K15	2
TOPLAM	27

Çizelge 6.6 incelendiğinde, 8 defa referans gösterilen Konya ili (K2) en fazla referans gösterilen il olmaktadır. Konya'dan sonra en fazla referans gösterilen iller sırası ile Aydın (K11) ve Çanakkale (K14) 6'şar defa, Antalya (K1) 5 defa ve sonuncu olarak Muğla (K15) 2 defa şeklinde olmuştur. Adana, İzmir, Ordu ve Balıkesir illeri de CRR model analizi sonucu etkin bulunmasına rağmen referans olarak gösterilmemiştir.

6.3. Etkin Olmayan Birimler İçin Hedef Değerleri ve Potansiyel İyileştirme (PI)

Hedef değerler, referans setinin yoğunluk değerinin tüm girdi ve çıktı değerleri ile çarpılarak hesaplanmaktadır. Bu hesaplamalar Çizelge 6.7'de 'hedef' sütunu ile gösterilen etkin olmayan birimlerin etkin olabilmelerini sağlayan iyileştirme miktarlarıdır.

Etkin olmayan illeri etkinliğe ulaşabilmeleri için belirlenen referans kümeleri ve yoğunluk oranlarından faydalanarak performans iyileştirme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada, potansiyel iyileştirme için CRR modeli ile hesaplanan görece toplam etkin ($\theta=1$) birimler bulunarak referans kümesi olarak belirlenmiştir. Daha sonra etkin olmayan ($\theta < 1$) birimler için ayrı ayrı PI değerleri hesaplanmıştır. Potansiyel iyileştirme yüzde formülü kullanılarak hesaplanan PI değerleri ve çalışma sonuçları aşağıda Çizelge 6.7, Çizelge 6.8, Çizelge 6.9, Çizelge 6.10, Çizelge 6.11 ve Çizelge 6.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 6. 7. İşlenen tarım alanı girdisi hedef ve PI yüzdesi

ŞEHİRLER	İŞLENEN TARIM ALANI (HEKTAR)			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Mersin	186.071	127.197,61	-58873,39	-31,64
Şanlıurfa	912.439	412227,225	-500211,8	-54,82
Bursa	206.824	150420,408	-56403,59	-27,27
Hatay	128.817	51199,897	-77617,1	-60,25
Manisa	275.691	101419,803	-174271,2	-63,21
Ankara	1.123.000	297516,501	-825483,5	-73,51
Samsun	254.450	173167,756	-81282,24	-31,94
Denizli	267.730	207160,906	-60569,09	-22,62
Diyarbakır	531.641	222355,055	-309285,9	-58,18
Niğde	243.091	51098,212	-191992,8	-78,98
Karaman	293.229	210193,125	-83035,88	-28,32

Çalışmadaki etkin olmayan şehirlerin, etkin duruma gelebilmeleri için İşlenen Tarım Alanı girdisinde yapılması gereken değişiklikler matematiksel model yardımıyla çözümlenmiş ve Çizelge 6.7 elde edilmiştir. Çizelgeye göre; etkin olmayan şehirlerin tümünde işlenen tarım alanı girdisindeki verilerin azaltılması gerekmektedir. Bu azaltma yaklaşık %79 ile Niğde ilinde en yüksek orana sahipken sırasıyla; Ankara ilinde %73, Manisa ilinde %63, Hatay ilinde % 60, Diyarbakır ilinde %58, Şanlıurfa ilinde %54, Samsun ilinde %32, Mersin ilinde %31, Karaman ilinde %28, Bursa ilinde %27 ve Denizli ilinde %22’lik bir orandır.

Çizelge 6. 8. Tarımsal mekanizasyon girdisi hedef ve PI yüzdesi

ŞEHİRLER	TARIMSAL MEKANİZASYON (ADET)			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Mersin	90.109	61.331,74	-28.777,27	-31,94
Şanlıurfa	74.120	65.294,14	-8.825,86	-11,91
Bursa	163.204	83.672,75	-79.531,25	-48,73
Hatay	63.780	25.463,46	-38.316,54	-60,08
Manisa	227.038	64.116,53	-162.921,47	-71,76
Ankara	135.179	93.194,54	-41.984,46	-31,06
Samsun	114.708	74.128,54	-40.579,46	-35,38
Denizli	102.673	79.396,20	-23.276,80	-22,67
Diyarbakır	42130	35.160,75	-6.969,25	-16,54
Niğde	63.001	33.292,91	-29.708,09	-47,15
Karaman	55.903	47.816,21	-8.086,79	-14,47

Çizelgeye 6.8’e göre; etkin olmayan şehirlerin tümünde tarımsal mekanizasyon girdisindeki verilerin azaltılması gerekmektedir. Bu azaltma yaklaşık %71 ile Manisa ilinde en yüksek orana sahipken sırasıyla; Hatay ilinde %60, Bursa ilinde %49,

Niğde ilinde % 47,Samsun ilinde %35, Mersin ilinde %32, Ankara ilinde %31, Denizli ilinde %23, Diyarbakır ilinde %17, Karaman ilinde %14 ve Şanlıurfa ilinde %12’lik bir orandır.

