

**T. C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ PROGRAMI**

**TARIMSAL SULAMA BİRLİKLERİNDE ETKİNLİK:
EGE BÖLGESİ İÇİN BİR ARAŞTIRMA**

Eyşan ÇAVUŞOĞLU

**Danışman
Doç. Dr. Kadir KARAGÖZ**

Manisa – 2019

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Stokastik Sınır Analizi ve Veri Zarflama Analizi Yöntemleriyle Tarımsal Sulama Birliklerinde Etkinlik Araştırması: Ege Bölgesi Örneği” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

22/08/2019

Eyşan Çavuşoğlu

İmza

ÖZET

TARIMSAL SULAMA BİRLİKLERİNDE ETKİNLİK: EGE BÖLGESİ İÇİN BİR ARAŞTIRMA

Türkiye gibi tarım sektörünün ülke ekonomisinde önemli yer tuttuğu ülkelerde, su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi ve ulusal ekonomiye katkılarının artırılması için sulama tesislerinin rasyonel olarak işletilmesi ve sürekliliğinin sağlanması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, Türkiye’de yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının çok ciddi azalma göstermesi de su kullanımında etkinlik ve verimliliğin sağlanmasını daha önemli hâle getirmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye’nin tarımsal üretimi açısından kayda değer bir paya sahip olan Ege bölgesinde faaliyet gösteren tarımsal sulama birliklerine ilişkin veriler kullanılarak Stokastik Sınır Analizi ve Veri Zarflama Analizi yöntemleriyle sulama işletmelerinin teknik etkinlik düzeyleri araştırılmıştır.

Elde edilen tahminlere göre personel sayısı ve giderler sulama oranı üzerinde pozitif yönde anlamlı etkiye sahiptir. Makine ve ekipman harcamalarının büyük kısmını oluşturduğu personel harcamaları dışındaki giderlerin de sulama oranı üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır. Bir diğer tahmin sonucuna göre ise tahsilat oranı sulama oranı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip görünmemektedir.

En yüksek olabilirlik tahminlerinden elde edilen Stokastik Sınır Analizi etkinlik skorları incelendiğinde örneklemdaki SB’lerin etkinlik düzeylerinin genel olarak yüksek olduğu söylenebilir. Veri Zarflama Analizi etkinlik tahminlerine göre ise SB’ler arasında önemli farklılıklar göze çarpmaktadır. Buna göre, farklı etkinlik ölçüm yöntemlerinin karar birimlerinin performansları konusunda çok farklılaşan sonuçlar verebileceği gözden uzak tutulmamalıdır.

Anahtar kelimeler: Etkinlik, Sulama Birliği, Stokastik Sınır Analizi, Veri Zarflama Analizi.

ABSTRACT

EFFICIENCY IN THE AGRICULTURAL IRRIGATION UNIONS: AN INVESTIGATION FOR AGEAN REGION

Developing countries where land and water resources hold an important place in the economy of countries like Turkey and to increase the contribution of agriculture to the national economy as a rational operation of irrigation facilities, and on the provision of continuity is of paramount importance. Also, it shows very significant reduction of groundwater and surface water resources in Turkey also brings still more important to ensure effectiveness and efficiency in water use.

In this study, the technical efficiency levels of irrigation unions operating in Aegean region which has a considerable share in the Turkey's agricultural production, were investigated by using the methods of Stochastic Frontier Analysis (SFA) and Data Envelopment Analysis (DEA).

According to the estimations obtained, the number of staffs and the volume expenses has positive effect on the irrigation rate. The effect of the expenses other than personnel expenditures, which constitute the majority of the machinery and equipment expenditures, on the irrigation rate is positive and significant. According to another finding toll collection rate does not seem to have a significant effect on irrigation rate.

When the Stochastic Frontier Analysis efficiency scores obtained from the maximum likelihood method are examined, it can be said that the efficiency levels of the irrigation unions in the sample are generally high. According to the Data Envelopment Analysis efficiency estimates, significant differences are observed among the units. Accordingly, it should be kept in mind that different efficacy measurement methods can give very differentiated results about the performance of decision units.

Keywords: Efficiency, irrigation unions, stochastic frontier analysis, data envelopment analysis.

TEŞEKKÜR

Çalıőmamın her aőamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Kadir Karagöz'e, bir kısım analizlerin gerçekteőirilmesinde yardımcı olan Prof. Dr. Sibel Selim ve Özge Ataő'a, bilgi ve tecrübesi ile lisansüstü öğrenim hayatımın tüm zorlu aőamalarında maddi manevi her yönden yardımcı olan, tecrübeleri ile beni aydınlatan ve desteğini hiç eksik etmeyen, kendisini tanımaktan büyük onur duyduğum sevgili hocalarıma, öğrenim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen ve hep yanımda olan aileme yürekten teşekkür ederim.

Ayrıca bu araőtırmayı BAP 2018-071 no'lu proje ile kısmen maddi olarak destekleyen Manisa Celal Bayar Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne de teőekkürlerimi sunarım.

Eyşan ÇAVUŞOğLU

Manisa, 2019

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
TABLOLAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM FONKSİYONU VE İKTİSADİ ETKİNLİK

1.1. FİRMA ÜRETİM FONKSİYONUNUN YAPISI	3
1.2. ÜRETİM TEKNOLOJİSİ	4
1.2.1. Girdi Kümesi	6
1.2.2. Çıktı Kümesi.....	7
1.3. ÜRETİM ETKİNLİĞİ	9
1.4. TEKNİK ETKİNLİK	12
1.4.1. Girdi Yönlü Teknik Etkinlik.....	13
1.4.2. Çıktı Yönlü Teknik Etkinlik.....	14
1.5. UZAKLIK FONKSİYONLARI	16
1.5.1. Girdi Uzaklık Fonksiyonu	16
1.5.2. Çıktı Uzaklık Fonksiyonu.....	17

İKİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM ETKİNLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ

2.1. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ	19
2.1.1. Oran Analizi	19
2.1.2. Parametrik Yöntemler	20
2.1.3. Parametrik Olmayan Yöntemler	21
2.2. STOKASTİK SINIR ANALİZİ.....	22
2.2.1. Stokastik Üretim Sınır Fonksiyonu	23
2.2.2. Parametre Tahminleri	26
2.2.3. Teknik Etkinliğin Tahmini	28
2.3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	30

2.3.1. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları	30
2.3.2. Klasik Veri Zarflama Analizi Modelleri	31
2.3.3. Charnes-Cooper-Rhodes modeli	32
2.3.4. Banker-Charnes-Cooper modeli	34
2.3.5. Toplamsal Model	35
2.4. ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	35

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE'DE TARIMSAL SULAMA VE SULAMA İŞLETMELERİ

3.1. TÜRKİYE'DE TARIMSAL SULAMA VE SU YÖNETİMİ	37
3.2. SULAMA BİRLİKLERİNİN KURULUŞU VE İŞLEYİŞİ	40
3.3. SULAMA İŞLETMELERİNDE ETKİNLİK DEĞERLENDİRİLMESİ	41

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SULAMA BİRLİKLERİ'NDE ETKİNLİK: AMPİRİK ANALİZ

4.1. LİTERATÜR	43
4.2. DEĞİŞKENLER, MODEL VE VERİ	44
4.3. MODEL TAHMİNİ	46
4.4. SSA ETKİNLİK SKORLARI.....	47
4.5. VZA ETKİNLİK SKORLARI	49

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	53
KAYNAKLAR	55

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Etkinlik ölçüm yöntemlerinin karşılaştırması	36
Tablo 4.1. Örnekleme yer alan Ege Bölgesi sulama birlikleri	45
Tablo 4.2. Regresyon denklemi tahmin sonuçları	46
Tablo 4.3. SSA etkinlik skorları	48
Tablo 4.4. VZA etkinlik skorları	49
Tablo 4.5. Değişkenlerin potansiyel iyileştirme oranları (%)	50



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Üretim teknolojisi, üretim olanakları, girdi ve çıktı kümeleri	5
Şekil 1.2. Üretim Teknolojisi Girdi Kümesi	6
Şekil 1.3. Üretim Teknolojisi Çıktı Kümesi	8
Şekil 1.4. Verimlilik ve etkinlik	10
Şekil 1.5. Teknik etkinlik ve tahsis etkinliği	12
Şekil 1.6. Girdi Yönlü Teknik Etkinlik	14
Şekil 1.7. Çıktı Yönlü Teknik Etkinlik	15
Şekil 1.8. Girdi Uzaklık Fonksiyonu	17
Şekil 1.9. Çıktı Uzaklık Fonksiyonu	18
Şekil 2.1. Stokastik Üretim Sınırı	25
Şekil 3.1. Dünyada sektörlere göre su kullanımı	37
Şekil 3.2. Ülkelerde sektörlere göre su kullanımı	38
Şekil 4.1. Birliklerin etkinlik derecesine göre dağılımları	52

GİRİŞ

İktisadî olarak sınırlı birer kaynak olan toprak ve suyun artan talebi karşılayabilmek için daha etkin kullanılması gün geçtikçe bir zorunluluk hâline gelmektedir. Küresel iklim değişikliğinin ve yanlış tarım politikalarının da etkisiyle su, bir zamanlar bol bulunduğu bazı yerlerde dahi kıt bir kaynak hâline gelmiştir. Kurak ve yarı-kurak kuşaklardaki genişleme, susuzluğa dirençli türlerin geliştirilmesinin yanı sıra daha etkin sulama yöntem ve teknolojilerinin geliştirilmesini de gerektirmektedir. Konunun bir diğer boyutu ise suya ulaşmanın zorlaşmasının sulamayı daha maliyetli hâle getirmesidir. Bu bağlamda, sulama işletmelerinde maliyet ve üretim etkinliğinin artırılması da acil bir gündem maddesi hâline gelmektedir.

Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye her ne kadar artık bir tarım toplumu olmasa da, tarım sektörü gerek ekonomik değer gerekse istihdam açısından ülke ekonomisi için önemini korumaktadır. Türkiye nüfusu hâlâ hızlı bir şekilde artmaktadır ve buna bağlı olarak artan gıda ihtiyacını karşılamak için tarımsal verimlilik ve etkinliğin de artırılması gerekmektedir. Önemli tarımsal üretim alanlarındaki yağış rejiminin düzensizleşmesi ve yağış miktarının azalması yeraltı ve üstü su rezervlerini zayıflattığından sürdürülebilir ve kararlı bir tarımsal üretim kapasitesini tehlikeye sokmaktadır.

Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının korunması konusu son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Buna bağlı olarak sürdürülebilir tarımsal gelişmenin sağlanabilmesi için suyun etkin ve verimli bir şekilde kullanılması yönünde büyük çaba gösterilmektedir. Türkiye’de tarım sektörü başlıca su kullanıcısı konumundadır ve tatlı suyun yaklaşık % 70’i tarımsal üretimde kullanılmaktadır. Ancak Türkiye’de sulu tarımın genel olarak randımanlı ve ekonomik olmayan yöntemlerle gerçekleştirildiği bilinmektedir.

1980’lerin ortalarında ekonomide başlayan liberalleşme hareketinin önemli bir ayağını da özelleştirme faaliyeti oluşturmuştur. Bu doğrultuda devlet tarafından kurulup çalıştırılmakta olan birçok işletme özel sektöre satılmıştır. Bu anlayışın bir uzantısı olarak 1990’ların başlarından itibaren kamuya ait sulama sistemlerinin işletmesi DSİ’den alınarak bu amaçla kurulmuş olan çeşitli su kullanıcı örgütlere devredilmiştir. En büyük ve yaygın olanı “sulama birlikleri” olan bu örgütler arasında köy tüzel kişilikleri, kooperatifler ve belediyeler de bulunmaktadır.

Türkiye’de 2018 yılı sonu itibariyle, 850 adet bu tür kuruluş mevcut olup, bunların 378’ini sulama birlikleri oluşturmaktadır.

Çoğunlukla profesyonel yönetim becerilerinden yoksun kadrolar tarafından yönetilen sulama birliklerinin sahip oldukları kaynaklarla öngörülen sulama hedeflerine etkin bir şekilde ulaşmaları hem tarımsal sulamada özelleştirmeden beklenen faydaların elde edilmesi hem de yukarıda sözü edildiği gibi Türkiye’nin kıt su kaynaklarının daha verimli kullanılması açısından önem taşımaktadır. Konunun önemi, son yıllarda sulama birlikleriyle ilgili tartışmalarda da kendini göstermektedir. Birçok sulama birliğinin özellikle finansal ve mali sıkıntılar nedeniyle yönetim zaafiyeti sergilemesi 2018 yılında tüm birliklerin tekrar DSİ yönetimine geçmesiyle sonuçlanmıştır. Bu bakımdan, sulama birliklerinin teknik etkinlik düzeylerinin araştırılması ve iyi performans gösterenlerin belirlenmesi sözkonusu tartışmalara da ışık tutacaktır. Bu amaçtan hareketle, bu çalışmada Türkiye’nin önemli tarımsal üretim alanlarını barındıran Ege Bölgesi’nde faaliyet gösteren 32 sulama birliğinin oluşturduğu örneklem için işletmelerin teknik etkinlik düzeyleri incelenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM FONKSİYONU VE İKTİSADÎ ETKİNLİK

1.1. FİRMA ÜRETİM FONKSİYONUNUN YAPISI

Üretim fonksiyonu, bir üretim biriminde üretimde kullanılan girdilerle süreç sonunda elde edilen çıktı miktarı arasındaki ilişkiyi tanımlayan matematiksel bağıntıdır. y çıktı düzeyi, x_i ($i = 1, 2, \dots, r$) kullanılan girdilerin miktarları olmak üzere bu bağıntı kapalı formda aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_r)$$

Belirli bir malın üretiminde kullanılan girdilerin birbirlerine oranı “girdiler arası bileşim oranı” veya “üretim teknik katsayısı” olarak adlandırılmaktadır. Farklı üretim teknikleri aynı miktarda çıktı için farklı girdi bileşimlerini gerektirebileceğinden bu oran aynı zamanda hangi üretim teknolojisinin kullanıldığına da işaret etmektedir (Dinler, 2007: 140). Bir üretim sürecinde girdiler arasında ikame mümkünse, farklı girdi bileşimi kombinasyonlarıyla (değişken girdi ikame esnekliği) aynı üretim gerçekleştirilebilir. Ancak, girdiler arasında ikame esnekliği sabit olduğunda tek bir üretim teknolojisi kullanılabilir.

Yukarıdaki üretim fonksiyonu tek veya homojen bir malın üretimine aittir. Oysa az çok benzer girdi bileşimi ile farklı özellikte mallar üretilebilir. Başka bir deyişle, aynı girdilerle farklı özellikte çıktılar aynı dönemde elde edilebilir. Diğer taraftan, sözkonusu üretim fonksiyonu girdilerle çıktılar arasındaki ilişkinin zaman içinde değişmediğini belirtmektedir. Gerçekte ise, özellikle üretim teknolojisi ve girdi verimliliğindeki değişime bağlı olarak ilişkinin yapısı zaman içinde değişim gösterebilir. Analizi basit tutmak amacıyla, genellikle bir tek homojen malın belirli bir teknolojiyle üretildiği ve ilişkinin zamanla değişmediği varsayılmaktadır.

Yukarıda ele alınan üretim fonksiyonu çerçevesinde üreticilerin temel amaçları; ürettikleri çıktıları elde etmek için gerekli olan en düşük düzeyde girdiyi kullanmak ve/veya çıktıları üretmek için gereken harcamayı en düşük düzeye indirerek mümkün olan en düşük maliyetle üretimde bulunmaktır. Ayrıca üretimden kaynaklanan kârı en üst düzeye çıkarmak da bir amaç olabilmektedir. Bu amaçların her biri üreticiler açısından birer optimizasyon problemi olarak ele alınabilir, ki bu

durumda üreticilerin bu optimizasyon problemlerini aşması gerekir. Ancak gerçekte tüm üreticilerin bu problemleri çözüp amaçlarına ulaşması mümkün değildir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 2). Bu durum, firmaların sahip oldukları üretim / maliyet / hâsılat / kâr sınırlarından sapmalarına ve etkin olmayan (etkinsiz) bir üretim sürecine sahip olmalarına neden olmaktadır.

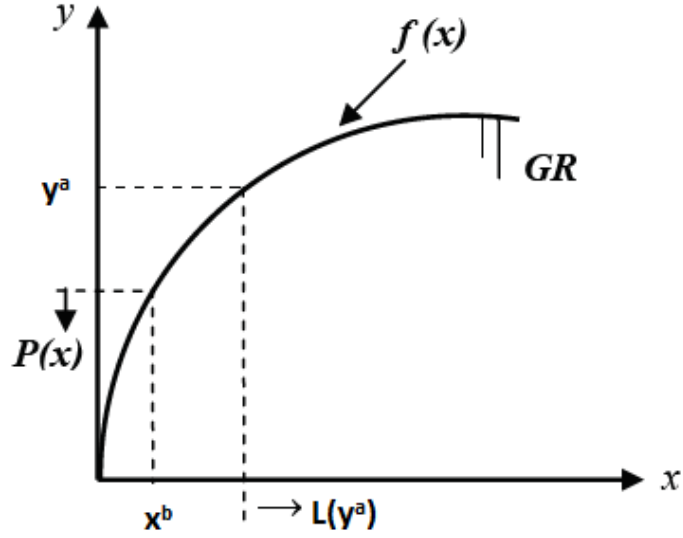
1.2. ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

Etkinlik kavramının anlaşılabilmesi için öncelikle üretim olanakları kümesinin tanıtılması gerekmektedir. N tane farklı girdi kullanarak M tane farklı çıktının elde edildiği bir üretim süreci için girdi vektörü $x = (x_1, \dots, x_N) \in R_+^N$ şeklinde, çıktı vektörü ise $y = (y_1, \dots, y_M) \in R_+^M$ biçiminde gösterilebilir. Farklı girdi-çıkıtı bileşimlerini ifade eden üretim olanakları kümesi (GR) ise kapalı formda;

$$GR = \{(y,x): x \text{'in üretebileceği } y\} \quad (1.2)$$

olarak tanımlanabilir. Bu denklem, mümkün girdi-çıkıtı bileşimlerinin kümesini ifade etmektedir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 18). Girdi-çıkıtı bileşimlerinin belirlediği üretim olanakları eğrisi, aynı zamanda bir firmanın karşı karşıya olduğu teknolojik imkânları tanımlamaktadır (Varian, 1992: 2). Dolayısıyla farklı üretim teknolojileri farklı girdi bileşimlerine yol açmaktadır.

