

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İSTANBUL İLİ HİZMET İHTİYAÇLARININ
BELİRLENMESİNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ
UYGULAMASI**

Endüstri Müh. M. Ahmet TURĞUT

**FBE Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Sistem Mühendisliği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Bahadır GÜLSÜN (YTÜ)

İSTANBUL, 2007

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

KISALTMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ.....	1
2. VERİMLİLİK VE ÖNEMİ.....	2
2.1 Verimlilik Kavramı	2
2.1.1 Verimliliğin Tanımı ve Terminolojisi	3
2.1.2 Verimlilik Kavramının İktisadi Düşüncedeki Yeri	4
2.1.3 Verimlilik Çeşitleri.....	6
2.1.3.1 Kısmi Verimlilik.....	6
2.1.3.2 Toplam Faktör Verimliliği.....	7
2.2 Verimliliğin Sosyo-Ekonomik Yönleri.....	8
2.2.1 Verimliliğin Sosyal Yönleri	8
2.2.1.1 Verimlilik Çalışma Hayatı İlişkisi.....	8
2.2.1.2 Verimlilik-İstihdam İlişkisi.....	9
2.2.1.3 Verimlilik-Demografik Yapı İlişkileri.....	9
2.2.2 Verimliliğin Ekonomik Yönleri	9
2.2.2.1 Verimlilik ve Ücret İlişkisi	10
2.2.2.2 Verimlilik İktisadilik ve Karlılık İlişkisi	10
2.3 Verimliliğin Önemi.....	11
2.3.1 Verimliliğin Ülke Ekonomileri Açısından Önemi	12
2.3.2 Verimliliğin İşletmeler Açısından Önemi.....	14
2.3.3 Verimliliğin İşletme Yönetimi ve Rekabet Gücü Açısından Önemi.....	16
3. VERİMLİLİK ANALİZİ.....	19
3.1 Verimlilik Analizinin Temelleri.....	19
3.2 Performans Ölçüm Modelleri.....	20
3.2.1 Oran Analizi	21
3.2.2 Parametrik Yöntemler.....	23
3.2.3 Parametrik Olmayan Yöntemler.....	25
4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	29
4.1 Giriş	29
4.2 VZA'nın Matematiksel Temelleri	30
4.2.1 Tek Girdi-Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler	31
4.2.2 İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	35
4.2.3 Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	37

4.3	Sabit ve Değişken Ağırlıklar	42
4.4	CCR Modeli	44
4.4.1	Optimal Ağırlıkların Anlamı.....	46
4.4.2	CCR Modeli ve Üretim Karşılığı	47
4.4.3	Üretim Olanak Kümesi	48
4.4.4	Girdi Odaklı CCR Modeli ve İkincil Formülasyon.....	49
4.4.5	Başvuru Grubu ve Verimlilikte İyileştirme:	53
4.4.6	Çıktı Odaklı CCR Modeli:	54
4.5	BCC Modeli	56
4.5.1	BCC-Verimliliği.....	60
4.5.2	Başvuru Grubu	60
4.5.3	Çıktı Odaklı BCC Modeli	61
4.6	Ölçeğe Dönüşüm Kavramı.....	62
4.6.1	Teknik Verimliliğin Bileşenleri	65
4.7	VZA Uygulama Aşamaları	67
4.7.1	Karar Birimlerinin Seçimi.....	68
4.7.2	Girdi ve Çıktıların Seçimi.....	68
4.7.3	Verilerin Güvenilirliği	68
4.7.4	Görelî Verimliliğin Ölçülmesi	69
4.7.5	Verimlilik Değerleri	69
4.7.6	Başvuru Grupları	70
4.7.7	Verimli Olmayan Karar Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi	70
4.7.8	Sonuçların Değerlendirilmesi.....	70
4.7.9	VZA'nın Güçlü ve Zayıf Yönleri.....	70
5.	İSTANBUL İLİ HİZMET İHTİYALARININ BELİRLENMESİNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ UYGULAMASI.....	73
5.1	Amaç ve Kapsam.....	73
5.2	Araştırmanın Kapsamı	74
5.3	Örneklem – Karar Verme Birimleri	74
5.4	Girdi ve Çıktılar.....	74
5.5	İlçeler Bazında Kaynak Kullanım Görece Verimliliğin Ölçülmesi	75
5.5.1	Sağlık Hizmeti.....	76
5.5.1.1	Sağlık Hizmet Alanında İlçelere göre Verimlilik Analizi	76
5.5.1.2	Verimsiz İlçeler için Başvuru Grupları ve İyileştirme Hedefleri.....	79
5.5.1.3	Görece Olarak Verimli Olan İlçelerin Analizi	84
5.5.2	Eğitim Hizmeti	85
5.5.2.1	Eğitim Hizmet Alanında İlçelere göre Verimlilik Analizi.....	85
5.5.2.2	Verimsiz İlçeler için Başvuru Grupları ve İyileştirme Hedefleri.....	87
5.5.2.3	Görece Olarak Verimli Olan İlçelerin Analizi	91
5.5.3	Çevre Hizmeti	93
5.5.3.1	Çevre Hizmet Alanında İlçelere göre Verimlilik Analizi.....	93
5.5.3.2	Çevre Hizmet Alanında Verimsiz İlçeler İçin Belirlenen Başvuru Grupları, İyileştirme Hedefleri ve Verimsiz Kullanılan Girdi ve Çıktılar	95
5.5.3.3	Görece Olarak Verimli Olan İlçelerin Analizi	99