Çizelge 6. 9. Tarımsal sulamada kullanılan enerji girdisi hedef ve PI yüzdesi

ŞEHİRLER	TARIMSAL SULAMADA KULLANILAN ENERJİ (MWH)			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Mersin	180.388	80415,33	-99972,67	-55,42
Şanlıurfa	1.911.646	294678	-1616968	-84,59
Bursa	82.159	41292,17	-40866,83	-49,74
Hatay	205.913	32246,92	-173666,1	-84,34
Manisa	313.876	33203,87	-280672,1	-89,42
Ankara	157.408	108131,1	-49276,9	-31,31
Samsun	35.867	24401,39	-11465,62	-31,97
Denizli	72.940	56511,77	-16428,24	-22,52
Diyarbakır	433.438	158964,1	-274473,9	-63,32
Niğde	163.216	27018,06	-136197,9	-83,45
Karaman	223.849	117136,4	-106712,6	-47,67

Çizelgeye 6.9’a göre; etkin olmayan şehirlerin tümünde tarımsal sulamada kullanılan enerji miktarları girdisindeki verilerin azaltılması gerekmektedir. Bu azaltma yaklaşık %89 ile Manisa ilinde en yüksek orana sahipken sırasıyla; Şanlıurfa ilinde %85, Hatay ilinde %84, Niğde ilinde % 83, Diyarbakır ilinde % 63, Mersin ilinde %55, Bursa ilinde %50, Karaman ilinde %48, Samsun ilinde %32, Ankara ilinde %31 ve Denizli ilinde %23’lük bir orandır.

Çizelge 6. 10. Gübre tüketimi girdisi hedef ve PI yüzdesi

ŞEHİRLER	GÜBRE TÜKETİMİ (TON)			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Mersin	87.812,3	54548,6641	-33263,64	-37,88
Şanlıurfa	477.130,7	114106,65	-363024,1	-76,08
Bursa	92.280,5	67117,0576	-25163,44	-27,27
Hatay	119.345,9	25490,2282	-93855,67	-78,64
Manisa	138.289,8	50857,16	-87432,64	-63,22
Ankara	206.254,9	87071,54	-119183,4	-57,78
Samsun	131.360,0	87601,4869	-43758,51	-33,31
Denizli	97.335,9	65924,1846	-31411,72	-32,27
Diyarbakır	256.566,7	61521,8288	-195044,9	-76,02
Niğde	109.786,5	28466,81	-81319,69	-74,07
Karaman	69.770,1	59640,76	-10129,34	-14,52

Çizelge 6.10'a göre; etkin olmayan şehirlerin tümünde gübre tüketimi girdisindeki verilerin azaltılması gerekmektedir. Bu azaltma yaklaşık %79 ile Hatay ilinde en yüksek orana sahipken sırasıyla; Şanlıurfa ve Diyarbakır illerin de %76, Niğde ilinde %74, Manisa ilinde % 63, Ankara ilinde %58, Mersin ilinde % 38, Samsun ilinde %33, Denizli ilinde %32, Bursa ilinde %27 ve Karaman ilinde %15'lik bir orandır. Yukarıda bulunan çizelgeler incelendiğinde illerin farklı girdilerden etkilendiği görülmektedir. Etkin olmayan illerin etkin konuma gelmeleri için etkin olmayan karar birimlerinin her girdide potansiyel iyileştirme yüzdeleri değişmektedir.

Girdilere yönelik PI çalışmasında en verimsiz iller; ilk girdimiz olan 'İşlenen Tarım Alanı'nda % 79 değeri ile Niğde, ikinci girdimiz olan 'Tarımsal Mekanizasyon' da %71 değeri ile Manisa ve üçüncü girdimiz olan 'Tarımsal Sulamada Kullanılan Enerji' tüketiminde % 89 değerleri ile yine Manisa ve dördüncü girdi olan 'Gübre Tüketiminde' % 79 değeri ile Hatay olmuştur.

Sonuca bütünsel olarak bakıldığında; girdiye yönelik PI çalışmasında ikinci ve üçüncü girdide en yüksek değerlere sahip olması nedeniyle en verimsiz il Manisa çıkmıştır.