Her ne kadar üretim sürecinde çok sayıda girdi ve çıktı kullanmak mümkünse de gösterimi basitleştirmek ve mümkün kılmak açısından burada bir girdi ve bir çıktının sözkonusu olduğu durum ele alınacaktır. Şekil 1.1'de, "üretim olanakları eğrisi" olarak da bilinen üretim teknolojisi eğrisi görülmektedir. Buna göre üretim olanakları kümesi GR , orijinden çıkan eğri ile x -ekseni tarafından sınırlandırılmış alandan ibarettir. Bu küme içerisinde firma açısından üretim gerçekleştirmek mümkün olup, bu kümenin sınırlarının üstünde gerçekleşen bir üretim etkin iken, sınırdan uzaklaşan üretimler etkinsizliği gösterecektir. Etkinsizliğin boyutu ise sonraki altbölümde ele alınacak olan uzaklık fonksiyonlarına dayalı olarak belirlenmektedir.



Şekil 1.1. Üretim teknolojisi, üretim olanakları kümesi, girdi ve çıktı kümeleri

Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 20)

Üretim olanakları kümesinin (GR) aşağıdaki özellikleri taşıdığı varsayılmaktadır:

$$G1: (0, x) \in GR \text{ ve } (y, 0) \in GR \Rightarrow y = 0$$

$G2: GR$ kapalı bir kümedir.

$G3: GR$ her $x \in R_+^N$ için üstten sınırlıdır.

$$G4: \lambda \geq 1 \text{ için, } (y, x) \in GR \Rightarrow (y, \lambda x) \in GR$$

$$G5: 0 \leq \lambda \leq 1 \text{ için, } (y, x) \in GR \Rightarrow (\lambda y, x) \in GR$$

$$G6: (y, x) \in GR \Rightarrow (y', x') \in GR \forall (y', -x') \leq (y, -x)$$

$G7: GR$ konveks bir kümedir

Burada $G1$, negatif olmayan girdi vektörü ile en az sıfır veya pozitif çıktı üretebileceğini ima ederken, $G2$ özelliği teknik olarak etkin girdi ve çıktı vektörlerinin varlığını temin etmektedir. $G3$ özelliği sonsuz girdi kullanarak sonsuz çıktı elde edilemeyeceğini ifade ederken, $G4$ ve $G5$ ise zayıf tekdüzelik özelliklerine işaret etmektedir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 19), ki bu da azalan girdi verimliliğinin bir yansıması olarak görülebilir. Aynı zamanda güçlü tekdüzelik olarak da kabul edilen $G6$ özelliği, girdi ve çıktıda radial veya radial olmayan değişimin mümkün olduğunu belirtmektedir ve zaman zaman $G4$ ve $G5$ 'in yerine

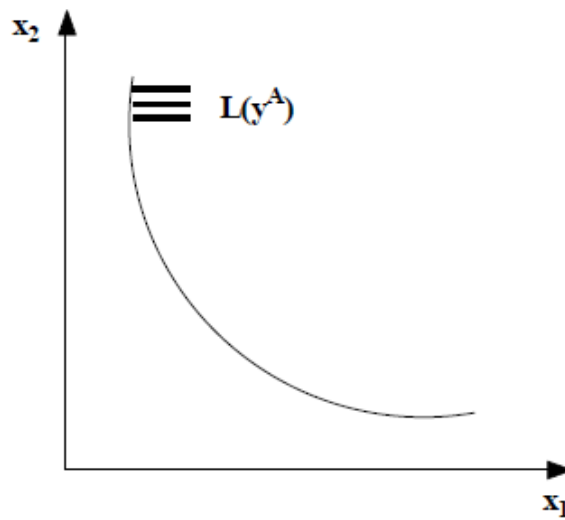
kullanılabilmektedir. Son olarak, G7 özelliği de girdi-çıkıtı kümesinin konveksliğine işaret etmektedir, ancak bu çoğu zaman aranan bir durum değildir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 19, 20).

Bir firmanın üretim sürecinde sadece bir girdi ve bir çıktının kullanılması kolay rastlanacak bir durum değildir. Üretim süreçleri gerçekte değişik girdi bileşimleri kullanılarak birbirlerinden az çok farklılaşan çıktıların üretiminden oluşmaktadır. Böyle çoklu yapılar için teknik etkinlik ölçütlerinde üretim sınırı yerine Malmquist (1953) ve Shephard (1953,1970) tarafından geliştirilen uzaklık fonksiyonları kullanılmaktadır. Bu fonksiyonlardan girdi uzaklık fonksiyonları girdi kümelerinin, çıktı uzaklık fonksiyonları ise çıktı kümelerinin yapısını tanımlamaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 28).

1.2.1. Girdi Kümesi

Bir üretim teknolojisinde girdi kümesi, veri çıktı vektörünü üretebilecek tüm girdi vektörlerini kapsamaktadır. Üretim olanakları kümesinde tanımlı her çıktı vektörü $y \in R_+^M$ için girdi kümesi aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 21; Coelli vd., 2005: 43):

$$L(y) = \{x: (y, x) \in GR\} \quad (1.3)$$



Şekil 1.2. Üretim Teknolojisi Girdi Kümesi

Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 24)

Şekil 1.2’de, $L(y^A)$ eğri ile alttan sınırlandırılmış alanı ifade etmektedir. $L(y^A)$, $[x^A, +\infty)$ aralığındaki girdi kümesidir (Coelli vd., 2005: 43). Her bir y çıktı vektörünü üretemeyen girdi vektörlerini tanımlayan *girdi eşürün kümesi* ve y çıktı vektörünü üretebilen ancak herhangi bir boyutta küçültüldüğünde y çıktı vektörünü üretemeyen girdi vektörünü tanımlayan *etkin girdi alt kümesi* girdi kümesinin alt kümeleridir (Färe vd., 1983: 183; Lovell vd., 1993; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 24).

GR ’nin taşıdığı özellikler çerçevesinde $L(y)$ aşağıdaki özellikleri içerir:

$$L1: y \geq 0 \text{ için, } 0 \notin L(y) \text{ ve } L(0) = R_+^N$$

$L2: L(y)$ kümesi kapalıdır.

$$L3: \lambda \geq 1 \text{ için, } x \in L(y) \Rightarrow \lambda x \in L(y)$$

$$L4: \lambda \geq 1 \text{ için, } L(\lambda y) \subseteq L(y)$$

Eğer zayıf tekdüzelik özellikleri ($G4$ ve $G5$), $G6$ ’nın yerini alırsa, bu durumda $L3$ ve $L4$ ve $L5$ güçlü tekdüzeliğin yerini alır:

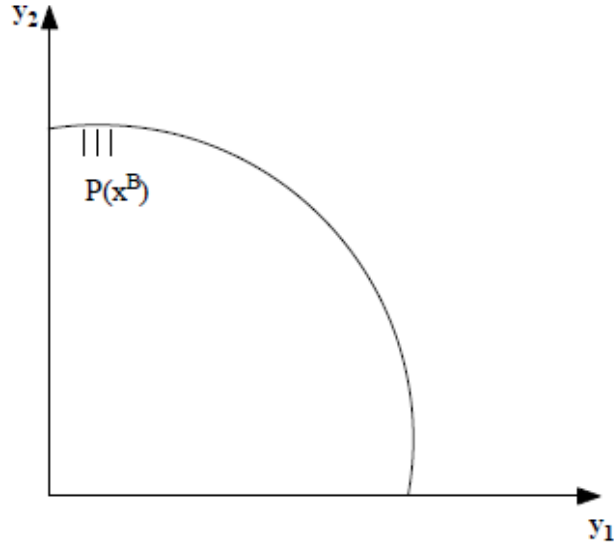
$$L5: x' \geq x \in L(y) \Rightarrow x' \in L(y) \text{ ve } y' \geq y \Rightarrow L(y') \subseteq L(y)$$

$L6: L(y)$ konveks bir kümedir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 21, 22).

1.2.2. Çıktı Kümesi

Bir üretim teknolojisinden elde edilen çıktı kümesi, tüm girdi vektörleri kullanıldığında üretilebilecek tüm çıktı vektörlerinden oluşmaktadır. Üretim olanakları kümesinde tanımlanmış olan her girdi vektörü $x \in R_+^N$ için mümkün çıktı kümesi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Chambers, 1989: 255, 256; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 22, 23; Coelli vd., 2005: 42, 43):

$$P(x) = \{y: (y, x) \in GR\} \quad (1.4)$$



Şekil 1.3. Üretim Teknolojisi Çıktı Kümesi

Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 22)

Şekil 1.3'te $P(x^B)$, eğri ve y_1 eksenini tarafından sınırlanan alanı göstermektedir. $P(x^B)$, $[0, y^B]$ aralığındaki çıktı kümesini göstermektedir. Çıktı kümesinin alt kümeleri, her bir x girdi vektörüyle üretilebilen, ancak merkezden kenarlara doğru (radyal olarak) genişletildiğinde x girdi vektörleriyle üretilemeyen çıktı vektör kümesini tanımlayan *girdi eşürün kümesi* ve her bir x girdi vektörü ile üretilebilen ancak herhangi bir boyutta genişletildiğinde x girdi vektörü ile üretilemeyen tüm çıktı vektörlerinin kümesini tanımlayan *etkin çıktı alt kümesinden* oluşmaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 24).

GR 'nin taşıdığı özellikler çerçevesinde $P(x)$ aşağıdaki özellikleri içerir:

$$P1: P(0) = \{0\}$$

$P2: P(x)$ kümesi kapalıdır.

$P3: x \in R_+^N$ için $P(x)$ sınırlıdır.

$P4: \lambda \geq 1$ için $P(\lambda x) \supseteq P(x)$

$P5: \lambda \in [0,1]$ için $y \in P(x) \Rightarrow \lambda y \in P(x)$

Zayıf tekdüzelik özellikleri ($G4$ ve $G5$), $G6$ 'nın yerini aldığı anda $L3$, $P4$ ve $P5$ güçlü tekdüzeliğin yerini almaktadır:

$P6: x' \geq x \Rightarrow P(x') \supseteq P(x)$ ve $y \leq y' \in P(x) \Rightarrow y \in P(x)$

$P7: P(x)$ konveks bir kümedir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 22, 23).

1.3. ÜRETİM ETKİNLİĞİ

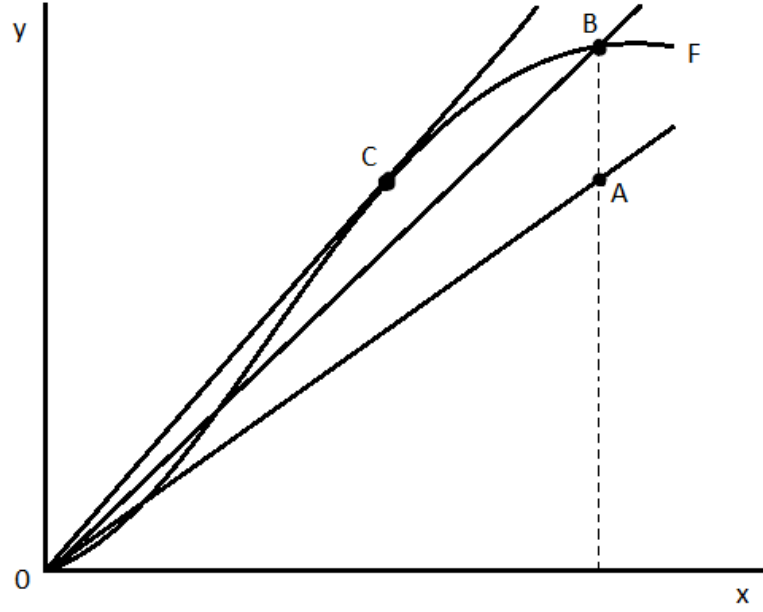
İktisadî analizlerde genellikle üreticilerin kaynakları isabetli olarak, en uygun bileşimi sağlayacak şekilde bir araya getirdikleri varsayılmakta, üretimde etkinlik konusu gözardı edilmektedir. Teknoloji kısıtının teknik etkinsizliği, üretim düzeyinin optimizasyonuna ilişkin birinci derece koşullarının davranışsal etkinsizliği, ikinci derece koşullarının ise yapısal etkinsizliği bertaraf ettiği varsayılmaktadır (Färe vd., 1985: 5). Oysa analizlerin öngördüğü varsayımların dışına çıkıldığında (ki gerçek durum çoğu zaman buna denk düşmektedir) etkin olmayan üretim süreçleri kendini göstermekte ve etkinlik konusu gündeme gelmektedir.

Etkinlik konusu üzerine öncü çalışmalar 1950'li yıllarda Koopmans ve Debreu tarafından birbirinden bağımsız olarak gerçekleştirilmiştir, ancak her ikisi de teknik etkinlik konusu üzerine eğilmişlerdir. Koopmans teknik etkinliği gerçekleştirilebilir bir girdi-çıkıtı vektörüne dayalı olarak tanımlamış, Debreu ise ile olarak teknik etkinliği ölçmeye imkân veren bir ölçüt/indeks geliştirmiştir (Färe vd., 1985: 6).

Etkinlik ve verimlilik kavramları çoğu kez birbiri ile karıştırılan fakat aslında birbirinden farklı kavramlardır. Verimlilik kısaca bir firmanın ürettiği çıktı miktarının girdi miktarına oranından ibarettir. Tek bir girdi ve çıktı içeren üretim süreçlerinde verimliliği hesaplamak pek sorun olmaz. Ancak, gerçekte üretimde çok sayıda girdi kullanılarak çıktı elde edildiğinde bir verimlilik ölçüsü hesaplamak için girdiler ve çıktılar kendi aralarında birleştirilerek bir endekse ulaşılmaktadır. Burada sözü edilen verimlilik, girdilerin tek tek verimliliğinin ölçümlerini değil tüm girdilerin verimliliğini (toplam faktör verimliliği) ifade etmektedir (Coelli vd., 2005: 2, 3). Buna karşılık etkinlik kavramı ise veri bir teknoloji ile bir üretim sürecinde kullanılan kaynakların dağılımı ile ilgilidir (Viscusi vd., 2005: 66). Başka bir deyişle, verimlilik bir bütün olarak kaynak etkinliğini ölçerken, etkinlik her bir üretim girdisinden elde edilen çıktı düzeyi ile ilgilidir (Kök ve Deliktaş, 2003: 56).

Etkinlik ve verimlilik arasındaki bir diğer fark da oluşum sürecinden kaynaklanmaktadır. Etkinlik daha ziyade kısa dönemli bir olgu iken verimlilik uzun

dönemli bir olgudur. Dahası, bir firma birçok üretim düzeyinde tam etkinliği sağlayabilirken en yüksek verimliliğe sadece bir üretim düzeyinde erişebilir.



Şekil 1.4. Verimlilik ve etkinlik.

Kaynak: Coelli vd. (2005: 5)

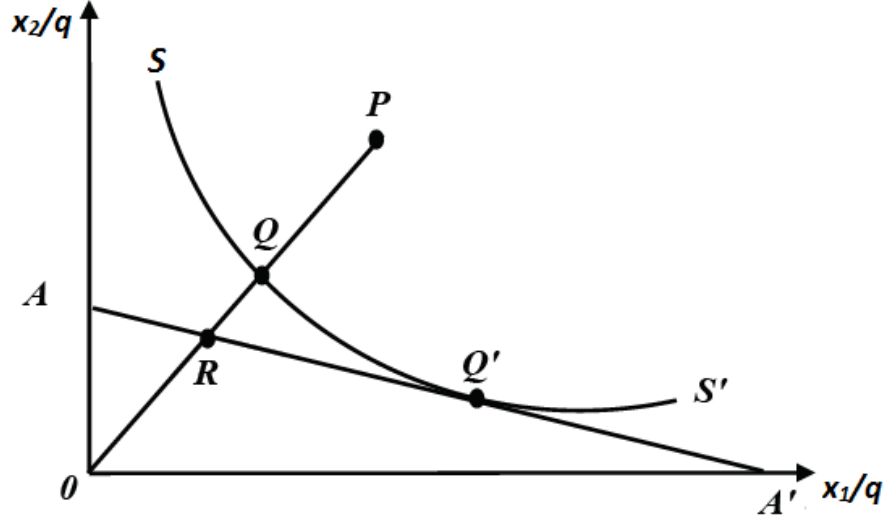
Verimlilik ve etkinlik arasındaki fark yukarıdaki Şekil 1.4'te görülebilir. Burada, OF eğrisi ile x -ekseni arasındaki alan gerçekleştirilebilir (feasible) üretim miktarları kümesini oluşturmaktadır. Üretim sınırı olarak adlandırılan OF eğrisi, firmanın mevcut girdilerle ulaşabileceği en yüksek üretim sınırlarını göstermektedir. OF üzerinde her noktada üretimde (teknik) etkinlik sağlanır. A noktasının belirttiği düzeyde üretim yapıldığında firmanın verimliliği OA doğru parçasının eğimi kadardır. Fakat bu nokta ne en yüksek verimliliğe ne de etkinliğe uygundur. Üretim düzeyi B noktasına kaydırıldığında hem etkinlik sağlanmış olur hem de verimlilik artırılmış olur. Ancak bu nokta da firma açısından en uygun (optimum) üretim düzeyini ifade etmemektedir, çünkü ölçek ekonomilerini kullanarak verimliliği artırmak mümkündür. Dolayısıyla üretim sınırları içinde kalarak verimliliğin (eğimin) en yükseğe çıkarılabildiği ve etkinliğin korunduğu C noktası firma için en uygun üretim düzeyini göstermektedir. Sonuç olarak, verimlilik ve etkinlik aynı şeyler değildir, bir üretim sürecinde etkinlik sağlandığı halde en yüksek verimliliğe henüz ulaşamamış olabilir.

Etkinlik kavramı, fiyat bilgisi göz ardı edilerek ölçülen teknik etkinlik ve fiyatlarla ilgili bilgiyi ve üreticilerin davranışsal hedeflerine ilişkin varsayımları da içeren tahsis etkinliği (allocative efficiency) olarak ikiye ayrılabilir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 17). Tahsis etkinliği maliyet, hâsılat veya kâr yönünden ele alınabilir. Bu bakımdan teknik etkinlik fiziksel bir kavram iken tahsis etkinliği ekonomik bir kavramdır. Ayrıca bu ikili ayırım içinde de etkinlik girdi yönünden (input-oriented) ve çıktı yönünden (output-oriented) ele alınabilir. Buna göre ekonomik etkinlik teknik etkinlik ve tahsis etkinliğinin her ikisini de içinde barındırmaktadır (Coelli vd., 2005: 5).