	Sayfa No
6. SONUÇ.....	102
KAYNAKLAR.....	105
EKLER	107
ÖZGEÇMİŞ.....	110

KISALTMA LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
BCC	Brain, Cooper ve Rhades Verimlilik Modeli
CCR	Charnes, Cooper ve Rhades Verimlilik Modeli
CRS	Sabit Dönüşümlü Ölçek
DFA	Dağılımlı Serbest Yaklaşım
DRS	Azalan Dönüşümlü Ölçek
IRS	Artan Dönüşümlü Ölçek
KVB	Karar Verme Birimi
OECD	Avrupa İktisadi İşbirliği Teşkilatı
SFA	Stokastik Sınır Yaklaşımı
TFA	Kaba Sınır Yaklaşımı
VZA	Veri Zarflama Analizi

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	Verimlilik spirali.....	13
Şekil 2.2	Fakirliğin kısır döngüsü.....	14
Şekil 4.1	Tek girdi ve tek çıktıdan oluşan sistemlerin grafik gösterimi	32
Şekil 4.2	Verimlilik sınır çizgisi ve regresyon çizgisinin karşılaştırılması.....	33
Şekil 4.3	Verimlilikte iyileştirme, tek girdi ve tek çıktıdan oluşan sistem örneği	34
Şekil 4.4	İki girdi ve bir çıktıdan oluşan sistemlerin grafiksel gösterimi	36
Şekil 4.5	Verimlilikte iyileştirme, iki girdi ve bir çıktıdan oluşan sistem örneği	37
Şekil 4.6	Bir girdi ve iki çıktıdan oluşan sistemler için verimlilik sınırı.....	39
Şekil 4.7	Kadıköy ilçesi için en iyi verimlilik noktası.....	41
Şekil 4.8	Tek girdi ve tek çıktıdan oluşan sistemler için üretim imkan kümesi.....	49
Şekil 4.9	BCC modelinde üretim üst sınırı ve ölçek özellikleri.....	57
Şekil 4.10	Ölçeğe dönüşüm kavramı, ortalama üretkenlik, marjinal üretkenlik.....	62
Şekil 4.11	Geri dönüş ölçüm alanını tanımlamak için sunulan prosedür	66
Şekil 4.12	Ölçek verimliliğinin grafik gösterimi.....	66
Şekil 5.1	Şile ilçesinin kaynaklarını kullanım etkinlik düzeyi.....	82
Şekil 5.2	Eyüp ilçesinin CCR ve BCC modelleri için kaynaklarını kullanım etkinlik düzeyi	84
Şekil 5.3	Bakırköy ilçesinin CCR girdi-çıkıtı modelleri için kaynak kullanımı etkinlik düzeyi	88
Şekil 5.4	Bakırköy ilçesinin BCC girdi modeli için kaynak kullanımı etkinlik düzeyi ..	89
Şekil 5.5	Bakırköy ilçesinin BCC çıkıtı modeli için kaynak kullanımı etkinlik düzeyi...	90
Şekil 5.6	Beykoz ilçesinin CCR girdi-çıkıtı modelleri için kaynak kullanımı etkinlik düzeyi	91
Şekil 5.7	Bakırköy ilçesinin BCC girdi modeli için kaynak kullanımı etkinlik düzeyi ..	92
Şekil 5.8	Bakırköy ilçesinin BCC çıkıtı modeli için kaynak kullanımı etkinlik düzeyi...	92
Şekil 5.9	Kağıthane ilçesi çevre hizmet alanındaki girdi ve çıktıların CCR girdi modeline göre verimliliğe katkısı	96
Şekil 5.10	Kağıthane ilçesi çevre hizmet alanındaki girdi ve çıktıların BCC girdi modeline göre verimliliğe katkısı	98
Şekil 5.11	Adalar ilçesinin CCR girdi ve çıkıtı modelleri için kaynak kullanım etkinlik düzeyi	99
Şekil 5.12	Adalar ilçesinin BCC girdi modeli için kaynak kullanım etkinlik düzeyi	100
Şekil 5.13	Adalar ilçesinin BCC çıkıtı modeli için kaynak kullanım etkinlik düzeyi.....	100