Bulunan referans setleri ve yoğunluk değerleri uygulamanın iki çıktısı; Sebze Meyve Üretimi ve Tahıl ve Diğer Bitkisel Üretim için etkin olmayan illerin arttırmaları ve azaltmaları gereken oranlar sırasıyla Çizelge 6.11, ve Çizelge 6.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 6. 11. Sebze meyve üretim çıktısı hedef ve PI yüzdesi

ŞEHİRLER	SEBZE MEYVE ÜRETİM (TON)			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Mersin	1.637.065	1638461,7	1396,7	0,09
Şanlıurfa	15.134	14064,5	-1069,5	-7,07
Bursa	12.541	25665,384	13124,384	104,65
Hatay	52.499	53638,052	1139,052	2,17
Manisa	52.701	53044,7	343,7	0,65
Ankara	4.989	7395,9	2406,9	48,24
Samsun	29.550	29362,3	-187,7	-0,64
Denizli	34.941	33600,5	-1340,5	-3,84
Diyarbakır	6.454	5165,6	-1288,4	-19,96
Niğde	0	11263,7	11263,7	0,00
Karaman	347	2995,71	2648,71	763,32

Çizelge 6.11 incelendiğinde; illerde genel olarak bir artış beklenmektedir. En yüksek orana sahip Karaman ilinin etkin konuma gelebilmesi için %760 kadar ciddi bir artış gerekmektedir. Daha sonra sırasıyla Bursa ilinde %100, Ankara ilinde %48, Hatay ilinde %2, Manisa ilinde %7 ve Mersin ilinde %0,9'luk bir artış gerekmektedir. Yani Karaman ili sebze ve meyve üretiminde %760'lık artış yaparak etkin konuma gelebilecektir. Karaman ilindeki beklenen yüksek artış oranının sebebi, bu ilde üretimin yoğunluğunun tahıl ürünlerine vermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Artışın yanı sıra etkin olmayan illerin bazılarında sebze ve meyve üretimi çıktısını azaltmaları gerekmektedir. Çıktılardaki azaltmanın muhtemel sebebi girdi faktörlerindeki yetersizliklerdir. Buna göre mevcut girdiler altında, Diyarbakır ilinin %19, Şanlıurfa ilinin %7, Denizli ilinin %3 ve Samsun ilinin %6 oranında çıktılarını azaltmaları gerekmektedir.

Çizelge 6.11 incelendiğinde; Niğde ilinin PI değeri '0' gözükmektedir. Bunun nedeni Niğde ilinde TÜİK'in kayıt altına alacağı sebze ve meyve üretimi olmamasıdır. Üretim olmadığı için yüzdesel bir oran belirlenememektedir. Bu ilin etkin konuma gelebilmesi için ton bazında üretiminin 11.263,7 (Hedef Değer) olması gerekmektedir.

Çizelge 6. 12. Tahıl ve diğer bitkisel üretim çıktısı hedef ve PI yüzdesi

ŞEHİRLER	TAHİL VE DİĞER BİTKİSEL ÜRETİM (TON)			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Mersin	580.273	586126,1	5853,07	1,01
Şanlıurfa	3.533.190	3538385	5195	0,15
Bursa	2.385.819	2385754	-65,014	0,00
Hatay	785.700	780778,5	-4921,52	-0,63
Manisa	1.751.602	1753836	2234	0,13
Ankara	3.189.228	3182197	-7031	-0,22
Samsun	1.995.946	1994036	-1910	-0,10
Denizli	2.448.196	2448904	708	0,03
Diyarbakır	1.911.728	1909399	-2328,531	-0,12
Niğde	1.864.151	1866390	2239	0,12
Karaman	2.009.196	2004501	-4695	-0,23

Çizelge 6.12 incelendiğinde; etkin olmayan illerin PI yüzdeleri oldukça düşük seyrettiği görülmüştür. Buna göre artış beklenen en yüksek il %1 ile Mersin'dir. PI yüzdesi 0 olan Bursa ili için bu çıktıda değişiklik gerekmemektedir. Daha sonra sırası ile Şanlıurfa ilinde %0,15, Manisa ilinde %0,13, Niğde ilinde %0,12, Denizli ilinde %0,03 oranında bir artış gerekmektedir.

Artışın yanı sıra etkin olmayan bazı illerin tahıl ve diğer bitkisel üretim çıktısını azaltmaları gerekmektedir. Çıktılardaki azaltmanın muhtemel sebebi girdi faktörlerindeki yetersizliklerdir. Buna göre mevcut girdileri altında Hatay ilinin %0,63, Karaman ilinin %0,23, Ankara ilinin %0,22 ve Diyarbakır ilinin %0,12 oranında çıktıların azaltmaları gerekmektedir.

Çıktılara yönelik PI çalışması incelendiğinde artış beklenen iller; ilk çıktı olan 'Sebze ve Meyve Üretimi'nde sırasıyla %760 ve %100 değerleri ile Karaman ve Bursa illeridir. Karaman ilinde beklenen yüksek artışın sebebi bu ilin tarımda önceliği sebze ve meyve üretimine değil tahıl ürünlerinin üretimine vermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu düşüncüyü, ikinci çıktı olan 'Tahıl ve Diğer Bitkisel Üretim'de Karaman ilinde bir artış beklenmemesi durumu desteklemektedir.

Çalışmaya ikinci çıktı olan 'Tahıl ve Diğer Bitkisel Üretim' de düşük bir oran olsa da mevcut etkin olmayan karar birimleri içinde %1 oran ile Mersin ilidir.