Etkinlik kavramını teknik ve tahsis etkinliği şeklinde ayrıştırarak ilk kez ölçen kişi Farrell (1957)'dir. Şekil 1.5'de, Farrell'in yönteminden yola çıkarak basit bir şekilde teknik ve tahsis etkinliği arasındaki fark betimlenmektedir. Burada, ölçüğe göre sabit getirinin geçerli olduğu ve iki girdi (x_1 ve x_2) kullanılarak tek bir çıktının (q) üretildiği varsayılmaktadır. SS' eğrisi eş ürün eğrisi olup, belli miktarda çıktı elde edebilmek için kullanılması gereken minimum girdi miktarını göstermektedir ve tam etkinlik düzeyini temsil etmektedir. Bir firma bir birim çıktı elde etmek için P noktasının belirttiği düzeyde girdi kullanıyorsa bu firmanın teknik etkinsizliği QP uzaklığı kadardır. Çünkü Q ve P noktaları aynı üretim düzeyine karşılık gelmekle birlikte P noktasında bu üretim Q 'ya göre daha fazla girdi kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu da etkin olmayan bir üretim sürecine işaret etmektedir. Buna göre P etkin olmayan, Q ise etkin üretim sürecini göstermektedir. Bu farkın (QP) üretim miktarına (OP) oranına bağlı olarak firmanın teknik etkinlik düzeyi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$TE = 1 - \frac{QP}{OP} = \frac{OQ}{OP}$$

Açıktır ki, QP azaldıkça etkinsizlik de azalacak ve Q noktasının işaret ettiği etkin üretim sürecine ulaşılmış olacaktır. Buna göre "tam teknik etkinlik" hâlinde $TE = 1$ olacaktır. Tam aksine etkinsizliğin çok yüksek olması hâlinde $QP \cong OP$ olduğundan limite $TE = 0$ olacaktır.



Şekil 1.5. Teknik Etkinlik ve Tahsis Etkinliği

Kaynak: Farrell (1957: 254) ve Coelli vd. (2005: 52)

Şekilde eş-ürün eğrisi üzerinde bulunan Q ve Q' noktalarının her ikisi de teknik etkinliğe denk düşmektedir. Ancak, şekilde AA' ile verilen eş-maliyet doğrusuna teğet olan Q' noktasındaki üretim maliyeti Q noktasına nispetle daha azdır. Bu durumda Q' noktası hem teknik hem de tahsis (maliyet) etkinliğinin sağlandığı üretim sürecini göstermektedir. Q noktasının tahsis etkinliği OR/OQ oranındadır. Burada QR uzaklığı, üretim maliyetlerinde sağlanabilecek iyileşme miktarını belirtmektedir.

Firmanın toplam maliyet etkinliği, teknik etkinlik ve tahsis etkinliğinin çarpılmasıyla elde edilebilir (Farrell,1957: 255; Coelli vd., 2005: 53).

$$\text{Toplam etkinlik} = TE \times AE = (OQ'/OP) \times (OR/OQ) \quad (1.1)$$

1.4. TEKNİK ETKİNLİK

Genel anlamda teknik etkinlik veri bir çıktı vektörünün üretiminde minimum girdiyi kullanma yeteneğini ya da verilen bir girdi vektöründen maksimum çıktıyı elde etme yeteneğini ifade eder (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 42). Bu durumda teknik etkinlik girdi yönlü teknik etkinlik ve çıktı yönlü teknik etkinlik olarak iki ana başlıkta incelenmektedir.

1.3.1. Girdi Yönlü Teknik Etkinlik

Debreu (1951) ve Farrel (1957) girdi yönlü teknik etkinliği veri çıktının elde edilebilmesi için girdi vektöründe gerçekleştirilebilecek maksimum daralma olarak tanımlamışlardır. Girdi kümeleriyle ilişkilendirilerek girdi yönlü teknik etkinlik aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Fare vd., 1983: 185; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 43) :

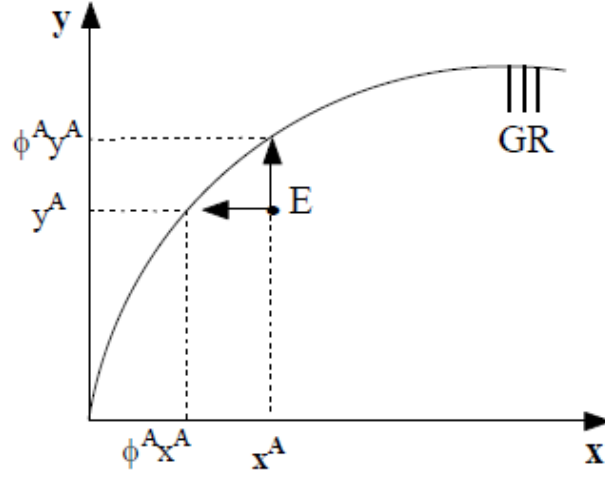
$$TE_i(y, x) = \min\{\theta: \theta x \in L(y)\} \quad (1.7)$$

Denklem 1.7, tüm girdilerde eşit orantılı daralma gerçekleşmesi halinde teknik etkinliğin nasıl ölçüleceğini göstermektedir. Tüm girdilerde aynı oranda bir daralma mümkün olmadığında girdi vektörünün teknik etkin olduğu kabul edilmektedir. Aynı zamanda tek girdi ve çıktının olmadığı çoklu girdi ve çıktı vektörü olduğunda teknik etkinlik ölçümü için uzaklık fonksiyonlarından faydalanılacağı önceki bölümlerde bahsedilmiştir. Bu çerçevede teknik etkinlik ölçümünü, girdi yönlü teknik etkinlik ölçümü için,

$$TE_i(y, x) = \min\{\theta: D_i(y, \theta x) \geq 1\} \quad (1.8)$$

olarak gösterilebilir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 49). Girdi yönlü teknik etkinlik $TE_i(y, x)$ aşağıdaki özellikleri taşır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 44) :

- $TE_i(y, x) \leq 1$
- $TE_i(y, x) = 1 \Leftrightarrow x \in E_{\text{şür}} \text{ün } L(y)$
- $TE_i(y, x), x' \text{ de artan değildir.}$
- $TE_i(y, x), x' \text{ de } -1 \text{ derecesinde homojendir.}$
- $TE_i(y, x), y \text{ ve } x' \text{ in ölçüm birimlerine bağlı olarak değişmez.}$



Şekil 1.6. Girdi Yönlü Teknik Etkinlik

Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 47)

Şekil 1.6'ya göre girdi yönlü teknik etkinlik $TE_i(y^A, x^A)$, y^A çıktısı kadar üretim sağlayacak şekilde x^A girdisinde gerçekleşecek maksimum küçülme miktarını gösterdiğinden, E noktası dolayında $y^A = f(\phi^A x^A)$ bileşimine göre faaliyet gösteren bir firma için girdi yönlü teknik etkinlik ölçütü $TE_i(y^A, x^A) = \phi^A < 1$ olmaktadır. Bu ise girdi uzaklık fonksiyonunun tersidir. Buradan hareketle x^A girdisi kullanarak y^A çıktısı üreten bir firma E noktasında üretim sınırının altında faaliyet gösterdiği için etkin değildir denebilir (Atılğan, 2012: 15).

1.3.2. Çıktı Yönlü Teknik Etkinlik

Çıktı yönlü teknik etkinlik veri girdi ile çıktı vektöründe gerçekleştirilebilecek maksimum artış olarak tanımlanabilir. Çıktı kümeleriyle ilişkilendirilerek çıktı yönlü teknik etkinlik aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Lovell vd., 1993; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 43):

$$TE_0(x, y) = [\max\{\phi: \phi y \in p(x)\}]^{-1} \quad (1.9)$$

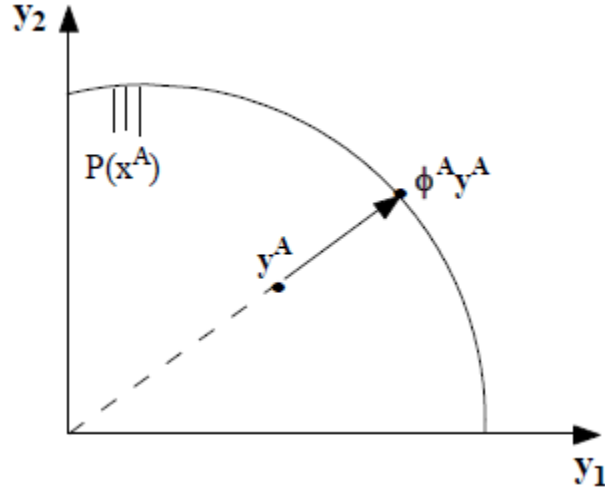
Denklem 1.9 tüm çıktılardaki eşit orantılı bir artış kapsamında teknik etkinliği ölçer. Tüm çıktılarda eşit orantılı bir artış mümkün değilse, çıktı vektörü teknik etkin olarak kabul edilmektedir. Aynı zamanda tek girdi ve çıktının olmadığı çoklu girdi ve çıktı vektörü olduğunda teknik etkinlik ölçümü için uzaklık fonksiyonlarından

faydalanılacağı önceki bölümlerde bahsedilmişti. Bu çerçevede teknik etkinlik ölçümünü, çıktı yönlü teknik etkinlik ölçümü için;

$$TE_0(x, y) = [\max\{\phi: D_0(x, \theta y) \leq 1\}]^{-1} \quad (1.10)$$

olarak gösterilebilir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 49). Çıktı yönlü teknik etkinlik ölçümü $TE_0(x, y)$ aşağıdaki özellikleri taşır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 44,45):

- $TE_0(x, y) \leq 1$
- $TE_0(x, y) = 1 \Leftrightarrow y \in E$ şürün $P(x)$
- $TE_0(x, y), y'$ de azalan değildir.
- $TE_0(x, y), y'$ de + 1 derecesinden homojendir.
- $TE_0(x, y), y$ ve x' in ölçüm birimlerine bağlı olarak değişmez.



Şekil 1.7.Çıktı Yönlü Teknik Etkinlik

Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 50)

Şekil 1.7’de üretici y^A kadar çıktıyı x^A kadar girdi kullanarak üretmektedir. Ancak üretici x^A kadar girdiyle $\phi^A y^A$ çıktısını üretme imkanı vardır. Buradan yola çıkarak üretici için çıktı yönlü teknik etkinlik ölçütü $TE_0(x^A, y^A) = (\phi^A)^{-1} < 1$ olmaktadır (Atılğan, 2012: 22).

Bazı durumlarda teknik etkinlik ölçümü girdi yönlü yaklaşım uygun olurken, diğer durumlarda çıktı yönlü yaklaşım uygun olmaktadır. Bu sebeple iki yaklaşım

arasındaki ilişkinin belirlenmesi gerekmektedir. Girdi yönlü yaklaşım ve çıktı yönlü yaklaşım arasındaki ilişki şu şekilde gösterilebilir;

$$TE_i(y, x) = TE_0(x, y) \forall (y, x) \in GR \Leftrightarrow L(\lambda y) = \lambda L(y) \Leftrightarrow P(\lambda x) = \lambda P(x) \quad (1.11)$$

Bu yüzden teknolojinin birinci dereceden homojen olması halinde girdi ve çıktı yönlü etkinlik ölçütleri aynı skorları vermektedir. Aksi takdirde üreticilerin performanslarının değerlendirilmesi etkinlik ölçümünün yönüne duyarlı hale gelmektedir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 46).

1.5. UZAKLIK FONKSİYONLARI

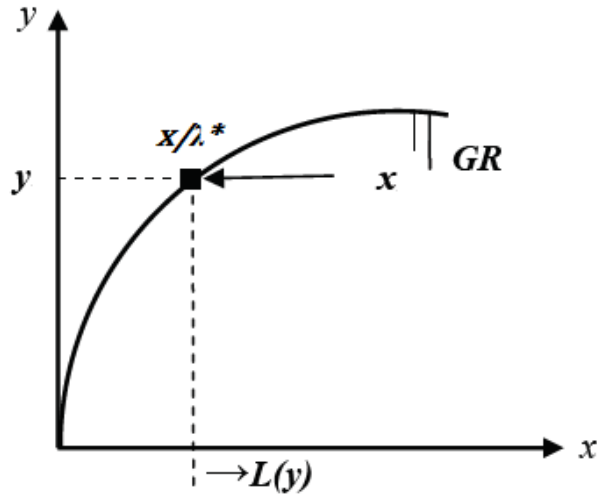
Önceki bölümde belirtildiği üzere uzaklık fonksiyonları teknik etkinliğin ölçümünde kullanılmaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 28). Aynı zamanda tek çıktıdan oluşan üretim fonksiyonlarında mümkün olan parametrik gösterim imkanının ortadan kalktığı durumda yani çoklu çıktılarının üretilmesi için çoklu girdilerin kullanılmasının gerektiği durumlarda üretim teknolojisinin fonksiyonel yapısını belirlemek için uzaklık fonksiyonları kullanılmaktadır (Coelli vd., 2005: 47). Girdi uzaklık fonksiyonları ve çıktı uzaklık fonksiyonları olarak iki ana kategoride ele alınan uzaklık fonksiyonları, cari üretimin üretim imkanları sınırına ne kadar uzak olduğunun ölçülmesinden ibarettir.

1.5.1. Girdi Uzaklık Fonksiyonu

Girdi uzaklık fonksiyonu aynı çıktı vektörünü üretebilmek için girdi vektöründe gerçekleştirilebilecek maksimum radyal ya da skaler küçültmeyi girdi kümeleri yardımıyla göstermektedir (Atılğan, 2012: 12). Bu durumda girdi uzaklık fonksiyonu,

$$D_i(y, x) = \max \left\{ \lambda: \begin{bmatrix} 1 \\ \lambda \end{bmatrix} x \in L(y) \right\} \quad (1.5)$$

olarak tanımlanmaktadır (Greene, 2008, s.102), (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 28), (Coelli vd., 2005: 49).



Şekil 1.8. Girdi Uzaklık Fonksiyonu

Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 25)

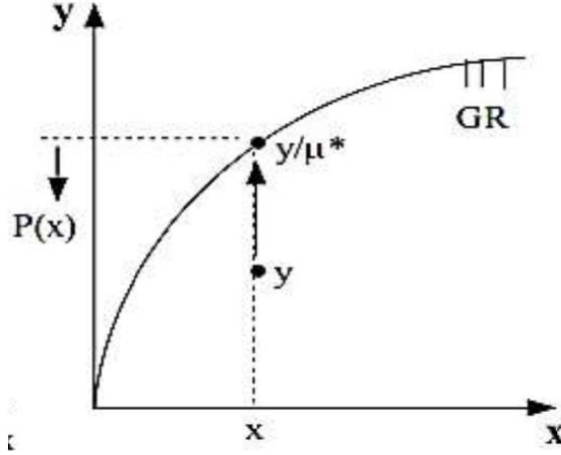
Şekil 1.8 girdi uzaklık fonksiyonunu Denklem 1.5 ile verilen tanımı betimlemektedir. Şekle göre, x girdi vektörüyle y çıktısı üretilebiliyorken aynı miktarda y çıktısı daha küçük olan (x/λ^*) girdi vektörüyle de üretilebilmektedir. Bu durumda girdi uzaklık fonksiyonu $D_i(y, x) = \lambda^* > 1$ olmaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 29).

1.5.2. Çıktı Uzaklık Fonksiyonu

Çıktı uzaklık fonksiyonu, veri girdi vektörü ile üretilebilir olmak şartıyla çıktı vektörünün radyal ve skaler olarak maksimum genişletilebilme miktarı olarak Shephard (1970) tarafından tanımlanmıştır. Çıktı uzaklık fonksiyonu çıktı kümesi sınırına ya da üreticinin üretim olanakları sınırına olan uzaklığının ölçümüyle ilgilenmekte ve çıktı kümeleri yardımıyla gösterilmektedir (Atılğan, 2012: 20). Bu durumda çıktı uzaklık fonksiyonu:

$$D_0(x, y) = \min\{\mu: y/\mu \in P(x)\} \quad (1.6)$$

olarak tanımlanmaktadır (Greene, 2008: 148), (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 30), (Coelli vd., 2005: 47), (Diewert, 1982: 1399).



Şekil 1.9. Çıktı Uzaklık Fonksiyonu

Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 31)

Şekil 1.9 çıktı uzaklık fonksiyonunu Denklem 1.6 ile verilen tanımları üreten olanakları kümesi GR yardımıyla görsel olarak açıklamaktadır. Şekilde y çıktı x kadar girdi kullanılarak üretilebilmektedir. Ancak aynı girdi vektörü ile çıktının $\left(\frac{y}{\mu^*}\right)$ düzeyine artırılması mümkündür. Bu çerçevede çıktı uzaklık fonksiyonu $D_0(x, y) = \mu^* < 1$ olmaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 30).

İKİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM ETKİNLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ

2.1. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Etkinlik ölçümü; bir karar alma biriminin neyi elde etmeyi amaçladığı, kullandığı girdilerin neler olduğu, elindeki kaynakları hangi yöntem ve teknikler uygulayarak amaçladığı hedeflere dönüştürdüğü belirlenerek, faaliyeti sonucunda elde ettiği çıktının hedeflenen amaçlara doğrudan ulaşılmasındaki kesin etkileri ile diğer yan amaçların elde edilmesindeki geniş ve dolaylı etkilerinin değerlendirilmesidir (Yeşilyurt, 2003).

Günümüzde değişimlerin hızlı ve sürekli bir şekilde meydana gelmesi işletmelerin karmaşık bir yapıya sahip olması sonucunda etkinlik ölçümünde birden çokmodel kullanılmaktadır. Etkinlik ölçümüne ilişkin geliştirilen yöntemler üç ana grupta toplanabilir:

- i) İki değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen ya da bir çıktı ile birçok girdinin bileşimi arasındaki ilişkiyi inceleyen “oran analizi” yöntemi,
- ii) Herhangi bir analitik üretim fonksiyonunun varlığını kabul ederek ölçüm yapan parametrik yöntemler,
- iii) Üretim fonksiyonu ile ilgili önceden belirlenmiş herhangi bir analitik formun varlığını öngörmeyen parametrik olmayan yöntemler.

2.1.1. Oran Analizi

Etkinlik ve performans ölçümünde kullanılan yöntemlerden en yaygın ve uygulaması kolay olanı oran analizidir. Oran analizi, tek bir girdi ile tek bir çıktının birbirine oranlanması esasına dayanmaktadır. Oran analizinin iki avantajı vardır: Birincisi tek girdi ve tek çıktı ile sınırlı olduğundan kullanımı ve yorumlanması çok kolaydır. İkincisi ise çok az bilgiye ihtiyaç duymaktadır. Buna karşın oran analizinin birçok dezavantajı bulunmaktadır. Birden fazla girdi veya çıktının sözkonusu olduğu durumlarda oran analizi etkinliği açıklamada yetersiz kalmaktadır.

Tek bir orana bakılarak çok sayıda girdi veya çıktı içeren karar birimlerinin etkinliğini değerlendirmek mümkün değildir. Bütün girdi ve çıktıların birbirine oranlanması halinde oranlardan biri karar biriminin etkin olduğunu gösterirken,

diğeri etkin olmadığı sonucunu gösterebilir. Dolayısıyla bu tür modellerde oran analizi kullanmak anlamlı değildir. Ayrıca farklı birimlere sahip girdi ve çıktılar mevcut olduğu zaman girdi ve çıktıları ayrı ayrı değerlendirmek gerekir. Çok sayıda oranın anlamlı bir şekilde gruplanarak yorumlanması imkânsız hale gelmekte ve araştırmacıya cevap verememektedir. Girdi ve çıktı sayısı arttıkça oran analizi daha da yetersiz duruma gelmektedir (Sarı, 2015).