Performans iyileştirme çalışması sonucunda Mersin, %31 oranında 'işlenen tarım alanı' girdisini, %32 oranında 'tarımsal mekanizasyon' girdisini, %55 oranında 'tarımsal sulamada kullanılan enerji' girdisini ve %38 oranında 'gübre tüketimi' girdisini azaltması gerekmektedir. İlaveten, %0,9 oranında 'sebze meyve üretimi' çıktısını, %1 oranında 'tahıl ve diğer bitkisel üretim' çıktısını artırması gerekmektedir.

6.4. Potansiyel İyileştirmeye Yönelik Sağlama

VZA parametrik olmayan bir analizdir. Bu bakımdan uygulama sonuçlarının test edilmesi durumu karmaşılaşmıştır. VZA'da sonuçların doğruluğunu ölçmek için istatistiksel hipotez testleri kullanılamamaktadır. Bundan dolayı VZA ile sonuca gidilen

uygulamalarda daha dikkatli olunması ve öncesinde duyarlılık analizi yapılması beklenmektedir. VZA analizinden bir girdinin veya çıktının çıkarılarak etkinlik değerinin nasıl etkilendiğinin ölçülmesi bir çeşit duyarlılık analizidir. Ya da etkin bulunan bir KVB'nin çalışmadan çıkarılarak tekrar çözülmesi durumunda sonuçta nasıl bir değişikliğe neden olduğunun incelenmesi de bir duyarlılık analizi olmaktadır (Gasimov, 2019).

Çalışmanın bu kısmında, etkin olmayan bir KVB'nin etkin olabilmesi için program aracılığı ile bulunan hedef değerlerinin tekrar programa yazılarak sonuçta etkin olup olmadığı test edilmiştir. Test edebilmek için Mersin ili seçilmiştir. Mersin ili için bulunan bütün girdi ve çıktılarıdaki hedef değerler programda yerlerine yazılmıştır. Bu değerler; işlenen tarım alanı girdisi için hedef değer 127.197,61 hektar, tarımsal mekanizasyon girdisi için hedef değer 61.331,74 adet, tarımsal sulamada kullanılan enerji girdisi için hedef değer 80415,33 mwh, gübre tüketimi girdisi için hedef değer 54548,6641 ton, sebze meyve üretimi çıktısı için hedef değer 1638461,7 ton, tahıl ve diğer bitkisel üretim çıktısı için hedef değer 586126,1 ton olarak bulunmuştur. VZA GAMS paket programı ile tekrar çözülen denklemin yazım şekli ve sonuç ekranı şekil 6.2'de verilmiştir.

obj...z=Theta;	
k1.. (281993*v1)+(1820271*v2)+(127197.61*v3)+(398128*v4)+(912439*v5)+(174819*v6)+(206824*v7)+(128817*v8)+(275691*v9)+(1123000*v10)+(136230*v11)+(254450*v12)+(267730*v13)+(234566*v14)+(105641*v15)+(531641*v16)+(243091*v17)+(24856*v18)+(292589*v19)+(293229*v20)=1=Theta*127197.61;	
k2.. (139676 *v1)+(287058*v2)+(61331.74*v3)+(95455*v4)+(74120*v5)+(170273*v6) +(163204*v7)+(63780*v8)+(227038*v9)+(135179*v10)+(119929*v11)+(114708*v12) +(102673*v13) +(95200*v14) +(97632*v15) +(42130*v16) +(63001*v17) +(7587*v18) +(123692*v19) +(55903*v20) =1=Theta*61331.74;	
k3.. (177316*v1)+(1301531*v2)+(80415.33*v3)+(138606*v4)+(1911646*v5)+(398288*v6)+(82159*v7)+(205913*v8)+(227038*v9)+(157408*v10)+(72741*v11)+(35867*v12)+(72940*v13)+(36148*v14)+(42294*v15)+(433438*v16)+(163216*v17)+(223*v18)+(41329*v19)+(223849*v20) =1=Theta*80415.33;	
k4.. (121986*v1)+(503277.4*v2)+(54548.66*v3)+(353807.7*v4)+(477130.7*v5)+(143418.5*v6)+(92280.5*v7)+(119345.9*v8)+(138289.8*v9)+(206254.9*v10)+(103027.1*v11)+(131360*v12)+(97335.9*v13)+(70907.7*v14)+(45124.7*v15)+(256566.7*v16)+(109786.5*v17)+(61934.7*v18)+(121705.6*v19)+(69770.1*v20) =1=Theta*54548.66;	
k5.. (3917418*v1)+(10231*v2)+(1638461.7*v3)+(1046556*v4)+(15134*v5)+(163594*v6)+(12541*v7)+(52499*v8)+(52701*v9)+(4989*v10)+(62670*v11)+(29550*v12)+(34941*v13)+(8518*v14)+(694137*v15)+(6454*v16)+(0*v17)+(2194*v18)+(9208*v19)+(347*v20)=g=1638461.7;	
k6.. (1133785*v1)+(15641522*v2)+(586126.07*v3)+(2550927*v4)+(3533190*v5)+(4488633*v6)+(2385819*v7)+(785700*v8)+(1751602*v9)+(3189228*v10)+(3309190*v11)+(1995946*v12)+(2448196*v13)+(2802597*v14)+(1462898*v15)+(1911728*v16)+(1864151*v17)+(46095*v18)+(3484518*v19)+(2009196*v20) =g=586126.07;	
Program Sonucu: 68 VARIABLE Theta.L	= 1.000

Şekil 6.2. Mersin ili PI örneği sonuç ekranı

Yukarıda ki test etkin olmayan diğer iller içinde denenmiştir. Sonuç olarak etkin olmayan illerin etkin olmaları için program tarafından bulunan bütün girdi ve çıktı değerleri kullanılarak tekrar çözüm yapıldığında bu illerinde etkin duruma gelebildiği görülmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarım tüm insanlık için her zaman hayati bir öneme sahip olmuştur. Günümüzde yaşanmakta olan Covid-19 salgını ise tarım ve gıda alanlarının ülkeler için ne kadar kritik olduğunu, tedarikğin güvenli şekilde yapılması gerekliliğini bir kez daha ortaya koymaktadır. Tarımsal etkinliğin ölçümü küreselleşen dünya dünya düzeninde daha iyi yerlerde olabilmek, kendi kendine yeten ülkeler arasında bulunabilmek ve tarımsal üretimden gelir ele edebilir bir ülke olabilmek adına oldukça önemlidir. Bu amaçlar doğrultusunda, Türkiyede bulunan 15 ilin bitkisel tarım etkinliğinin girdi ve çıktı yönelimli VZA analizi kullanılarak ölçümünün yapılmaya çalışıldığı bu tezde aşağıdaki sonuçlar ortaya konulmuştur.

Çıktı yönelimli ve girdi yönelimli VZA, ayrı noktalara odaklanmaktadır. Girdi yönelimli modeller; en az girdiyle maksimum çıktı üretmeye, çıktı yönelimli modeller ise aynı girdi miktarıyla maksimum çıktı üretmeye odaklanmaktadır (Yıldırım, 2019). CCR modeline göre etkin çıkan iller, Antalya, Konya, Adana, İzmir, Aydın, Çanakkale, Muğla, Ordu ve Balıkesir olmak üzere dokuz tanedir. BCC modeline göre etkin çıkan iller ise CCR modelde etkin olmayan Karaman ilinin de etkinliğe ulaşması ile 10 il olmuştur. Sonuçlar incelendiğinde BCC Modeli ile yapılan girdi ve çıktı yönelimli uygulamaların ikisinde de etkin olmayan iller sıralamasının aynı olduğu görülmüştür. CCR Model ve BCC Modelleri değerleri bakımından büyük farklar görülmemiştir. Sadece yönelim değişikliklerine göre sonuçlarda farklılıklar meydana gelmiştir.

Sonuçta odaklanması gereken durum etkin olamama durumu ve bu durumun düzeltilmesi çalışması olduğundan etkin olmayan iller için performans iyileştirme çalışması yapılmıştır. Performans iyileştirme çalışması CCR girdi modelinde etkin olmayan bulunan 11 ilde yapılmıştır. Bu iller Mersin, Şanlıurfa, Bursa, Hatay, Manisa, Ankara, Samsun, Denizli, Diyarbakır, Niğde ve Karaman'dır.

Girdiye yönelik PI çalışmasında incelendiğinde ikinci ve üçüncü girdide en yüksek değerlere sahip olması nedeniyle en verimsiz il Manisa çıkmıştır.

Çıktılara yönelik PI çalışması incelendiğinde artış beklenen iller; ilk çıktı olan ‘Sebze ve Meyve Üretimi’nde sırasıyla %760 ve %100 değerleri ile Karaman ve Bursa illeridir. Karaman ilinde beklenen yüksek artışın sebebi bu ilin tarımda önceliği sebze ve meyve üretimine değil tahıl ürünlerinin üretimine vermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu düşünceyi ikinci çıktı olan ‘Tahıl ve Diğer Bitkisel Üretim’de Karaman ilinde bir artış beklenmemesi durumu desteklemektedir. Artışın yanı sıra etkin olmayan bazı illerin çıktıları azaltmaları gerekmektedir. Çıktılardaki azaltmanın muhtemel sebebi girdi faktörlerindeki yetersizliklerdir.

Sonuç aşamasında, girdi ve çıktı bileşenlerimizi dikkate aldığımızda çalışmamızda çıktımız olan toplam bitkisel üretimin (1. meyve sebze üretimi ve 2. tahıl-diğer bitkisel üretim) çevresel durum ve olaylardan etkilendiğini göz önünde bulundurmanız gerekmektedir.