Oran analizindeki oranlama, görelî de olsa en iyiye göre değil, var olan değerlerin birbirlerine bölümüyle elde edilir. Bu ise, bir performans iyileştirilmesi işlemi değil yalnızca bir durum belirlemesidir. Bu analiz ile elde edilen oranlar tek başlarına anlamlı değildir. Bu oranlar, aynı endüstri kolundaki benzer işletmelerin oranları ile, işletmenin geçmiş dönemlerdeki oranları ile veya işletmelerin aynı dönem içindeki birbirleriyle ilgili diğer oranlar ile karşılaştırılarak anlamlı hale getirilebilir ve yorumlanabilir (Bal, 2010).

2.1.2. Parametrik Yöntemler

Parametrik yöntemlerde amaç, etkinlik ölçümü gerçekleştirilecek birimlerin girdileri ile çıktıları arasında fonksiyonel bir ilişki olduğu varsayımıyla bu fonksiyonun parametrelerinin tahmin etmektir. Bu çerçevede girdilerle çıktılar arasındaki fonksiyonel ilişki için ‘Cobb-Douglas’ tipi üretim fonksiyonu çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Genel olarak, parametrik yöntemlerle etkinlik ölçümünde regresyon teknikleri ile tahmin yapılırken üretim fonksiyonu çoğunlukla bir tek çıktı birçok girdi ile ilişkilendirilerek tanımlanmaktadır. Ayrıca birçok girdi ile birçok çıktının ilişkilendirildiği parametrik yöntemlerin de geliştirilmişse de konuyla ilgili literatürde yaygın kullanım alanı bulamamıştır (Gülcü vd., 2004). Çoklu regresyon analizi ile yapılan etkinlik ölçümünde, regresyon doğrusunun üzerinde kalan birimler etkin olarak tanımlanırken, doğrunun altında kalan birimler etkin olmayan olarak nitelendirilmektedir. Analiz sonunda regresyon çıktılarından elde edilen artık değerlerine göre etkinlik yorumu yapılır. Pozitif artıklar etkin, negatif artıklar ise etkin olmayan karar birimlerini tanımlamaktadır (Kıran, 2008).

Regresyon Analizinde ölçüm yapmanın üç sakıncası vardır. Birincisi, bu yöntem bir tek eşitliğe dayanan bir fonksiyonu kullanan birden çok girdi değişkenine karşın ancak bir çıktı değişkeninin analizini yapabilmektedir. İkincisi, regresyon analizi en iyi performansı gösteren birimi referans olarak almak yerine, ortalama

performans gösteren birime göre etkinlikleri tanımlamaktadır. Regresyon analizi ile etkin olarak tanımlanan birimler sadece ortalamanın üzerinde performans gösteren birimler olmaktadır. Bu ise, en iyi karar birimlerine göre iyileştirmeye olanak tanımaz ve hatta onları bir ortalamaya çekme gibi bir sonuca götürür. Bu da performans iyileştirme değil, en iyi performansı ortalama performans olarak kabul etmek anlamına gelir. Hiç şüphesiz bunun da akılcı ve yeterli bir yöntem olduğu söylenemez. Üçüncüsü ise, regresyon analizi bir eşitlikte bulunan çıktılarla girdilerin nasıl ilişkilendirildiğine dair parametrik bir üretim fonksiyonunun tanımlanmasını gerektirmekte ve verimsiz birimleri tanımlayamamaktadır.

Özellikle yapısal üretim fonksiyonunun tanımlanmasının güç olduğu örgütlerde regresyon analizi performans ölçümünde çok yetersiz kalmaktadır (Gülcü vd., 2004). Örneğin aynı sektörde faaliyet gösteren firma ya da işletmeler farklı teknolojiler ve farklı girdi kombinasyonları kullanılarak üretim yapabilmektedir. Bu da üretim fonksiyonunun tek bir yapıda tanımlanmasını ve dolayısıyla regresyon analizinin gerektirdiği ortak bir fonksiyonun kullanılmasını güçleştirmektedir.

2.1.3. Parametrik Olmayan Yöntemler

Literatürde belli bir analitik formun varlığını varsayıp katsayı tahmini yapan parametrik yöntemlerin yanı sıra parametrik olmayan yöntemler ve doğrusal programlama kökenli etkinlik sınırına uzaklığı ölçen yöntemlerde bulunmaktadır (Mercan ve Yolalan, 2000). Parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemlerinden en yaygın olarak kullanılanı matematik programlama tabanlı etkinlik ölçüm yöntemi olan Veri Zarflama Analizi akla gelen ilk yöntemdir.

Parametrik yöntemlere bir seçenek olarak ortaya çıkan parametrik olmayan yöntemler, etkinlik ölçümü yaparken genel olarak matematiksel programlama çözüm tekniği kullanılır. Parametrik olmayan yöntemler, üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmez. Bu özelliklerinden dolayı parametrik yöntemlere göre daha esnektir. Ayrıca, birçok girdili ve birçok çıktılı üretim ortamlarında etkinlik ölçümü için çok uygun bir yapıya sahiptir (Yolalan, 1993).

Etkin sınırdan sapmaları etkinsizlik olarak değerlendiren parametrik olmayan yöntemler, çok girdi ve çok çıktı bulunan bir üretim sürecini bütün olarak ele alabilmektedir. Parametrik olmayan yöntemlerin farklı ölçü birimlerindeki üretim

faktörlerini ortak bir paydada buluşturmak için ihtiyaç duyulan ağırlıklandırma işlemini ortadan kaldırması, bu yöntemlerin diğer yöntemlere üstünlük sağlayan bir özelliktir. Bu özelliklerine ek olarak, parametrik olmayan yöntemlerin göreceli etkinlik ölçümlerinde çok yaygın kullanılmasının temel nedenleri arasında farklı uzmanlıkları olan, fakat aynı ürünleri üreten veya servisleri sunan karar birimlerinin özelliklerini dikkate alması, üretim ekonomisinin çerçevesiyle uyum içinde olması, etkinlik skorunu oluşturan etkinlik bileşenlerini belirleyebilmesi sayılabilir (Depren, 2008).

Parametrik olmayan yöntemlerin en büyük eksikliklerinden biri veri tabanına karşı duyarlı olmasıdır. Veri kümelerinde oluşabilecek en küçük bir hata ölçümde büyük sapmalar meydana getirebileceği gibi hatasız veri kümesinden oluşsa dahi seçilen girdi-çıktı bileşenlerinin üretim dönüşümünü iyi temsil edemediği durumlarda da etkinlik ölçümü başarısız olmaktadır. Bu nedenle girdi ve çıktı veri kümesinin meydana gelebilecek hatalardan uzak tutulması ve belirlenmiş girdi-çıktı bileşenlerinin üretim sürecini iyi bir şekilde temsil edebilmesi ölçümün tutarlılığı açısından kritik önem taşımaktadır (Sarı, 2015).

2.2. STOKASTİK SINIR ANALİZİ

Stokastik sınır analizi (SSA), çoğunlukla maksimum kâr ve minimum maliyetle üretim yapma, mümkün olduğunca en yüksek düzeyde gelir elde etme ve üretim sürecinde ortaya konulmuş hedeflere ulaşmakta kullanılmaktadır (Avcı ve Çağlar, 2016). Bu da maliyet, kâr ve üretim gibi bağımlı değişkenlerle girdi, üretim teknolojisi ve çevresel faktörler gibi bağımsız değişkenler arasında kurulan ve hata terimine de yer verilen fonksiyonel bir ilişki çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. SSA'dan önce kullanılmakta olan Aigner ve Chu (1968)'nin deterministik modeli, Winsten (1957)'in kullandığı Düzeltilmiş Sıradan En Küçük Kareler (DSEKK) yöntemi, Afriat (1972) ve Richmond (1974) tarafından kullanılan Uyarlanmış Sıradan En Küçük Kareler (USEKK) yöntemlerinde üretim sınırlarından sapmaların tamamı etkinsizlik olarak kabul edilmiş ve sapmaların rassal olgulardan etkinlenmediği varsayılmıştır. Ancak bu eksiklik Aigner, Lovell ve Schmidt (1977) ve Meeusen ve Van Den Broeck (1977) tarafından birbirinden bağımsız ve eş zamanlı olarak geliştirilen, etkinsizlik nedeniyle gerçekleşen sapmanın bulunabilmesi için rassal etkiler ile etkinsizlik nedenlerinin ayrıştırılabildiği SSA yöntemiyle giderilmiştir. SSA yöntemiyle teknik ve tahsis etkinliğinin ölçülmesi amaçlanmıştır

ve hesaplanan bu etkinlik ölçümleri gerçekte bilinmeyen etkin karar verme birimlerinin üretim sınırlarının tahminlerini içermektedir. Üretim sınırını tahmin etmek için Aigner ve Chu (1968) Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun bir formu olarak aşağıdaki şekilde ele almışlardır:

$$\ln y_i = x_i' \beta - u_i \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2.1)$$

Denklem 2.1'de y_i i. firmanın çıktısını, x_i girdi vektörünü, β bilinmeyen parametreler vektörünü ve u_i ise teknik etkinsizlik ile ilişkili negatif olmayan rassal bir değişkendir. Burada amaç, üretim sınırının yapısını tanımlayan β parametre vektörünün tahminini elde etmek ve her bir üreticinin teknik etkinliğinin belirlenmesinde kullanılan u_i hata terimini tahminlemektir (Kumbhakar ve Lovell, 2000).

SSA yöntemi, üretim teknolojisi sınırlarından meydana gelen sapmaları iki kısma ayırmaktadır. Birinci kısım, hem üretim fonksiyonuyla ilişkili çevresel faktörleri, hem de üretim fonksiyonunun yanlış tanımlanması ve ölçme hataları gibi spesifikasyon hatalarını kapsayan rassal hataları içermektedir; ikinci kısım ise firma açısından yönetsel bir aksaklığı ya da X-etkinsizlikten kaynaklanabilecek olan etkinsizliği ifade etmektedir (Atılğan, 2012, s.31).

2.2.1. Stokastik Üretim Sınır Fonksiyonu

SSA yöntemine yapılan başlıca eleştiri ölçüm hataları ve istatistiksel gürültüden kaynaklanan hataların hesaba katılmamasından kaynaklanan tüm sapmaların teknik etkinsizlikten kaynaklandığının kabul edilmesi olduğu daha öncede bahsedilmişti. Bu sorunun çözülmesi için modele istatistiksel gürültüyü temsil eden bir başka rastgele değişken dahil edilmiştir. Teknik etkinsizliği temsil eden negatif olmayan rastgele hata ve istatistiksel gürültüyü temsil eden simetrik rastgele hatanın bulunduğu bu model stokastik üretim sınırı modelidir. Stokastik üretim sınırları üretilen bir tane çıktı olduğunda ya da birden çok çıktının tek bir çıktı olarak birleştirilmesi durumunda kullanılabilir. Stokastik üretim sınırları ilk kez Aigner vd. (1977) ve Meusen ve Van den Broeck (1977) tarafından eş zamanlı olarak tanıtılmıştır.

Aigner vd. (1977) ile Meeusen ve Van den Broeck (1977) stokastik üretim sınırı fonksiyonunu aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$\ln y_i = x_i' \beta + v_i - u_i \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2.2)$$

Denklem 2.2'de y_i üreticilerin gerçekleşen çıktılarını, x_i girdi vektörünü, v_i çevresel faktörler ve ölçüm hatlarını içeren rassal hatayı, u_i ise teknik etkinsizliği tanımlayan negatif olmayan rassal değişkeni gösterir. β tahmin edilecek parametreler iken $x_i' \beta$ üretim sınırını tanımlamaktadır. Aigner vd. (1977) v_i 'lerin sıfır ortalamalı ve σ_v^2 varyanslı bağımsız ve özdeş olarak normal dağılımlı rassal değişkenler olduğunu ve yine bağımsız ve özdeş olarak üstel ya da yarı normal dağılım gösteren rassal bir değişken olduğu varsayılan u_i 'den bağımsız olduğunu varsaymışlardır. Sadece tek bir x_i girdisini kullanarak y_i çıktısını elde etmek için bir Cobb-Douglas stokastik üretim sınır modelini aşağıdaki gibi de tanımlamak mümkündür:

$$\ln y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln x_i + v_i - u_i \quad (2.3)$$

$$y_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i + v_i - u_i) \quad (2.4)$$

$$y_i = \underbrace{\exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i)}_{\text{Deterministik Bileşen}} \times \underbrace{\exp(v_i)}_{\text{Rassal Hata}} \times \underbrace{\exp(-u_i)}_{\text{Etkinsizlik}} \quad (2.5)$$

Deterministik Bileşen Rassal Hata Etkinsizlik

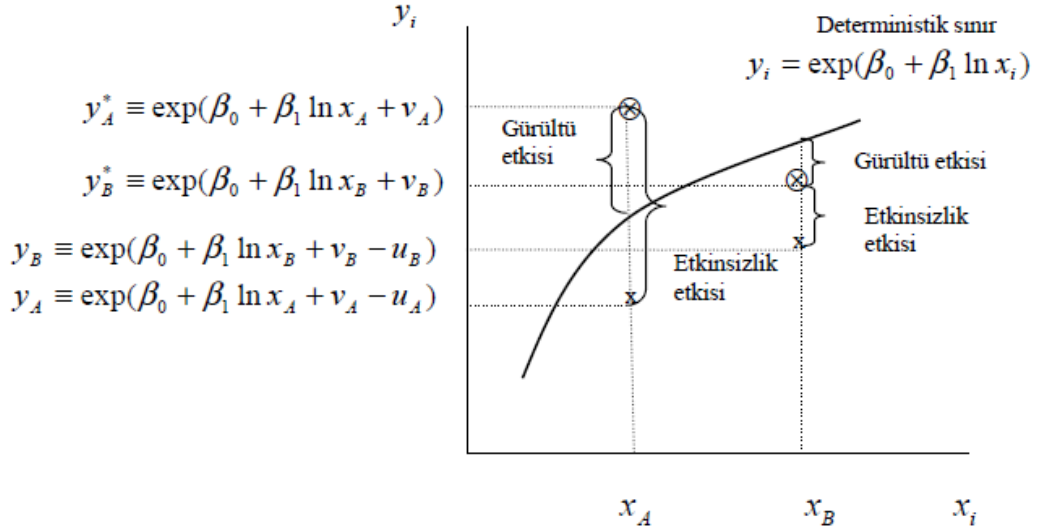
Üretim fonksiyonunda etkinsizliğin olmadığı, üretim sınırında gerçekleşen ve etkin durumu tanımlayan çıktı düzeyi aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$y_i^* = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + v_i) = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_1) \times \exp(v_i) \quad (2.6)$$

Teknik etkinlik ise gerçekleşen çıktının sınır çıktısına oranı olduğu için aşağıdaki gibi ölçülmektedir:

$$\begin{aligned} TE_i &= \frac{y_i}{y_i^*} = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + v_i - u_i)}{\exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + v_i)} \\ &= \exp(-u_i) \end{aligned} \quad (2.7)$$

Teknik etkinliğin bu ölçümü 0 ile 1 arasında değer verir. Teknik etkinliğin stokastik üretim sınırlarında belirlenmesi girdi değerleri yatay eksen boyunca, çıktı değerleri ise dikey eksen boyunca olmak üzere Şekil 2.1 'de görsel olarak sunulmuştur.



Şekil 2.1. Stokastik Üretim Sınırı.
Kaynak: Coelli vd. (2005: 244)

Şekil 2.1'de y_A çıktısını üretmek için x_A girdi seviyesini kullanan bir A firması ve y_B çıktısını üretmek için x_B girdi seviyesinin kullanan bir B firması temsil edilmektedir. Firmaların rassal hatayı da içeren sınır çıktıları sırasıyla şu şekildedir:

$$y_A^* = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_A + v_A) \quad (2.8)$$

ve

$$y_B^* = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_B + v_B) \quad (2.9)$$

A firması ve B firması için sınır çıktılarının (y_A^* ve y_B^*) deterministik üretim sınırından sapması rassal hatayı, gerçekleşen çıktılarının (y_A ve y_B) sınır çıktılarından sapması da etkinliğini vermektedir. Şekilde görüldüğü üzere sınır çıktıları (gözlenemeyen), sınırın deterministik kısmının altında ya da üstünde eşit olarak dağılım gösterebilir. Ancak gerçekleşen (gözlenen) çıktılar sınırın deterministik kısmının altında bulunma eğilimindedir. Nitekim sadece rassal hata

teriminin pozitif ve etkinsizlikten büyük olması durumunda ($\varepsilon_i \equiv v_i - u_i > 0 \Leftrightarrow y_i^* > \exp(x_i^* \beta)$) gerçekleşen çıktının deterministik sınırın üstünde olması durumu gerçekleşecektir (Coelli vd., 2005: 244).

2.2.2 Parametre Tahminleri

Teknik etkinliğin hesaplanabilmesi için öncelikle Denklem 2.2 ile tanımlanan stokastik üretim sınır fonksiyonunun parametrelerinin tahmin edilmesi gerekir. Ayrıca varsayımlarında üzerine kurulduğu bileşik hata teriminin ($\varepsilon_i = v_i - u_i$) rassal hata v_i ve etkinsizlik $-u_i$ parçalarına ayrıştırılıp tahmin edilmelidir. Genel olarak her v_i her u_i 'den bağımsız olarak dağılmakta olup her iki hata da x_i açıklayıcı değişkenleri ile ilişkisizdir. Bileşik hatayı oluşturan v_i ve u_i ile ilgili bazı varsayımlar aşağıdaki gibidir (Coelli vd., 2005: 245):

- $E(v_i) = 0$ (Sıfır ortalamalı) (2.10)

- $E(v_i^2) = \sigma_v^2$ (Eş varyanslı) (2.11)

- $E(v_i v_j) = 0, i \neq j$ (İlişkisiz) (2.12)

- $E(u_i^2) = \text{sabit}$ (Eş varyanslı) (2.13)

- $E(u_i u_j) = 0, i \neq j$ (İlişkisiz) (2.14)

Bu varsayımlara göre v_i 'ler 0 ortalamalı σ_v^2 varyanslı bağımsız ve özdeş dağılan normal rastgele değişkenlerdir. Bu varsayımlar altında sıradan en küçük kareler (SEKK) kullanarak eğim katsayılarının tutarlı tahminleri elde edilebilir ancak β_0 kesişim katsayısı tahmini yanlı olmaktadır. Çünkü etkinsizlik teriminin sıfırdan büyük bir ortalamaya sahip olması durumunda $E(\varepsilon_i) = -E(u_i) \leq 0$ olacaktır. Diğer yandan SEKK yöntemi ile bileşik hata terimi ayrıştırılamaz ve teknik etkinlik ölçütleri de hesaplanamaz (Coelli vd., 2005: 245; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 73-74). Daha iyi bir çözüm için iki hata terimiyle ilgili bazı dağılım varsayımları ekleyerek daha tutarlı tahminler sunan maksimum olabilirlik (ML) yöntemini kullanarak modeli tahmin etmektir.