Tarımsal etkinlik ölçümünde tarımsal işgücünün de oldukça önemli olduğu bilinmektedir. İllere yönelik tarımsal işgücü verisine ulaşamadığı için bu çalışmaya konulamamıştır fakat bu verilere ulaşılarak yapılacak bir etkinlik çalışmasının daha doğru bir etkinlik sonucuna ulaştıracağı düşünülmektedir. Ayrıca VZA analizi çeşitlerinden toplamsal model kullanılarak bir çalışma yapılabilir bu çalışma sonuçları ayrı ayrı yapılan analizler ile karşılaştırılarak yorumlanabilir.

Covid-19 krizinin bizlere hatırlatmış olduğu bir öneri olarak, yerli tarımı hareketlendirmek ve tarım sektörü etkinliğinin artırılması için yeni bir tarım devrimi dönemine, bu sektörde birçok iyileştirmeye gidilmesine gerek duyulmaktadır. Bu iyileştirmelerin başında sulama gibi tarımsal altyapılar gelmektedir. Örneğin tarımsal sulama enerjisinden en fazla yararlanan il Şanlıurfa, etkin olmayan iller arasında görülmektedir. Bu girdi bileşeni için tarımsal sulama verileri eksiksiz bir şekilde bulunarak tekrar çözüm yapılabilir. Ayrıca bu çalışmada dikkate alınmayan bölgesel yağış miktarlarına da dikkat çekilebilir. Diğer bir konu, tarımla ilgilenen kişilerin yüksek yaş sıklasını (tarımı daha cazip kılacak iyileştirmeler, fonlar veya çiftçilere sağlanan destekler ile) düşürmektir. Bir başka konu tarımsal mekanizayonda daha iyi olabilmek ve daha etkin sonuçlar alabilmek için bu konuda çeşitli dijital teknolojilerinde kullanılmasına ve hızla yaygınlaşmasına önem verilmesidir.

KAYNAKLAR

- Ablai, İ., 2015, Tekstil Sektöründe Mağaza Performans Verimliliklerinin Ölçülmesi: Bir Veri Zarflama Analizi Çalışması, Bahçeşehir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 42, İstanbul.
- Akal, Z., 2002. İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara.
- Akdeniz, H.A., Durmaz, F., 1998. Verimliliğin Genel Performans Üzerindeki Yansımalarının Uygulaması. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13(2), 85-99.
- Allen, R., Thanassoulis, E., 2004. Improving Envelopment in Data Envelopment Analysis, European Journal of Operational Research, 154, 363-379.
- Armstrong, M., 1996. Employee Reward. London: Institute of Personnel and Development House.
- Asadpour, M., Shirouyehzad, H., 2019. Performance Evaluation and Ranking of Academy Awardwinners for Best Original Score Applying Data Envelopment Analysis: 1990–2016. Operations Research Letters 47 (2019), 371–376.
- Aslan, Ş., Mete, M., 2007. Performans Ölçümünde Veri Zarflama Analizi Yöntemi: Sağlık Bakanlığı'na Bağlı Doğum ve Çocuk Hastaneleri Örneği. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 36(1), 44-63.
- Atıkbay, T., 2001. Türk Kara Kuvvetlerinde Veri Zarflama Analizi ile Performans Değerlendirmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 260, İstanbul.
- Atukalp, M.E., 2018. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile Türk Bankacılık Sisteminde Bölgesel Performans Ölçümü. Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar. 55(638), 17-34.
- Aydemir, M., 2015. Veri Zarflama Analizi ile Türkiye'deki Büyükşehir Belediyelerinin Mali Etkinliğinin Ölçülmesi. Uludağ Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 84, Bursa.
- Aydemir, Z. C., 2002. Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması. Devlet Planlama Teşkilatı, Uzmanlık Tezi, 192.
- Bal, V., Bilge, H., 2013. Eğitim ve Araştırma Hastanelerinde Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2(6), 1- 14.
- Başaran, E., 1991. Örgütsel Davranış. Gül Yayınevi, Ankara.
- Bayramoğlu, Z., 2010. Tarımsal Verimlilik ve Önemi. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(3), 52-61.

- Bayramoğlu, Z.,Karakayacı, Z., Ağızan, K., Ağızan, S., Bozdemir, M., 2019. Yaş Meyve ve Sebze Çalıştay, 113, Sertifika No: 15833.
- Behdioğlu, S., Özcan, G.,2009. Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 14(3), 201-326.
- Benli, Y. K., 2012. Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV): Konaklama İşletmelerinde Bir Uygulama. Ege Akademik Bakış Dergisi, 12(3), 369-382.
- Bilişik, M.T., 2015. Gelişmekte Olan ve Hızlı Büyüyen Ülkelerin Tarım Sektörünün Malmquist Toplam Faktör Verimliliği ile Analizi. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 17(2), 77-97.
- Büyükkılıç, D., 2004. Kâr Amacı Gütmeyen Örgütlerde Verimlilik, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 680, 34.
- Cummings, T.G.,Worley, C.G., 1997. Organization Development and Change. United States of America International Thompson Publishing, America.
- Çam, A., 2019. Veri Zarflama Analizi ile İşgücü Piyasası Açısından Bölgesel Etkinlik Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 78, Isparta.
- Çelik, N., 2000. Tarımda Girdi Kullanımı ve Verimliliğe Etkileri, Uzmanlık Tezi, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Tarım Dairesi, no:2521.
- Çidem, Ş., 2019. Etkinlik Ölçümünde Bulanık Veri Zarflama Analizi: İç Anadolu Bölgesinde Bulunan Ağız ve Diş Sağlığı Merkezlerinde Bir Uygulama. Aksaray Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72, Aksaray.
- Demir, İ., Depren, Ö., 2009. 2006 Yılı Türkiye'nin Ortaöğretim Performansının Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi. İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 1(2), 64-75.
- Deniz, G., 2018. Türkiye'deki İllerin Çevresel Sürdürülebilirliğinin Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 161, Denizli.
- Doğan, M. İ., 2016. Sınıflandırma Problemlerinde Yapay Sinir Ağları ve Veri Zarflama Analizi Tabanlı Yeni Bir Yaklaşım. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 86, Ankara.
- Gasimov, F., 2019. Banka Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Karşılaştırmalı Ölçümü: Türkiye Örneği. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Finans Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 106, İstanbul.