Aigner vd. (1977) stokastik üretim sınırını maksimum olabilirlik (ML) tahminlerini elde etmek için aşağıdaki varsayımları kullanmaktadır:

$$v_i \sim iid N(0, \sigma_v^2) \quad (2.15)$$

$$u_i \sim iid N^+(0, \sigma_u^2) \quad (2.16)$$

Varsayım 2.15, v_i 'lerin sıfır ortalama çevresinde σ_v^2 varyansla bağımsız ve özdeş olarak dağılan normal rassal değişkenler olduğunu ifade ederken, Varsayım 2.16 u_i 'lerin sıfır ortalama civarında σ_u^2 varyans ile bağımsız ve özdeş dağılan yarı normal rassal değişkenler olduğunu ifade etmektedir. Her bir u_i 'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu 0 ortalamalı ve σ_u^2 varyansa sahip kesik normal dağılım biçimindedir. Aigner vd. (1997), bileşik hata terimi ε_i için marjinal yoğunluk fonksiyonunu şu şekilde belirtmiştir:

$$f(\varepsilon) = \frac{2}{\sigma} \cdot \phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) \cdot \Phi\left(-\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right) \quad (2.17)$$

Denklem 2.17'de ϕ standart normal dağılım yoğunluk fonksiyonunu, Φ ise standart normal birikimli dağılımı ifade eder. Ayrıca $-\infty \leq \varepsilon \leq +\infty$ için $\varepsilon = v + u$ 'dur ve diğer değişkenler $\sigma = (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)^{1/2}$ ve $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$ olarak tanımlanmıştır. Burada λ firmaları birbirinden ayıran, rassal hatanın iki kaynağının nispi değişkenlerini belirtmektedir. $\lambda = 0$ ise teknik etkinsizlik yoktur ve tüm sapmalar gürültüden kaynaklanmaktadır. Bu parametreler kullanılarak log-olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$\ln L(y | \beta, \sigma, \lambda) = -\frac{1}{2} \ln\left(\frac{\pi\sigma^2}{2}\right) + \sum_{i=1}^N \ln \phi\left(-\frac{\varepsilon_i\lambda}{\sigma}\right) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2 \quad (2.18)$$

Denklem 2.18'dey çıktı vektörünü gösterirken, $\varepsilon_i = v_i - u_i = \ln y_i - x_i'\beta$ birleşik hata terimidir. $\phi(x)$ ise standart normal rastgele değişkenin kümülatif dağılım fonksiyonudur. λ ise u ve v 'nin ε 'na göreli katkılarını gösterir. β, σ ve λ için birinci derede koşulları tanımlanıp maksimizasyon gerçekleştirildiğinde değişkenler tahminlenmektedir. Ancak $\hat{\beta}$ tahminleri σ^2 bağımsız elde edilemediği için Aigner vd. (1977) tarafından iteratif bir çözüm bulunsa da Battese ve Corra (1977) tarafından geliştirilen iteratif optimizasyon süreci daha uygun bulunmuştur.

Battese ve Corra log-olabilirlik fonksiyonu parametreleri için $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ ve $\gamma = \sigma_u^2/\sigma^2 \in [0,1]$ önermişlerdir. Buradaki γ parametresi 0 ile 1 arasında bir değer alır ve $\gamma = 0$ durumu sınırdan olan tüm sapmaların rassal hatalardan kaynaklandığını ifade ederken $\gamma = 1$ durumu ise tüm sapmaların etkinsizlikten kaynaklandığını ifade etmektedir (Coelli vd., 2005: 246). Battese ve Corra'nın böyle bir kullanım ileri sürmesinin sebebi Aigner ve Lovell'in ileri sürdüğü λ parametresi

negatif bir değer alabiliyorken γ parametresinin 0 ile 1 arasında bir değer alıyor olabilmesidir. Battese ve Corra (1977) log-olabilirlik fonksiyonunu aşağıdaki gibi tanımlamaktadır:

$$\ln L(y|\beta, \lambda, \sigma^2) = -\frac{N}{2} \ln\left(\frac{\pi}{2}\right) + -\frac{N}{2} \ln(\sigma^2) + \sum_{i=1}^N \ln[1 - \Phi(z_i)] - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2 \quad (2.19)$$

Burada $z_i = [(y_i - x_i\beta)/\sigma] \cdot [\gamma/(1 - \gamma)]^{1/2}$ olarak tanımlanmakta ve Φ standart normal rastgele değişkenin dağılım fonksiyonunu ifade etmektedir. Battese ve Corra yönteminde σ^2, γ ve β parametreleri tahmini için ilk aşamada en küçük kareler yöntemin uygulayarak σ^2 ve β için başlangıç değerleri tahmin edilir, ikinci aşamada $\lambda \in [0,1]$ değerleri için log olabilirlik ($\ln L$) hesaplanır ve son aşamada ilk iki aşamada tahmin edilen σ^2, γ ve β değerleri iteratif optimizasyon sürecinde kullanılmaktadır. Olabilirlik tahmin edicileri sürekli ve asimptotik etkindir (Aigner vd., 1977).

2.2.3 Teknik Etkinliğin Tahmini

Teknik etkinlik verilen bir çıktı vektörünün üretiminde minimum girdiyi kullanma yeteneğini ya da verilen bir girdi vektöründen maksimum çıktıyı elde etme yeteneğini ifade eder. Denklem 2.2'de verilen üretim sınırı ile ilgili teknik etkinlik ölçütü denklem 2.7'de verilmişti. Ortalama teknik etkinliği tahmin edebilmek için stokastik sınır üretim fonksiyonu kurulduktan sonra bir önceki bölümde anlatılan parametrelerin tahmin edilmesi ve sonrasında parametrelerin en çok olabilirlik tahmin edicileri yerine konularak tahmin edilir. Aigner vd. (1977) tüm örneklem için ortalama teknik etkinliğin tahminine yönelik olarak $[1 - E(u)]$ ölçütünü önermektedir. Buna karşılık Lee ve Tyler (1978) teknik etkinlik tanımı ile daha uyumlu olan $E(\exp\{-u\})$ eşitliğini ileri sürmüşlerdir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 77):

$$E(\exp\{-u\}) = 2[1 - \Phi(\sigma_u)] \cdot \exp\left\{\frac{\sigma_u^2}{2}\right\} \quad (2.20)$$

Denklem 2.20'de u 'nun nokta tahminleri elde edildiği zaman her bir karar verme biriminin teknik etkinlik tahminleri $TE_i = \exp(-\hat{u}_i)$ şeklindedir. Burada $\hat{u}_i, E(u_i|\varepsilon_i)$ 'dir. Ancak bu yaklaşımda SSA yönteminin temel sorunlarından olan teknik etkinliğin gözlem düzeyinde tahmin edilemeyip sadece örneklemin ortalama

etkinliğini tahmin edebilme durumu söz konusu olduğundan Jondrow vd. (1982) tarafından geliştirilen yöntem (JLMS) ile üretici bazında teknik etkinliklerin hesaplanmasına imkân tanınmıştır. JLMS teknik etkinliğin tahmini için u_i ile ilgili bazı bilgilere ihtiyaç duyar, y_i belirlendiğinde u_i 'nin koşullu birikimli olasılık yoğunluk fonksiyonu şu şekildedir:

$$f(u_i|y_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_*^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_*^2}(u_i - u_i^*)^2\right\} / \Phi\left(\frac{u_i^*}{\sigma_*}\right) \quad (2.21)$$

Denklem 2.21'de $u_i^* = -(\ln y_i - x_i'\beta)\sigma_u^2/\sigma^2$ ve $\sigma_*^2 = \sigma_v^2\sigma_u^2/\sigma^2$ 'dir. Bu koşullu birikimli olasılık yoğunluk fonksiyonu i. karar verme birimi seçildikten ve y_i gözlemlendikten sonra u_i 'nin olası değerleri hakkında bilgi verir. Jondrow vd. u_i 'yi belirlemek için aşağıdaki tahmin fonksiyonunu kullanmışlardır (Coelli vd., 2005: 254):

$$\hat{u}_i \equiv E\{u_i|y_i\} = u_i^* + \sigma_* \left[\frac{\phi(u_i^*/\sigma_*)}{\Phi(u_i^*/\sigma_*)} \right] \quad (2.22)$$

Denklem 2.22'de ϕ standart normal rastgele değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonudur. Bu denkleme göre i. firmanın teknik etkinliği $TE_i = \exp\{-u_i\}$ olacağından $\exp(-\hat{u}_i)$ tahmin edicisi kullanılabilir. Ayrıca teknik etkinlik tahmininde Battese ve Coelli tarafından $f(u_i|y_i)$ kullanılarak sunulan alternatif bir yöntem de şu şekildedir:

$$\widehat{TE}_i = E\{\exp(-u_i)|y_i\} = \left[\Phi\left(\frac{u_i^*}{\sigma_*}\right) - \sigma_* \phi\left(\frac{u_i^*}{\sigma_*}\right) \right] / \Phi\left(\frac{u_i^*}{\sigma_*}\right) \cdot \exp\left\{-\frac{\sigma_*^2}{2} - u_i^*\right\} \quad (2.23)$$

SSA teknik etkinlik tahminlerine ulaşmak için dağılımlarla ilgili varsayımların gerçekleşmesi gerekir, v_i hata teriminin normal dağılıma sahip olduğu daha önceden belirtilmişti. Etkinsizliği betimleyen hata terimi u_i 'nin dağılımıyla ilişkin çeşitli varsayımlar mevcuttur. Bunlar arasında en sık kullanılanlar yarı normal dağılım, üssel dağılım ve kesikli normal dağılım olmakta birlikte Greene (1980a, 1980b) gamma dağılımını, Stevenson (1980) ise gamma ve kesikli normal dağılımların kullanıldığı alternatif modeller geliştirmişlerdir.

2.3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Literatürde Veri Zarflama Analizi olarak geçen görelî etkinlik ölçümü, Etkinlik Analizi (EA) olarak da bilinir (Banker, 1984). Veri Zarflama Analizi, aynı tür girdileri kullanarak aynı tür çıktıları üreten karar verme birimlerinin, birbirlerine göre görelî etkinliklerini ölçmek için tasarlanmış, doğrusal programlama ilkelerine dayanan, parametrik olmayan bir yöntemdir (Akal, 1993). Burada söz edilen karar verme birimi, birbirine benzeyen girdiler yardımıyla birbirine benzeyen çıktılar üreten işletme, kurum, firma, şirket gibi etkinliği incelenen birimlerdir.

Veri Zarflama Analizi ilk kez 1957 yılında Farrell tarafından Ortalama Performans ölçütüne karşılık ortaya atılan Sınır Üretim Fonksiyonu önerisi ile şekillenmiş, Charnes, Cooper, Banker ve Rhodes (1978) ve Banker, Charnes ve Cooper (1984)'in çalışmalarıyla bu günkü haline gelmiştir.

Veri Zarflama Analizi yöntemi, karar verme birimlerini fonksiyonel bir yapıya gereksiz olmadan aynı anda değerlendirebilir ve etkin karar verme birimleri etkin olmayan karar verme birimlerinden ayırabilir. Ayrıca etkin karar verme birimler içerisinden etkin olmayan karar verme birimler için referans kümeleri belirleyebildiği için kullanımını giderek yaygınlaşan bir tekniktir (Banker, 1984). Veri Zarflama Analizi, etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin olmayışının kaynağını ve miktarını tanımlamaktadır. Dolayısıyla, karar verme birimi ya da yöneticisi kaynağı ve miktarı belli olan bu etkin olmayış sorununun giderecek gerekli önlemleri alabilecektir (Golany ve Roll, 1989).

Veri Zarflama Analizi'nin kullanılmasındaki en büyük neden, girdi ve çıktıların ortak birimle ifade edilmediği organizasyonlarda etkinlik ölçümünün yapılmasına imkân vermesi ve etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin duruma getirilebilmesi için yapılması gereken işlemler hakkında yol gösterebilmesidir (Ferrier ve Lovell, 1998).

2.3.1. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları

Veri Zarflama Analizi'nin uygulanmasında izlenen aşamalar sırasıyla,

- Karar verme birimlerinin seçimi,
- Modelde kullanılacak girdilerin ve çıktıların seçilmesi,

- Çalışmada kullanılacak verilerin elde edilebilirliği ve ulaşılan verilerin güvenilirliği,
- Veri Zarflama Analizi modelinin belirlenmesi ve etkinliğin ölçülmesi,
- Etkinlik değerlerinin belirlenmesi,
- Referans kümelerinin belirlenmesi,
- Etkin olmayan karar verme birimleri için stratejilerin belirlenmesi,
- Sonuçların yorumlanması,

şeklinde verilebilir.

2.3.2. Klasik Veri Zarflama Analizi Modelleri

Veri Zarflama Analizi doğrusal programlama yönteminin geliştirilmiş halidir. Bunun için Veri Zarflama Analizi doğrusal programlama modeli ile ilgili tüm özellikleri taşır. Veri Zarflama Analizi modelleri de bazı kısıtlar altında amaç fonksiyonunun maksimizasyonu ya da minimizasyonu şeklindedir.

Veri Zarflama Analizi girdiye ve çıktıya yönelik olarak iki yönlü kullanılabilecek özelliğinesahiptir. Girdiye yönelik Veri Zarflama Analizi modelleri; belirli bir çıktı bileşimini etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırır. Çıktıya yönelik Veri Zarflama Analizi modelleri ise belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırır. Yani herhangi bir girdi bileşimi için etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin hale getirilmesi için çıktıların ne kadar artırılması gerektiğini belirlemeye çalışır. Amaç çıktıların maksimize edilmesidir (Charnes vd., 1994).

Veri Zarflama Analizi'nde tüm modellerin ortak yanı, hangi karar verme birimlerinin etkinlik sınırını oluşturduklarını, böylece etkinlik sınırının oluşturulmasıyla, etkin ve etkin olmayan karar verme birimlerinin tespit edilmesidir. Modeller arasındaki fark, kullanılan modele göre bu yüzeyin grafiğinde ortaya çıkmaktadır. Sınırın oluşturulmasıyla birlikte sınırın altında kalan etkin olmayan karar verme birimleri için kullanılmayan kaynaklar tanımlanabilir (Örkü, 2004).

2.3.3. Charnes-Cooper-Rhodes modeli

Veri Zarflama Analizi'nin ilk önerilen modeli olan Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) modeli ile ölçeğin sabit getirisi varsayımı altında teknik etkinlik ölçülmektedir. Bu tip Veri Zarflama Analizi modellerinde etkinlik sınırı orijinden başlayıp, etkin olan karar verme birimlerinden geçen bir doğru ile gösterilmektedir. Charnes Cooper Rhodes modeli *girdi yönlü* ve *çıkıktı yönlü* olmak üzere iki şekilde tanımlanabilmektedir (Çağlar, 2003).

Girdi yönlü CCR modelinde θ^* etkinlik skoru olmak üzere, $\theta^* = 1$ ise ve artıklar sıfırsa bu karar verme birimi etkindir. $\theta^* < 1$ ise bu karar verme birimi etkin değildir.

Girdi yönlü CCR modeli, çıktılar sabit tutulurken, girdi miktarının azaltılması yani herhangi bir çıktı düzeyi için etkin olmayan karar verme birimlerinin girdilerini nederece azaltmaları gerektiğini belirlemeye çalışan modellerdir (Charnes vd., 1994). Bu modelin primal ve dual durumundaki modelleri aşağıdaki gibidir (Aslankaraoğlu, 2006; Charnes vd., 1994; Çağlar, 2003).

Primal model:

Min θ

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - \theta x_{i0} \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \theta x_{r0} \geq 0 \quad , \quad \lambda_j \geq 0 \text{ için}$$

Dual model:

Max $\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

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

Çıkıktı yönlü CCR modelinde ise $\theta^* = 1$ ise ve artıklar sıfırsa bu karar verme birimi etkindir. $\theta^* > 1$ ise bu karar verme birimi etkin değildir (Mecit, 2005). Bu modelin primal ve dual modelleri aşağıdaki gibidir (Aslankaraoğlu, 2006; Çağlar, 2003).

Primal model:

Max φ

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - x_{i0} \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \varphi y_{r0} \geq 0 \quad , \lambda_j \geq 0$$

Dual model:

Min $\sum_{i=1}^s v_i x_{i0}$

$$\sum_{i=1}^s u_r y_{rj} = 1 \quad , \quad r = 1, \dots, s$$

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

Burada,

x_{ij} : j. karar verme biriminin kullandığı i. girdi miktarı

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

x_{i0} : Sıfırıncı karar verme biriminin kullandığı i. girdi miktarı

y_{r0} : Sıfırıncı karar verme birimi tarafından üretilen r. çıktı miktarı

u_r : Sıfırıncı karar verme birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık

v_i : Sıfırıncı karar verme birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlıktır.

Bu modellerde s çıktı sayısını, m girdi sayısını, n ise karar verme birimi sayısını gösterir. Dual modellerde görüldüğü gibi, etkinliği hesaplanmak istenilen karar verme biriminin, girdilerinin ağırlıklı ortalamasının minimum yapılması amaçlanmıştır. Kısıtlarda ise etkinliği hesaplanmak istenilen karar verme biriminin çıktılarının ağırlıklı ortalamasının 1 olması sağlanmıştır. Daha sonraki kısıt bütün karar verme birimleri için çıktıların ağırlıklı ortalamasının girdilerin ağırlıklı ortalamasından küçük olmasını sağlamıştır. Bu sayede *çıkıtı/girdi* oranı her bir karar verme birimi için en az 1 olabilir. Bir karar verme birimi için optimum çıktı ortalaması da en az 1 olabilir (Banker, 1984).

Girdi yönlü CCR modeli ile etkin bulunan bir karar verme birimi çıktı yönlü CCR modelinde de etkin bulunmaktadır. Aralarında ilişki incelendiğinde 1 olduğu görülmektedir.

2.3.4. Banker-Charnes-Cooper modeli

Banker vd. (1984) tarafından önerilen Banker-Charnes-Cooper(BCC) modeli, ölçüğe göre değişen getiri varsayımı altında karar verme birimlerinin etkinliğini ölçmektedir. Bu modelde, CCR modelinden farklı olarak sadece zarflama modeline konvekslik kısıtı eklenmektedir (Çağlar, 2003).

CCR modeli gibi BCC modeli *girdi yönlü* ve *çıkıktı yönlü* olmak üzere iki şekilde tanımlanabilmektedir. Girdi yönlü CCR modelinde yine θ^* etkinlik skoru olmak üzere, $\theta^* = 1$ ise ve artıklar sıfır ise karar verme birimi etkin, $\theta^* < 1$ ise karar verme birimi etkin değildir. Benzer şekilde çıkıktı yönlü BCC modelinde de $\theta^* = 1$ ise ve artıklar sıfır ise karar verme birimi etkin, $\theta^* > 1$ ise karar verme birimi etkin değildir (Mecit, 2005). Girdi ve çıkıktı yönlü modellerin primal ve dual modelleri aşağıdaki gibidir (Aslankaraoğlu, 2006; Çağlar, 2003).

Girdi yönlü BCC modeli primal modeli:

Min θ

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - \theta x_{i0} \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - y_{r0} \geq 0 ,$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 , \quad \lambda_j \geq 0 \text{ için}$$

Dual model:

$$\text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - u_0$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

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

Çıkıktı yönlü BCC modeli primal modeli:

Max φ

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - x_{i0} \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \varphi y_{r0} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^s \lambda_j = 1 , \quad \lambda_j \geq 0 \text{ için}$$

Dual model:

$$\text{Min } \sum_{i=1}^s v_i x_{i0} - v_0$$

$$\sum_{i=1}^s u_r y_{rj} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - v_0 \leq 0 \quad j = 1, \dots, n , \quad u_r \geq 0 , \quad v_i \geq 0 \text{ için}$$

2.3.5. Toplamsal Model

CCR ve BCC modelleri etkinliği girdi ve çıktı odaklı olarak değerlendirmektedir. Eğer bir model, bu iki çeşit odaklanmayı da beraber değerlendiriyorsa toplamsal model olarak nitelendirilir. Burada asıl amaç, girdi fazlası (s^+) ve çıktı eksikliğini (s^-) eş zamanlı olarak ele alıp etkinlik sınırı üzerinde etkinsiz karar birimine en uzaktaki noktaya ulaşmaya çalışmaktır. Etkinsizlik ise (1-Etkinlik) ile bulunur. Bu model sonucunda bir etkinlik skoru değer elde edilmez. Karar birimlerinin etkin olup olmadıkları aylak değerrişken değerlerine bakılarak belirlenir. Eğer her iki aylak değerrişkenin değer de sıfır ise o karar birimi bu modele göre etkin olacaktır.

2.4. ETKİNLİK ÖLÇÜM MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Genel olarak, oran analizi performans ölçümünde birçok yetersizlikleri olmasına karşın tek girdili ve tek çıktılı durumlar için basitliği ve sadeliği nedeniyle en uygun değerlendirme yöntemi olarak görülebilir. Ancak oran analizinde oranlama, görelili de olsa en iyiye göre değer, var olan değerlerin birbirine bölümüyle elde edilir. Bu ise bir performans iyileştirmesine yönelik bir teknik değer, yalnızca bir durum belirlemesidir.

Parametrik yöntemlerde ise etkinliği ölçülecek olan birimin üretim fonksiyonunun analitik yapıya sahip olduğu varsayılarak bu fonksiyonun parametreleri tahmin edilmeye çalışılır. Parametrik yöntemlerle etkinlik ölçümünde genel olarak regresyon teknikleri ile tahmin yapılırken, burada da üretim fonksiyonu çoğunlukla bir tek çıktı ile birçok girdiyi ilişkilendirerek tanımlanmaktadır.

Parametrik olmayan yöntemler ise matematiksel programlamayı çözüm tekniği olarak kabul eder. Bu yöntemler, üretim fonksiyonu ardında herhangi analitik formun varlığını ön görmez. Çok girdili ve çok çıktılı üretim ortamlarında performans ölçümü yapabilmek için uygun yapıya sahiptir. Sözü edilen etkinlik ölçüm yöntemlerinin özlü bir karşılaştırması aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2.1. Etkinlik ölçüm yöntemlerinin karşılaştırması.

Karşılaştırma ölçütleri	Oran analizi	Parametrik Yöntemler	Parametrik olmayan yöntemler
Çözüm tekniği	Oranlama	Regresyon	Matematiksel Programlama
İçerik	Tek girdi - tek çıktı (Tek boyutlu)	Çok girdi – tek çıktı (Tek boyutlu)	Çok girdi – çok çıktı (Çok boyutlu)
Ön hazırlık (veri temini)	Basit	Basit	Detaylı
Uygulama	Kolay	Kolay	Kolay (detaylı)
Etkinlik ölçümüne uygunluk	Kısıtlı	Kısıtlı	Genel

Kaynak: Sarı (2015; 8)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

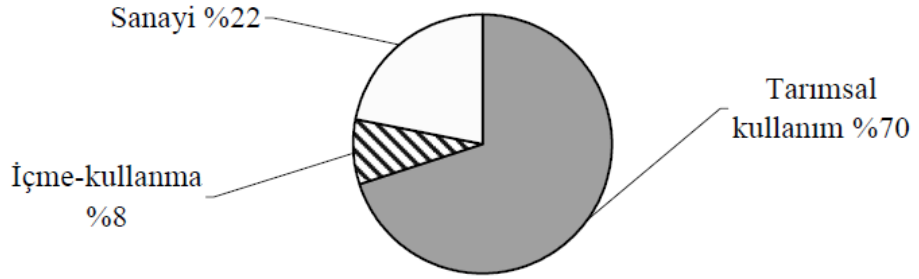
TÜRKİYE'DE TARIMSAL SULAMA VE SULAMA İŞLETMELERİ

3.1. TÜRKİYE'DE TARIMSAL SULAMA VE SU YÖNETİMİ

Dünyada nüfus artışıyla birlikte gıda maddelerine olan ihtiyacın da yükselmesi tarımsal ürünlere yönelik talebi artırmaktadır. Artan tarımsal üretim ise mevcut tatlı sulardan giderek daha büyük kısmının tarımsal sulamada kullanılması zorunluluğunu doğurmaktadır. Oysa kullanılabilir su kaynaklarının sınırlı olduğu bilinen bir gerçektir. Her ne kadar son yıllarda suyu çok daha etkin kullanan tarımsal sulama sistemleri ve üretim teknikleri geliştirilmiş olsa da bu gerçek değişmemektedir.

Sadece tarımsal veeysel su talebinin değilbüyüyen sanayi sektöründe de su talebinin artması su kullanımı açısındansektörler arasında rekabete yol açmaktadır. Dolayısıyla sınırlı su kaynaklarıntüm sektörlerde çevre ile uyumlu ve etkin bir şekilde kullanılması büyük önem arz etmektedir.

Dünya çapında suyun kullanım alanlarına bakıldığında suyun en fazla tarım sektöründe kullanıldığı görülmektedir (Şekil 3.1). Tarımsal üretimi sanayi izlemektedir. İçme ve günlük kullanıma harcama su miktarı ise yaklaşık % 8'lik bir paya sahiptir.

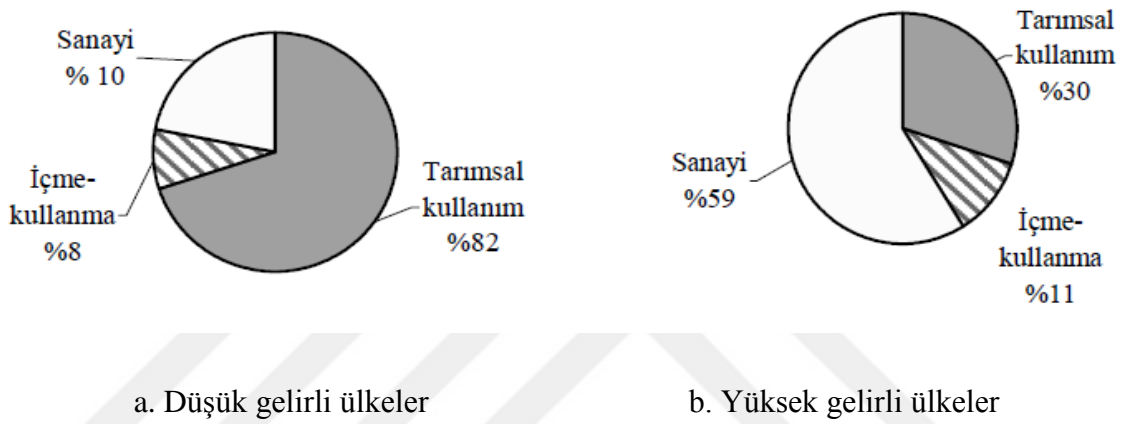


Şekil 3.1. Dünyada sektörlere göre su kullanımı (Kaynak: Çakmak vd., 2008)

Gelir gruplarına göre ülkelerin su kullanımını incelendiğinde farklı bir dağılımla karşılaşılmaktadır (Şekil 3.2). Sanayi sektörünün ağırlıkta olduğu yüksek gelirli ülkelerde sanayi sektöründe kullanılan suyun payı %59'a kadar çıkmaktadır. Düşük

gelirli ülkelerde ise tarımsal su kullanımı en büyük paya sahiptir ve bu oran dünya ortalamasının da üzerindedir (% 82).

Sulama verimliliği yaklaşık olarak yüzey sulamada %40, yağmurlamada %70 ve damla sulamada %90'dır. Buna göre, sulama randımanını arttıran ve sulama suyuna duyulan ihtiyacı azaltan modern sulama teknikleri uygulanarak tarımsal üretimde kullanılan suyun yarısından fazlası tasarruf edilebilir (Çakmak vd., 2008). Zaten sanayileşmiş ülkelerde tarımsal üretimde suyun daha etkin ve verimli kullanılması da sözkonusu dağılımın ortaya çıkmasında etkilidir.



Şekil 3.2. Ülkelerde sektörlere göre su kullanımı (Kaynak: Çakmak vd., 2008)

Türkiye’de su yönetiminde hukukî ve fiilî açıdan söz sahibi olan devlettir. Bu durumun kaynağı çok eski dönemlerdeki İslam hukuku uygulamalarına kadar gitmektedir. İslam hukukunda toprağın ve dolayısıyla suların kullanımı devletin mülkiyetindedir, kişilere sadece kullanım hakkı tanınmaktadır. Ancak İslam hukukunda teamül ve örf büyük önem taşıdığından fiilî kullanım durumları mülkiyet hakkı gibi değerlendirilerek korunmuştur. Nitekim bu yaklaşım 1879’dan 1926’ya kadar yürürlükte kalan Mecelle’de de benimsenmiştir. Cumhuriyet döneminde ise su kaynaklarının kullanım esasları kamu hukuku açısından ele alınmış, Mecelle’nin ferdiyetçi ve özel hukuka dayalı sistemi yerine sularla ilgili esaslar kamu yararı çerçevesinde düzenlenmiştir (Özbay, 2006).

Karasal iklimin hâkim olduğu Türkiye’de yaz ayları genellikle kurak geçtiğinden tarımda beklenen verimin elde edilebilmesi için önemli derecede sulamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Yağış miktarı ve yağışların mevsimlere göre dağılımı sulama açısından önemlidir. Türkiye’nin 77.945 milyon ha olan izdüşümü

alanının 28.054 milyon ha'ı tarım arazisidir. Bu alanın da 25.753 milyon ha'ı sulanabilir nitelikte olup teknik ve ekonomik olarak sulanabilir miktar ise 8.5 milyon ha'dır. Hâlihazırda bu alanın sulanmakta olan yaklaşık 5 milyon ha'lık kısmının 4 milyon ha'ı yerüstü, kalanı ise yer altı su kaynakları ile sulanmaktadır. Yine yerüstü su kaynakları ile sulanan alanın da yaklaşık 3 milyon ha'ı kamu tesisleri ile sulanmaktadır. Dolayısıyla Türkiye'de sulama yatırım ve işletmeciliğinde kamu kesiminin belirleyici durumda olduğu söylenebilir. Sulama işletmelerinde sözsahibi olan kamu kuruluşları Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) ile kapatılan Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) dır (Aydoğdu vd., 2015).

Türkiye'nin nüfusu 80 milyon olarak kabul edildiğinde, kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1500 m³/yıl'dan daha düşüktür. Su kaynakları ve rezervleri sabitken artan nüfus baskısıyla 2025 yılında Türkiye'de kişi başına düşen su miktarının 1000 m³'ün altına düşeceği tahmin edilmektedir. Dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi Türkiye'de de etkisi hissedilen küresel iklim değişikliği nedeniyle su kaynaklarındaki daralma dikkate alındığında kişi başına su miktarının daha fazla düşmesi beklenebilir. En fazla suyun tüketildiği sulama sektöründe, mevcut durumda kullanılan su miktarı 30 m³ olmasına karşın, 2030'da bu rakamın 71.5 km³ olacağı tahmin edilmektedir. Hâlihazırda kapasitenin %36'sını oluşturan 39.3 km³ su kullanılmakta, geriye kalan 70.7 m³ su kullanılamamaktadır.

Türkiye'nin yıllık ortalama toplam 112 milyar m³'lük kullanılabilir su potansiyelinin %16'sı içme ve kullanmada, %12'si sanayi sektöründe ve %72'si ise tarımsal sulamada tüketilmektedir. Dolayısıyla su kaynaklarının yönetiminde en önemli unsurun tarımsal sulama olduğu ortaya çıkmaktadır. Yapılan değerlendirmeler Türkiye'de sulamada aşırı su kullanımının geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun başlıca nedenleri arasında sulama kayıplarının çok yüksek olmasına yol açan elverişsiz altyapı ve bilinçsiz sulama başta gelmektedir. İstatistikler Türkiye'de sulamada ihtiyaçtan iki katı fazla su kullanıldığına işaret etmektedir (Çakmak ve Aküzüm, 2006). Tarımsal arazilerin sulamaya en iyi şekilde hazırlanması, uygun sulama yönteminin ve su dağıtım sisteminin seçilmesi ve uygulanması ile su kullanım etkinliği artırılarak su tasarrufu sağlanması gibi fiziksel ve yönetsel açıdan gerekli tedbirlerin alınması büyük önem taşımaktadır (Çakmak vd., 2008).

3.2. SULAMA BİRLİKLERİNİN KURULUŞU VE İŞLEYİŞİ

Türkiye’deki ilk modern sulama projesi, Osmanlı İmparatorluğu döneminde inşa edilen Çumra sulama ve drenaj projesi (1908–1914)’dir. Cumhuriyet’in kurulmasını izleyen yıllarda öncelik sıtmaya karşı bataklık arazilerin kurutulmasına verilmiş ve ardından da küçük ölçekli sulama projelerinin inşasına girişilmiştir. Tarihsel kayıtlara göre Türkiye’de kurulan ilk sulama birliği ise Korkuteli sulama birliğidir. Sözkonusu birlik, Korkuteli deresinden sulama yapan iki mahalle halkının anlaşmazlığı üzerine, kaymakamlık ve jandarmanın zorlamasıyla 6 mahalle, 2 köy ve yörenin ileri gelen bahçe sahipleri tarafından oluşturulmuştur. Birlik günümüzde 5000 ha sulama alanı olan Korkuteli barajı sulama tesislerinin işletme ve bakım-onarımını üstlenmiş bulunmaktadır (Aydoğdu vd., 2015).

Kamu sulama şebekelerinde işletme ve bakım-onarım hizmetlerinin yüksek maliyetlere ulaşması ve sulama ücretlerinin kullanıcılardan tam olarak toplanamaması kamuyu yeni arayışlara yöneltmiştir. Katılımcı sulama yönetimi anlayışı ile DSİ sulama işletmelerini, başta çiftçilerin bir araya gelerek oluşturdukları sulama birlikleri olmak üzere yerel yönetim birimlerine devretmeye başlamıştır (Aydoğdu vd., 2015).

Birden fazla idari birim arazilerine hizmet eden sulama tesisleri; 1580 ve 5442 sayılı yasa ile kurulmuş olan, sonra 5355 sayılı yasa ile amacı ve kapsamı saptanan ve son olarak da 6172 sayılı yasa ile şekillenen sulama birliklerine ve 1163 sayılı yasaya göre kurulmuş sulama kooperatiflerine, sadece bir idari birim arazisine hizmet eden sulama tesisi yine sulama kooperatiflerine devredildiği gibi köy tüzel kişilikleri ve belediyelere devredilebilmektedir.

Kamu tarafından yapılan, sulama sistemlerinin işletilmesine, bakımına ve gerektiğinde de onarımına yönelik iş ve işlemlerin, sistemlerden yararlananlar tarafından yapılmasını sağlamak amacıyla; sulama birlikleri İçişleri Bakanlığı tarafından hazırlanan tüzüklere göre kurulmaktadır. Sulama tesislerinin, gerçek sahipleri olan çiftçiler tarafından sahiplenilmesi, korunması ve ayrıca işletme, bakım ve onarım hizmetlerinin çiftçiler tarafından yürütülmesini sağlamak yoluyla da hizmette sürekliliğin ve verim artışının sağlanması hedeflenmektedir.

Türkiye’de 2018 yılı sonu itibarıyla, 850 adet bu tür kuruluş mevcut olup, bunların 378’i SB’dir. Birliğin organları; birlik meclisi, birlik encümeni ve birlik

başkanıdır. Birlik meclisi, birliğin karar organıdır. DSİ tarafından yayınlanan SB Çerçeve Ana statüsünün 14. maddesine göre birlik meclisinin üye sayısı 15'den az 100'den fazla olamaz. Birlik görev alanı içerisindeki her yerleşim birimi mecliste asgari iki üye ile temsil edilir, görev alanı içerisinde 40 ve daha fazla sayıda yerleşim birimi olan birliklerde meclis üye sayısı kurucular kurulu kararı ile 150'ye kadar çıkarılabilir. Birlik başkanı, birlik idaresinin başı ve tüzel kişiliğinin temsilcisidir. Birlik bütçesinin harcama yetkilisi birlik başkanıdır. Bu kuruluşlara devir edilen toplam alan 2 milyon hektarın üzerinde olup, bunun %90.1'i SB'lerce işletilmektedir. DSİ, dolayısı ile kamu sulama işletmeciliğinden çekilmeye başlamış ve çoğunluğu SB'ne olmak üzere sulama tesislerini su kullanıcılarının oluşturdukları yapılara devretmekte olup, devir oranı %96'ya ulaşmıştır (Aydoğdu vd., 2015).

3.3. SULAMA İŞLETMELERİNDE ETKİNLİK DEĞERLENDİRMESİ

Sulama sistemlerinin performansları üzerinde etkili çeşitli faktörlerden bahsedilebilir. Bunlar arasında sulama altyapısı, planlama, projelendirme, yönetim yapısı ve becerisi, iklim koşulları, ücretlendirme politikası, diğer girdiler ve kullanıcıların sosyoekonomik profili sayılabilir. Performans değerlendirme süreci sistemin işleyişini ve işletimini iyileştirmek, stratejik hedeflere göre sistemin işleyişini değerlendirmek, sisteme yapılan müdahalelerin etkilerini değerlendirmek, kısıtları belirlemek, sistem performansını benzer veya rakip sistemlerle karşılaştırmak gibi nedenlerle gerçekleştirilmektedir (Çakmak, 2001).