- Gencan, S., 2014. Hastanelerin Performansının Veri Zarflama Analizi/Analitik Hiyerarşi Prosesi Bütünleşik Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 108, Nevşehir.
- Golany, B., Roll, Y., 1989. An Application procedure for DEA, Omega, International Journal of Management Science, 17(3), 237-250.
- Güleç, K., 1991. Verimliliğin Arttırılmasında Yeni Gelişen Teknolojilerin Etkileri. Verimlilik Dergisi, 161-168.
- Gülen, K.K., 1994. İşletme Performans Ölçüm Teknikleri ve Çimento Sanayi Uygulaması, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Gündüz, K., 2019. Veri Zarflama Analizinde Süper Etkinlik ve Bir Uygulama. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 42, Samsun.
- Güner, E. H., 2019. Veri Zarflama Analizi ile Hizmet Sektöründe Performans Değerlendirme: Ticaret İl Müdürlükleri Örneği. Gümüşhane Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 80, Gümüşhane.
- Helvacı, A., 2002. Performans Yönetimi Sürecinde Performans Değerlendirmenin Önemi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 35 (1-2), 155-169.
- Wikipedia, 2001. Erişim Tarihi: 28.05.2020. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Tarım>
- İstanbul İşletme Enstitüsü, 2018. Erişim Tarihi: 27.05.2020. <https://www.iienstitu.com/blog/performans-nedir>
- Kaplan, M., Aktaş, M., Güneş, A., Alpaslan, M. ve Sönmez, S. 2000. Türkiye Gübre Üretim ve Tüketiminin Değerlendirilmesi. Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, 17-21 Ocak 2000, 881-900, Ankara.
- Karasoy, H., 2000. Veri Zarflama Analizi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kasnakoğlu, H., 1980. Etkinlik Ölçümü. Verimlilik Dergisi, 2, 137-158
- Kıran, B., 2008. Kalkınma Öncelikli İllerin Ekonomik Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 113, Adana.
- Kıyıldı, R.K., Karaşahin, M., 2006. Türkiye'deki Hava Alanlarının Veri Zarflama Analizi İle Altyapı Performansının Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(3), 391-397.

- Kocakalay, Ş., Işık, A., 2003. Veri Zarflama Analizi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, (5), 163-171.
- Koç, G., 2018. Büyükşehir Su ve Atıksu İdarelerinin Verimliliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçümü. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 119, Isparta.
- Koopmans, T.C., 1951. An Analysis of Production As an Efficient Combination of Activities. Koopmans, T.C. (ed.), Activity Analysis of Production and Allocation, John Wiley and Sons, Inc.
- Köksal, C.D., 2001. Veri Zarflama Analizi İle Bankacılıkta Göreceli Verimlilik Ölçümü. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta.
- Kurşun, S., 2016. Veri Zarflama Analizi İle Performans Değerlendirme: Katılım Bankacılığı Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 110, İstanbul.
- Küçük, A., 2007. Portföy Oluşturma Ve Portföye Dahil Edilecek Hisse Senetlerinin Seçiminde Veri Zarflama Analizi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 171, İstanbul.
- Küçükşimşek, M., 2004. 1999–2003 Döneminde Türkiye’deki Ortaöğretim Kurumlarının ÖSS’deki Etkinliklerinin DEA-Malmquist TFP Endeksi ile İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 33, Ankara.
- Lovell, C., 1993. Production Frontiers And Productive Efficiency. Fried, H.O., Lovell, C.A.K., Schmidt, S.S. (ed.), The measurement Of Productive Efficiency, (3-67), Oxford University Press, New York.
- Matthews K., Ismail, M., 2006. Efficiency and Productivity Growth of Domestic and Foreign Commercial Banks in Malaysia. Cardiff Economics Working Papers, Cardiff, U.K.
- Mirzapour, A., 2014. Veri Zarflama Analizinde Karar Destek Sistemi. Gazi Üniversitesi, Doktora Tezi, 84, Ankara.
- Motroi, A., 2018. İmalat İşletmelerinde Veri Zarflama Analizi ile Verimlilik Ölçümü. Bankacılık ve Finansal Araştırmalar Dergisi, 5(1).
- Oktay, E., 2019. Benzetim Modellemesi Temelli Veri Zarflama Analizi Yaklaşımıyla Bir Spor Merkezinde Etkinlik Ölçümü. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 77, Kütahya.
- Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, 2014. Bitkisel Üretim, Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Yayın No: KB: 2877 - ÖİK: 726.