Farklı sulama sistemlerinin birbiriyle karşılaştırılmasına imkân tanıyan, Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (International Water Management Institute, IWMI) bünyesinde Molden vd. (1998) tarafından ortaya konan dışsal performans göstergesi sulama sistemlerinde karşılaştırma uygulamasının ilk adımı olarak değerlendirilebilir. Bu girişimi izleyen 1999 yılında Dünya Bankası'nın inisiyatifindeki Sulama ve Drenajda Uluslararası Teknoloji ve Araştırma Programı (International Program Technology and Research in Irrigation and Drainage, IPTRID) öncülüğünde bir grup örgütün ortak çalışmaları sonucunda sulama ve drenaj sistemlerinin performansının karşılaştırmalı değerlendirilmesi için bazı yaklaşımlar önerilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda belirlenen temel ilkeler ve göstergeler Malano ve Burton (2001) tarafından ortaya koyulmuştur. Bu göstergeler ile sulama ve drenaj

yönetiminde, çevresel ve ekonomik performans, üretim etkinliğive su dağıtım hizmetlerinin etkinliği gibi farklı açılardan yaklaşım ve değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu yöntemin temel amacı, belirli bir sulama sisteminin performansının kendisine benzer özellikler taşıyan diğer sulama sistemiyle karşılaştırılması ve böylelikle hangi uygulamalar ile daha yüksek performansa ulaşılabilceğinin ortaya konmasıdır (Akçay ve Tunalı, 2016: 65).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SULAMA BİRLİKLERİ'NDE ETKİNLİK: AMPİRİK ANALİZ

4.1. LİTERATÜR

Tarımsal sulama sistemlerinde etkinlik konusu uluslararası literatürde son yıllarda birçok çalışmaya konu edilmiştir. Çalışmalarda VZA ve SFA yöntemleri ayrı ayrı veya birlikte kullanılmıştır. Bunlar arasında Gang ve Felmingham (2002), Diaz vd. (2004a), Diaz vd. (2004b), Dhehibi vd. (2007), Speelman vd. (2008), Ntando ve Karpouzou (2010), Frija vd. (2011), Naceur ve Mongi (2013) ve Gadanakis vd. (2015) sayılabilir.

Tarımsal sulama işletmelerinin etkinliği ve verimliliği konusundaki mevcut Türkiye literatürü ise oldukça sığdır. Batı ve Orta Anadolu'da yer alan bazı önemli tarımsal üretim havzaları için yürütülen az sayıdaki araştırmada bazı basit analizler ve göstergeler yardımıyla sulama işletmelerinin performansları ve etkinlikleri değerlendirilmeye çalışılmıştır. Söz konusu çalışmalarda ağırlıklı olarak Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) ve Sulama ve Drenajda Uluslararası Teknoloji ve Araştırma Programı (IPTRID) tarafından geliştirilen çeşitli performans göstergelerine dayalı analizler yapılmıştır (Çakmak, 2001; Nalbantoğlu ve Çakmak, 2007; Şeker, 2015; Akçay ve Tunalı, 2016; Eliçabuk ve Topak, 2016; Ülüş, 2018; Akçay, 2018). Az sayıda çalışmada (Özdemir ve Armağan, 2010) Veri zarflama analizi yöntemi kullanılırken Stokastik sınır analizi yöntemi kullanılarak etkinlik ölçümü yapılan araştırma ise mevcut değildir.

Akçay ve Tunalı (2016) bitkisel üretim ve sulama etkinliğini Aşağı Büyük Menderes havzasında yer alan 6 sulama birliği özelinde incelenmiştir. Molden vd. (1998) tarafından geliştirilen etkinlik göstergeleri kullanılarak yürütülen analiz sonucunda özellikle su kullanım etkinliğinde sorunlar olduğu tespitinde bulunulmuştur. Bitkisel üretim etkinliği açısından ise herhangi bir aykırı durum gözlenmemiştir.

Akkuzu ve Karataş (2004) İzmir'de faaliyet gösteren üç sulama birliğinin 1999-2002 döneminde genel sulama planlarını gerçekleştirme performanslarını basit oranlar kullanarak incelemişler, iki işletmede sulama oranı ve bitki deseni yönünden

planların gerçekleşme düzeyinin yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Su dağıtım yönünden incelendiğinde ise kaynak yetersizliği nedeniyle sistemlere yeterli su verilemediği, bu nedenle planların gerçekleşme düzeyinin düşük kaldığı belirtilmiştir.

akmak (2001), IWMI tarafından belirlenen göstergelere dayalı olarak 7 sulama birliğinin performanslarını incelediği çalışmasında bölge, iklim, bitki çeşidi, pazar koşulları açısından yapılan gruplandırma dikkate alındığında incelenen şebekelerde ihtiyacın üzerinde sulama yapıldığı sonucuna ulaşmaktadır.

Yeni bir çalışmada ise Aydın vd. (2017), Marmara Bölgesinde faaliyet gösteren 10 sulama kooperatifi ve 4 sulama birliğinin verimliliğini Malmquist endeksi kullanarak ölçmüşlerdir. Değerlendirme sonuçlarına göre, 2009 ve 2010 yılları ortalaması için sulama işletmelerinin %36'sının teknik açıdan, %21'inin sosyal açıdan toplam faktör verimliliği yüksek olmuştur. İki yıllık verilere göre yapılan değerlendirmeler sonucunda teknik etkinlik ve sosyal etkinlik açısından sulama kooperatiflerinin göreceli olarak daha etkin oldukları belirlenmiştir. Sulama birliklerinin etkinlik düzeyleri ise çoğunlukla sınır düzeyde hesaplanmış veya etkinlik düzeylerinin düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2. DEĞİŞKENLER, MODEL VE VERİ

Çalışma kapsamında başlangıçta sadece Manisa ve İzmir illerinde faaliyet gösteren SB'lerin teknik etkinlik düzeylerinin araştırılması plânlanmışsa da, bu iki ildeki SB'lerin oluşturduğu kümenin (18 SB) oldukça küçük kalması örneklemin Ege Bölgesi'ndeki diğer bazı SB'lerin de eklenmesiyle büyütülmesine sevk etmiştir. Bu nedenle çalışmada aşağıdaki tabloda verilen 32 sulama birliğinin etkinlikleri araştırılmıştır. Örnekleme Denizli'den 11, Manisa'dan 10, İzmir'den 8 ve Aydın'dan 3 sulama işletmesi yer almaktadır. İşletmelerin DSI'den devir tarihleri çeşitlilik göstermektedir. Büyük bir kısmı 1994-95 yılında kurulan işletmeler arasında son yıllarda kurulan işletmelere de rastlanmaktadır. Ege Bölgesi'nde bunlar dışında başka sulama birlikleri de faaliyet göstermekle birlikte örneklem teşkilinde veri derleme imkânları belirleyici olmuştur.

Tablo 4.1. Örneklemede yer alan Ege Bölgesi sulama birlikleri.

İl	Birlik Adı	Devir Tarihi
Denizli	Yeşil Çivril Sağ Sahil Pompaj Sulama Birliği	1995
	Baklan Sol Sahil Pompaj Sulama Birliği	1995
	Emirhisar – Işıklı Sulama Birliği	1994
	Gökpınar Sulama Birliği	1996
	Acıpayam Sulama Birliği	1996
	Büyük Menderes Sulama Birliği	1997
	Bereket Sulama Birliği	1996
	Gireniz Sulama Birliği	2005
	Gümüşsu Sulama Birliği	1994
	Pamukkale Sulama Birliği	1996
	Saray Sulama Birliği	1997
Aydın	Aydın Ovası Sulama Birliği	1994
	Nazilli Sol Sahil Sulama Birliği	1996
	Söke Ovası Sulama Birliği	1998
İzmir	Bakırçay Sulama Birliği	2003
	Bayındır Sulama Birliği	2016
	Dikili Sol Sahil Sulama Birliği	2007
	Kestel Sulama Birliği	1996
	Küçük Menderes Sulama Birliği	2013
	Kuzey Ege Sulama Birliği	2014
	Menemen Sol Sahil Sulama Birliği	1995
	Menemen Sağ Sahil Sulama Birliği	1995
Manisa	Ahmetli Sulama Birliği	1995
	Bağ Sulama Birliği	1995
	Gediz Sulama Birliği	1995
	Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Birliği	1994
	Mesir Sulama Birliği	1995
	Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği	1994
	Sarıgöl Sulama Birliği	1994
	Sarıköz Sulama Birliği	1995
	Üzüm Sulama Birliği	1994
	Turgutlu Sulama Birliği	1995

Etkinlik analizinde Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonuna dayalı model kullanılmıştır.

Girdi değişkenleri: Personel sayısı (*PS*), personel harcamaları dışında gider miktarı (*GDR*), tahsilat oranı (*TO*).

Çıktı değişkeni: Sulama oranı (*SO*).

Buna göre tahmin edilecek denklem aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\ln SO_i = \beta_0 + \beta_1 \ln PS_i + \beta_2 \ln GDR_i + \beta_3 \ln TO_i + \varepsilon_i$$

Değişkenlere ilişkin veriler ilgili birliklerin denetim raporlarından elde edilmiştir. Sulama birliklerinin DSİ tarafından gerçekleştirilen ve kamu oyuna duyurulan denetim raporları düzenlilik arz etmemektedir. Örneklemdaki işletmelerin kamuya açıklanan raporları araştırıldığında her bir işletme için sadece bir rapora ulaşılmıştır. Aydın'da faaliyet gösteren birliklerin denetim raporları 2014, Denizli'dekilerin 2015, İzmir ve Manisa'dakilerinki ise 2016 yılına aittir. Her ne kadar yatay-kesit veri yapısının doğasına aykırı olsa da, bir yıllık bir süre içinde işletmelerin personel sayısı ve gider gibi karakteristiklerinin önemli derecede değişmeyeceği düşünüldüğünde bu farklılığın tahminler üzerinde ciddi bir etki yaratmayacağı varsayılabilir.

4.3. MODEL TAHMİNİ

Regresyon denkleminin En Yüksek Olabilirlik tahmini aşağıda verilmiştir:

Tablo 4.2. Regresyon denklemi tahmin sonuçları.

Değişken	Katsayı	St. hata	t-istatistiği	p-değeri
<i>Sabit</i>	18190,35	40956,890	0,44	0,657
<i>lnPS</i>	539,80	135,503	3,98	0,000
<i>lnGDR</i>	0,04	0,002	19,09	0,000
<i>lnTO</i>	-253,99	143,227	1,77	0,076
Wald χ^2		808,680		
Log Olabilirlik Oranı İst.		-348,669	p - değeri	0,000

Elde edilen tahminlere göre personel sayısı ve giderler sulama oranı üzerinde pozitif yönde anlamlı etkiye sahiptir. İdari işlerde görevli personel açısından birlikler arasında çok farklılık yoksa da özellikle su dağıtımı ile görevli personel sayısının sulama işleminin sevk ve idaresi açısından önemli olduğu söylenebilir. Zaten birliklerin personel dağılımına bakıldığında en büyük sınıfı su dağıtım görevlilerinin oluşturduğu görülmektedir. Dolayısıyla su dağıtım personeli sayısının artması su dağıtımının daha kontrollü ve etkin yapılmasına imkan vermektedir.

Makine ve ekipman harcamalarının büyük kısmını oluşturduğu personel harcamaları dışındaki giderlerin de sulama oranı üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır. Daha büyük makine parkına sahip SB'lerin hem sulama altyapısının geliştirilmesi ve idamesi, hem de kayıp-kaçakların azaltılması ve sulama sürecinin daha iyi takip edilmesi yoluyla sulamada etkinliği daha kolay sağlamaları mümkün olacaktır.

Bir diğer tahmin sonucuna göre ise tahsilat oranı sulama oranı üzerinde anlamlı, ancak diğer değişkenlerin aksine negatif etkiye sahip görünmektedir. Sulama birliklerinin en önemli sorunlarından biri çiftçilere tahakkuk ettirilen sulama bedellerinin tahsil edilememesidir. Örnekteki birliklerin yarısından fazlası %75 tahsilat oranını yakalayamamışlardır. Regresyon denkleminin yapısı gereği her ne kadar bu sonuç "tahsilat oranındaki artış sulama oranını azaltmaktadır" şeklinde bir sonuca işaret etse de bu bulgu, sulanan alanın büyüklüğünün tahsilatta daha fazla sorun yaşanmasına yol açması şeklinde de yorumlanabilir. Kullanılan göstergenin tahsilat miktarı değil de tahsilat oranı olması bu düşünce biçimini desteklemektedir.

4.4. SSA ETKİNLİK SKORLARI

En yüksek olabilirlik tahminlerinden elde edilen etkinlik skorları aşağıda verilmiştir. Değerler incelendiğinde örnekteki Sulama Birliklerinde etkinlik düzeylerinin tam etkinlik düzeyine ulaşamamakla birlikte genel olarak çok yüksek olduğu söylenebilir.

Tablo 4.3. SSA etkinlik skorları.

Birlik Adı	SSA Etkinlik Skoru
Yeşil Çivril Sağ Sahil Pompaj Sulama Birliği	0,9461717
Baklan Sol Sahil Pompaj Sulama Birliği	0,9461716
Emirhisar – Işıklı Sulama Birliği	0,9461716
Gökpınar Sulama Birliği	0,9461716
Acıpayam Sulama Birliği	0,9461719
Büyük Menderes Sulama Birliği	0,9461716
Bereket Sulama Birliği	0,9461715
Gireniz Sulama Birliği	0,9461715
Gümüşsu Sulama Birliği	0,9461715
Pamukkale Sulama Birliği	0,9461715
Saray Sulama Birliği	0,9461717
Aydın Ovası Sulama Birliği	0,9461718
Nazilli Sol Sahil Sulama Birliği	0,9461717
Söke Ovası Sulama Birliği	0,9461715
Bakırçay Sulama Birliği	0,9461715
Bayındır Sulama Birliği	0,9461718
Dikili Sol Sahil Sulama Birliği	0,9461715
Kestel Sulama Birliği	0,9461715
Küçük Menderes Sulama Birliği	0,9461719
Kuzey Ege Sulama Birliği	0,9461716
Menemen Sol Sahil Sulama Birliği	0,9461716
Menemen Sağ Sahil Sulama Birliği	0,9461715
Ahmetli Sulama Birliği	0,9461715
Bağ Sulama Birliği	0,9461714
Gediz Sulama Birliği	0,9461716
Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Birliği	0,9461716
Mesir Sulama Birliği	0,9461715
Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği	0,9461716
Sarıgöl Sulama Birliği	0,9461715
Sarıköz Sulama Birliği	0,9461713
Üzüm Sulama Birliği	0,9461715
Turgutlu Sulama Birliği	0,9461715

4.5. VZA ETKİNLİK SKORLARI

DEAP yazılımı kullanılarak elde edilen Veri Zarflama Analizi yöntemi çıktı yönlü etkinlik skorları Tablo 4.4'te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde 11 sulama işletmesinin tam etkinlik düzeyinde faaliyet göstermekte oldukları görülmektedir. Ayrıca, Baklan Sol Sahil ve Acıpayam sulama birlikleri de tam etkinliğe oldukça yakın performansa sahiptirler. Diğer taraftan Gökkaya, Sarıgöl, Ahmetli, Gireniz ve Gümüşsu birlikleri ise en düşük etkinlik düzeyine sahip ilk beş işletmeyi oluşturmaktadır.

Tablo 4.4. VZA etkinlik skorları.

Birlik Adı	VZA Etkinlik Skoru
Yeşil Çivril Sağ Sahil Pompaj Sulama Birliği	0,836
Baklan Sol Sahil Pompaj Sulama Birliği	0,981
Emirhisar – Işıklı Sulama Birliği	0,396
Gökpınar Sulama Birliği	0,597
Acıpayam Sulama Birliği	0,997
Büyük Menderes Sulama Birliği	0,725
Bereket Sulama Birliği	0,496
Gireniz Sulama Birliği	0,271
Gümüşsu Sulama Birliği	0,281
Pamukkale Sulama Birliği	1,000
Saray Sulama Birliği	0,838
Aydın Ovası Sulama Birliği	1,000
Nazilli Sol Sahil Sulama Birliği	1,000
Söke Ovası Sulama Birliği	1,000
Bakırçay Sulama Birliği	0,384
Bayındır Sulama Birliği	1,000
Dikili Sol Sahil Sulama Birliği	0,661
Kestel Sulama Birliği	0,465
Küçük Menderes Sulama Birliği	1,000
Kuzey Ege Sulama Birliği	1,000
Menemen Sol Sahil Sulama Birliği	1,000

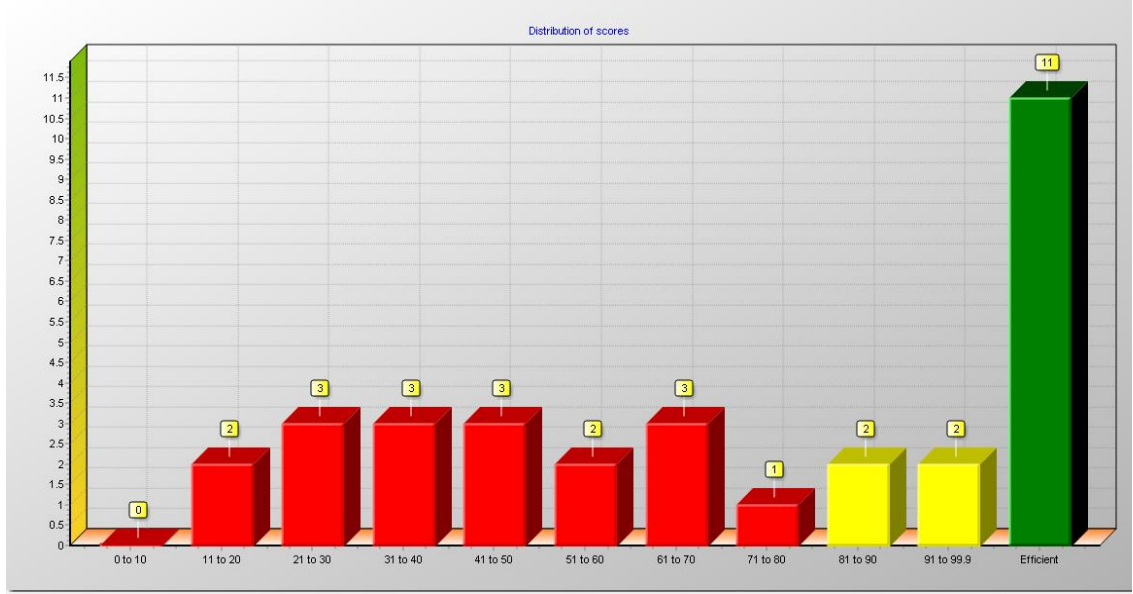
Menemen Sağ Sahil Sulama Birliği	1,000
Ahmetli Sulama Birliği	0,221
Bağ Sulama Birliği	1,000
Gediz Sulama Birliği	0,618
Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Birliği	0,133
Mesir Sulama Birliği	0,709
Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği	1,000
Sarıgöl Sulama Birliği	0,149
Sarıköz Sulama Birliği	0,559
Üzüm Sulama Birliği	0,409
Turgutlu Sulama Birliği	0,446

Veri Zarflama Analizi yoluyla elde edilen potansiyel iyileştirme oranlarına bakıldığında ise personel harcamaları dışı giderler açısından tüm birliklerin hedeflenen düzeyi yakaladıkları, ancak personel sayısı ve tahsilat oranı açısından sırasıyla 11 ve 13 birliğin sorun yaşadıkları görülmektedir. Personel sayısı açısından en fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyan ilk üç işletme Menemen Sol Sahil, Sarıgöl ve Gireniz sulama birlikleridir. Tahsilat oranı açısından ise Üzüm, Saray ve Söke Ovası birlikleri en fazla iyileştirme yapılması gereken işletmeler olarak göze çarpmaktadırlar.