- Oruç, E. Gürler, A.Z., 1995. Tokat İli Kazova Yöresinde Kimyasal Gübrelemenin Tedarik ve Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12, 56-68, Tokat.
- Oruç, K.O., 2008. Veri Zarflama Analizi ile Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitelerde Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 212, Isparta.
- Öner, E., Yıldırım, B.F., 2015. Operasyonel, Yönetimsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Dora Yayınevi, Bursa.
- Özbek, S., 2007. Sigorta Şirketlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle İncelenmesi. Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 93, İstanbul.
- Özçelik, H., Kandemir, B., 2017. Veri Zarflama Analizi ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22(1), 43-43.
- Özden, H.Ü., 2008. Veri Zarflama Analizi İle Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 37(2), 167-185.
- Özok, U., 2006. Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi İle Türkiye'deki İllerin Tarım Etkinliklerinin İncelenmesi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 107, Ankara.
- Prokopenko, J., 2005. Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı. Çev: Baykal, O. vd., Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, .
- Ramsay, M.R., 2008. İşletme Verimliliği Ölçümü ve Uluslararası İşgücü Verimliliği El Kitabı. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 248, Ankara.
- Rashidi, K., Cullinane, K., 2019. Evaluating the Sustainability of National Logistics Performance Using Data Envelopment Analysis. Transport Policy 74 (2019), 35-46.
- Reilly, A. C., Davidson, R. A., Nozick, L. K., Chen, T., Guikema, S. D., 2016. Using Data Envelopment Analysis to Evaluate the Performance of Post-Hurricane Electric Power Restoration Activities. Reliability Engineering and System Safety, 152 (2016), 197-204.
- Ruggiero, J., 2000. Measuring Technical Efficiency, European Journal of Operational Research, 121(1), 38-150.
- Sarı, Z., 2015. Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama. Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 72, Ankara.
- Savaş, F., 2009. Veri Zarflama Analizi ile Bankacılık Sektöründe Etkinlik Ölçümü Uygulaması. Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 138, İstanbul.

- Tetik, S., 2003. İşletme Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi. Celal Bayar Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, 10(2), 221-229.
- Top, A., 2002. Verimlilik ve Üretkenlik Üzerine Düşünceler. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 5(17), 31-34.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2020. İllere Ait İstatistiki Veriler. Erişim tarihi: 25.05.2020.<http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>
- Uzgören, E., Şahin, G., 2013. Dumlupınar Üniversitesi Meslek Yüksekokullarının Performanslarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Ölçümü. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 9(18), 91-110.
- Yavuz, F., Dilek, Ş., 2019. Türkiye’de Tarıma Yeniden Bakış. SETA Yayınları, 146, İstanbul.
- Yeşilaydın, G., 2017. Health Efficiency Measurement in Turkey by Using Data Envelopment Analysis: A Systematic Review. Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi, (1-2-3), 49-69.
- Yeşilyurt C., Alan M.A., 2003. Fen Liselerinin 2002 Yılı Göreceli Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Ölçülmesi. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4(2), 92.
- Yeşilyurt, C., 2003. Matematik Programlama Tabanlı Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinden Veri Zarflama Analizi ile Orta Öğretimde Etkinlik Ölçümü. Cumhuriyet Üniversitesi, Doktora Tezi, Sivas.
- Yıldırım, M., 2019. Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi İle Ülkelerin Lojistik Etkinlik Ölçümü. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 71, İstanbul.
- Yıldız, A., 2006. Yatırım Fonları Performanslarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi, 61 (2), 221.
- Yolalan, R., 1993. İşletmeler Arası Göreceli Etkinlik Ölçümü, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 483, Ankara.
- Yükçü, S., Atağan, G., 2009. Etkinlik, Etkililik Ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık. Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, 23(4), 1-13.
- Yürüşen, S., 2011. Veri Zarflama Analizi İle Bayi Performansının Hesaplanması: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 119, İstanbul.
- 2019 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı. 2019. T.C. Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Betül IŞIK AYDIN
Doğum Yeri ve Yılı : İZMİR, 08/12/1990
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : betulisik@yandex.com



Eğitim Durumu

Lise : Bursa Anadolu Erkek Lisesi, 2009
Lisans : Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, 2015
Yüksek Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği, 2020

Yayınları

Işık Aydın, B., Borat O., 2020. Bitkisel Tarım Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçümü: Türkiye’de İl Düzeyinde Bir Çalışma, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Basımda.