Tablo 4.5. Değişkenlerin potansiyel iyileştirme oranları (%).

Birlik Adı	SO	GDR	PS	TO
Yeşil Çivril Sağ Sahil Pompaj Sulama Birliği	0,3	0	-26,6	-25,2
Acıpayam Sulama Birliği	352,4	0	-38,1	-9,3
Ahmetli Sulama Birliği	0	0	0	0
Aydın Ovası Sulama Birliği	37,9	0	0	0
Bağ Sulama Birliği	2	0	0	-24,5
Bakırçay Sulama Birliği	160,3	0	-27,5	0
Baklan Sol Sahil Pompaj Sulama Birliği	0	0	0	0
Bayındır Sulama Birliği	0	0	0	0
Bereket Sulama Birliği	101,7	0	0	-16,2
Büyük Menderes Sulama Birliği	51,2	0	0	0

Dikili Sol Sahil Sulama Birliği	152,8	0	-13,4	-13
Emirhisar – Işıklı Sulama Birliği	61,9	0	0	-22,9
Gediz Sulama Birliği	268,5	0	0	0
Gireniz Sulama Birliği	649,4	0	-47,2	-25,8
Gökkaya ve Çevre Köyleri Sulama Birliği	67,5	0	0	0
Gökpınar Sulama Birliği	255,9	0	0	-7,7
Gümüşsu Sulama Birliği	0	0	0	0
Kestel Sulama Birliği	115	0	0	0
Kuzey Ege Sulama Birliği	0	0	0	0
Küçük Menderes Sulama Birliği	0	0	0	0
Menemen Sağ Sahil Sulama Birliği	0	0	0	0
Menemen Sol Sahil Sulama Birliği	41,1	0	-50,1	0
Mesir Sulama Birliği	0	0	0	0
Nazilli Sol Sahil Sulama Birliği	0	0	0	0
Pamukkale Sulama Birliği	0	0	0	0
Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği	19,4	0	0	0
Saray Sulama Birliği	576,6	0	-17,7	-29,9
Sarıgöl Sulama Birliği	68,4	0	-50,8	-26,6
Sarıkız Sulama Birliği	0	0	0	0
Söke Ovası Sulama Birliği	124,4	0	-41,3	-29,4
Turgutlu Sulama Birliği	19,6	0	-3,5	-13,7
Üzüm Sulama Birliği	144,3	0	-31,3	-31,1



Şekil 4.1. Birliklerin etkinlik derecesine göre dağılımları.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Türkiye gibi tarım sektörünün ülke ekonomisinde önemli yeri olan ülkelerde, su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi ve ulusal ekonomiye katkılarının artırılması için sulama tesislerinin rasyonel olarak işletilmesi ve sürekliliğinin sağlanması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, Türkiye’de yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının çok ciddi azalma göstermesi de su kullanımında etkinlik ve verimliliğin sağlanmasını daha önemli hâle getirmektedir. Türkiye’nin tarımsal üretimi açısından kayda değer bir paya sahip olan Ege Bölgesi’nde su kaynakları tehdit altında bulunmaktadır. Bu nedenle, sulama işletmelerinin faaliyetlerinde etkinlik sağlamaları büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Ege bölgesinde faaliyet gösteren tarımsal sulama birliklerine ilişkin veriler kullanılarak Stokastik Sınır Analizi ve Veri Zarflama Analizi yöntemleriyle sulama işletmelerinin etkinlikleri araştırılmıştır.

Elde edilen tahminlere göre personel sayısı ve giderler sulama oranı üzerinde pozitif yönde anlamlı etkiye sahiptir. Zaten Sulama Birliklerinin personel dağılımına bakıldığında en büyük sınıfı su dağıtım görevlilerinin oluşturduğu görülmektedir. Özellikle su dağıtımını ile görevli personel sayısının sulama işleminin sevk ve idaresi açısından önemli olduğu ve dolayısıyla su dağıtımını personeli sayısının uygun düzeyde artırılmasının su dağıtımının daha kontrollü ve etkin yapılmasına imkan vereceği söylenebilir.

Makine ve ekipman harcamalarının büyük kısmını oluşturduğu personel harcamaları dışındaki giderlerin de sulama oranı üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır. Daha büyük makine parkına sahip Sulama Birliklerinde hem sulama altyapısının geliştirilmesi ve idamesi, hem de kayıp-kaçakların azaltılması ve sulama sürecinin daha iyi takip edilmesi yoluyla sulamada etkinliği daha kolay sağlamaları mümkün olacaktır.

Bir diğer tahmin sonucuna göre ise tahsilat oranı sulama oranı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip görünmemektedir. Sulama Birliklerinin genel tahsilat performansı sulama faaliyetlerini aksatacak, kesintiye uğratacak düzeye

ulaşmadığından bu sonuç doğal karşılanabilir. Bununla birlikte bazı Sulama Birliklerinde tahsilat oranının oldukça düşük kaldığı bir gerçektir.

Örneklemdaki 32 sulama birliğinin Stokastik Sınır Analizi ve Veri Zarflama Analizi yöntemleriyle elde edilen teknik etkinlik skorları birbirlerinden önemli ölçüde farklılaşmaktadır. Çok benzer değerlerden oluşan Stokastik Sınır Analizi skorlarının gerçekçi olduklarını söylemek güç iken Veri Zarflama Analizi skorları daha gerçekçi görünmektedir. İki farklı yöntemden elde edilen skorların bu kadar farklılaşması yöntemlerin sistematiklerindeki farklılığa bağlanabilir. Örneklemdaki birimlerin çok farklı (heterojen) özelliklere sahip olması bu farklılığa karşı çok hassas olmayan Veri Zarflama Analizinin bulgularının ayrışmasına neden olabilir. Bununla birlikte, her iki yöntemin sunduğu bulgular bir arada değerlendirildiğinde Ege bölgesi sulama birliklerinde etkinlik düzeylerinin çoğu işletme için yüksek olduğu söylenebilir. Sulama Birlikleri'nin başkan ve yönetim kadroları belirlenirken işletme ve yönetim becerilerinden ziyade nüfuz ve kişisel bağlantıların ön plâna çıkması yönetimde zafiyet ve başarısızlığın, dolayısıyla etkin olmayan işletme faaliyetlerinin başlıca nedeni olarak görülebilir. Bu durum bazı birliklerin soruşturma raporlarına da yansımış bulunmaktadır. Etkinlik düzeyi görelî veya mutlak olarak düşük kalan işletmeler için ivedilikle gerekli tedbirlerin alınması ve belirtilen iyileştirmelerin yapılması hem işletme kazançları, hem çiftçilerin yarıları hem de ülke kaynaklarının daha etkin kullanılması adına yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

Afriat, S. N. (1972). "Efficiency estimation of production functions". *International Economic Review*. 13 (3): 568-598.

Aigner, D. J., Lovell, C. A. K. ve Schmidt, P. (1977). "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models". *Journal of Econometrics*. 6 (1): 21-37.

Akçay, S. ve Tunalı, S. P. (2016), "Aşağı Büyük Menderes ve Aşağı Gediz Havzası sulama birliklerinin üretim ve su kullanım performanslarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi", *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3, 64-73.

Akçay, S. (2018). "Sulama birliklerinin ekonomik ve kurumsal performansının karşılaştırmalı değerlendirmesi: Batı Ege örneği", *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24 (2), 109-115.

Akkaya C., Efeoğlu, A. ve Yeşil, N. (2006). "Avrupa Birliği su çerçeve direktifi ve Türkiye’de uygulanabilirliği". TMMOB Su Politikaları Kongresi, 195-204.

Akkuzu, E. ve Karataş, B. S. (2004), "İzmir ili dâhilindeki sulama birliklerinin genel sulama planlarına göre işletim performansı", *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (1), 107-116.

Aslankaraoğlu, N. (2006). "Veri Zarflama Analizi ve Temel Bileşenler Analizi ile Avrupa Birliği Ülkelerinin Sıralanması", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, FBE, Ankara.

Atılğan, E. (2012). "Hastane Etkinliğinin Stokastik Sınır Analizi Yöntemiyle Değerlendirilmesi: T.C. Sağlık Bakanlığı Hastaneleri İçin Bir Uygulama", Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, SBE, Ankara.

Avcı, T. ve Çağlar A. (2016). "Stokastik Sınır Analizi: İstanbul Sanayi Odası’na Kayıtlı Firmalara Yönelik Bir Uygulama". *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*. 4 (2): 17-57.

Aydın, B. vd. (2017). "Sulama İşletmeciliğinde Etkinlik Analizi (Kırklareli, Edirne, Tekirdağ ve Çanakkale İlleri Örneği)", *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (1), 70-78.

Aydoğdu, M. H., Mancı, A. R. ve Aydoğdu, M. (2015). “Tarımsal su yönetiminde değişimler: sulama birlikleri, fiyatlandırma ve zelleştirme süreci”, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 14 (52), 146-160.

Bal, V. (2010). “Bilgi Sistemlerinin Sağlık İşletmeleri Performansına Etkilerinin Veri Zarflama Analizi ile lm: Türkiye’deki Devlet Hastanelerinde Bir Araştırma”, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, SBE, Isparta.

Banker, R. D., Charnes, A. ve Cooper, W. W. (1984). “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis”, *Management Science*, 30, 1078-1092.

Banker, R. D. (1984). “Estimation of returns to scale using data envelopment analysis”, *European Journal of Operational Research*, 174 (3), 62 – 84.

Battese, G. E. ve Corra, G. S. (1977). “Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of Eastern Australia”. *Australian Journal of Agricultural Economics*.21 (3): 169-79.

Chambers, G. R. (1989). *Applied Production Analysis: A Dual Approach*. New York: Cambridge University Press.

Charnes, A., Cooper, W. W. ve Rhodes, E. (1978). “Measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, 2 (6), 429-444.

Charnes, A., Cooper W., Arie Y., Lewin ve Seifod L. M. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston, USA.

Coelli, T.J., Rao, D.S.P., O'Donnell, C.J. ve Battese, G.E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis* (2. bs.). New York: Springer Science +Business Media.

ağlar A. (2003). “Veri Zarflama Analizi ile Belediyelerin Etkinlik lm”, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, FBE, Ankara.

akmak, B. (2001). “Konya sulama birliklerinde sulama performansının değerlendirilmesi”, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7 (3), 111-117.

akmak, B. ve Aküzüm, T. (2006). “Türkiye’de tarımda su yönetimi, sorunlar ve çözüm nerileri”, TMMOB Su Politikaları Kongresi, 23-26 Mart, 2006, Ankara.

Debreu, G. (1951). “The coefficient of resource utilisation”. *Econometrica*.19 (3). 273-292.

Depren, Ö. (2008). “Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, FBE, İstanbul.

Díaz, J.A.R., Poyato, E.C. ve Luque, R.L. (2004a). “Application of data envelopment analysis to studies of irrigation efficiency in Andalusia”, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 130, 175–183.

Díaz, J.A.R., Poyato, E.C. ve Luque, R.L. (2004b). “Applying benchmarking and data envelopment analysis (DEA) techniques to irrigation districts in Spain”. *Irrigation and Drainage*, 53, 135–143.

Diewert, W. E., Arrow, K. J. ve Intriligator, M.D. (1982). “Duality Approaches to Microeconomic Theory”. *Handbook of Mathematical Economics*. Cilt II (pp.535-599). Amsterdam: North-Holland.

Dinler, Z. (2007). *Mikro Ekonomi*, 18. Baskı, Ekin Yayınları, Bursa.

Eliçabuk, C. ve Topak, R. (2016). “Gevrekli Sulama Birliği’nde Sulama Performansının Değerlendirilmesi”, *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 191-199.

Erkuş, A. ve Türker, M. (1994). “Türkiye’de Sulama İşletmecilik Şekilleri”, *Çiftçi ve Köy Dünyası*, Sayı:117, 12-16.

Färe, R., Grosskopf, S. ve Lovell, C. A. K. (1983). “The Structure of Technical Efficiency”. *The Scandinavian Journal of Economics*. 85 (2): 181-190.

Färe, R., Grosskopf, S. ve Lovell, C. A. K. (1985). *The Measurement of Efficiency of Production*, New York: Springer Science + Business Media.

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

Ferrier, G.D. ve Lovell, C.A.K. (1998). “Measuring Cost Efficiency in Banking: Econometric and Linear Programming Evidence”, *Journal of Econometrics*, 46, 229-245.

Frija, A., Wossink, A., Buysse, J., Speelman, S., Van Huylenbroeck, G. (2011). “Irrigation pricing policies and its impact on agricultural inputs demand in Tunisia: a DEA-based methodology”. *Jornal of Enviromental. Management*, 92, 2109–2118.

Gadanakis, Y., Bennett, R., Park, J. ve Areal, F.J. (2015). "Improving productivity and water use efficiency: a case study of farms in England". *Agricultural Water Management*,160, 22–32.

Gang, L. ve Felmingham, B. (2002). "The Technical Efficiency of Australian Irrigation Schemes". *Univ. Tasmania*, 27.

Greene, W. H. (1980a). "Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier Functions". *Journal of Econometrics*.13 (1): 27-56.

Greene, W. H. (1980b). "On the Estimation of a Flexible Frontier Production Model". *Journal of Econometrics*. 13 (1): 101-115.

Golany, B. ve Roll, Y. (1989). "An application procedure for DEA", *Omega*. 17 (3), 237-250.

Hançerlioğlu, O. (1986). *Ekonomi Sözlüğü*, Remzi Kitabevi Yayınları, İstanbul.

Jondrow, J., Lovell, C.A.K., Materov, I.S. ve Schmidt, P. (1982). "On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model". *Journal of Econometrics*. 19(2-3): 233-238.

Kıran, B. (2008). "Kalkınmada Öncelikli İllerin Ekonomik Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, SBE, Adana.

Kumbhakar, S. ve Lovell, C. (2000). *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kök, R. ve Deliktaş, E. (2003). *Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri*. İzmir: DEÜ İİBF Yayınları.

Lovell, C. A. K., Fried H. O. ve Schmidt S.S. (1993). "Production Frontiers and Productive Efficiency". *The Measurement of Productive Efficiency* (pp. 3-68). New York: Oxford University Press.

Malano, H. ve Burton, M.(2001). Guidelines for Benchmarking Performance in the Irrigation and Drainage Sector. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage, FAO, Rome.

Mecit, E.D. (2005). "Veri Zarflama Analizinde Süper Etkinlik ve Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, FBE, Ankara.

- Mercan, M. ve Yolalan, R. (2000). "Türk bankacılık sisteminde ölçek ve mülkiyet yapıları ile finansal performans ilişkisi", *İMKB Dergisi*, 4 (15).
- Meeusen, W. ve van Den Broeck, J. (1977). "Efficiency estimation from C-D production functions with composed error". *International Economic Review*. 18 (2): 435-444.
- Molden, D.J., Sakthivadivel, R., Perry, C.J., De Fraiture, C. ve Kloezen, W.H. (1998). "Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems". International Water Management Institute Research Report No. 20, Colombo-Sri Lanka.
- Nalbantoğlu, G. ve Çakmak, B. (2007). "Akıncı Sulama Birliği'nde sulama performansının karşılaştırmalı değerlendirilmesi", *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13 (3), 213-223.
- Ntanos, P.N. ve Karpouzou, D.K. (2010). "Application of data envelopment analysis and performance indicators to irrigation systems in Thessaloniki Plain (Greece)". *International Journal of Biol. Biomol. Agricultural Food Biotechnology Engineering*, 46, 56-62.
- Örkücü, H. H. (2004). "Etkinlik Analizinde Ağırlık Dağılımı Probleminde Çok Kriterli Bir Yaklaşım", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, FBE, Ankara.
- Özbay, Ö. (2006). "Türkiye'de sularla ilgili yasal düzenlemelerin tarihsel gelişimi ve günümüzdeki durum", TMMOB Su Politikaları Kongresi, 23-26 Mart, 2006, Ankara.
- Özdemir, K. ve Armağan, G. (2010). "Aydın ilindeki sulama birliklerinin faaliyetlerinin değerlendirilmesi ve etkinliklerinin belirlenmesi", *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 75-83.
- Özçelik, A., Tanrıvermiş, H., Gündoğmuş, E. ve Turan, A. (1999). "Türkiye'de Sulama İşletmeciliğinin Geliştirilmesi Yönünden Şebekelerin Birlik ve Kooperatiflere Devri ile Su Fiyatlandırma Yöntemlerinin İyileştirilmesi Olanakları". Proje Raporu, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 32, Ankara.
- Özdemir, K. (2009). "Aydın İlindeki Sulama Birliklerinin Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi ve Etkinliklerinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, FBE, Tarım Ekonomisi ABD, Aydın.

- Richmond, J. (1974). "Estimating the efficiency of production". *International Economic Review*. 15 (2): 515-521
- Sarı, Z. (2015). "Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, FBE, İstatistik ABD, Ankara.
- Shephard, R.W. (1970). *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press.
- Speelman, S., D'Haese, M., Buysse, J. ve D'Haese, L. (2008). "A measure for the efficiency of water use and its determinants, a case study of small-scale irrigation schemes in North-West Province, South Africa". *Agricultural Systems*, 98, 31–39.
- Stevenson, R. E. (1980). "Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation". *Journal of Econometrics*.13 (1): 57-66.
- Şeker, M. (2015). "Nazilli İlçesi Sulama Birliklerinde Sulama Performansının Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, FBE, Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD, Aydın.
- Ülüş, B. (2018). "Çine Topçam ve Karpuzlu Yaylakavak Sulama Birliklerinde Sulama Yönetim Devrinin Etkilerinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, FBE, Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD, Aydın.
- Varian, H. R. (1992). *Micro Economic Analysis*. Third Edition, New York: W. W. Norton & Company Inc.
- Viscusi, W.K., Harrington, J.E. ve Vernon, J.M. (2005). *Economics of Regulation and Antitrust*. Cambridge: The MIT Press.
- Winsten, C. B. (1957). "Discussion on Mr. Farrell's Paper". *Journal of the Royal Statistical Society Series A*.120 (3): 282-84.
- Yeşilyurt, C. (2003). "Matematik Programlama Tabanlı Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinden Veri Zarflama Analizi", Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, SBE, Sivas.
- Yolalan, R. (1993). *İşletmelerarası Görelî Etkinlik Ölçümü*, MPM Yayınları, Ankara.