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 3.1	Performans ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması	28
Çizelge 4.1	Tek girdi ve tek çıktıdan oluşan sistemler	31
Çizelge 4.2	Verimliliklerin oransal ifadesi	34
Çizelge 4.3	İki girdi ve bir çıktıdan oluşan sistemler	35
Çizelge 4.4	Bir girdi ve iki çıktıdan oluşan sistemler için değişken değerleri.....	38
Çizelge 4.5	Bir girdi ve iki çıktıdan oluşan sistemler için çıktı/girdi oranları.....	38
Çizelge 4.6	Sabit ve değişken ağırlıklar: hastane örneği	42
Çizelge 4.7	Sabit Ve Değişken Ağırlık Değerleri	43
Çizelge 4.8	CCR modeli birincil ve ikincil formülasyon değişken ve kısıt karşılıkları	50
Çizelge 4.9	BCC modeli birincil ve ikincil formülasyon değişken ve kısıt karşılıkları	59
Çizelge 5.1	Uygulamada kullanılacak değişkenlerin hizmet alanlarına dağılımı	75
Çizelge 5.2	Sağlık hizmeti alanında ilçeler arasındaki verimlilik düzeyleri.....	77
Çizelge 5.3	CCR ve BCC modeli verimlilik sonuçları özeti	78
Çizelge 5.4	Şile ilçesinin sağlık hizmet alanında CCR girdi modelinin girdi hedefleri	80
Çizelge 5.5	Şile ilçesinin sağlık hizmet alanında CCR girdi modelinin çıktı hedefleri	80
Çizelge 5.6	Şile ilçesinin sağlık hizmet alanında CCR girdi değerleri için hedefleri	81
Çizelge 5.7	Şile ilçesinin sağlık hizmet alanında CCR çıktı değerleri için hedefleri.....	81
Çizelge 5.8	Eğitim hizmet alanında ilçeler arasındaki verimlilik düzeyleri	85
Çizelge 5.9	CCR ve BCC modeli verimlilik sonuçları özeti	86
Çizelge 5.10	Bakırköy ilçesinin eğitim hizmet alanında CCR girdi modeli için girdi-çıkıtı hedefleri	87
Çizelge 5.11	Bakırköy ilçesinin eğitim hizmet alanında CCR çıktı modeli için girdi-çıkıtı hedefleri	87
Çizelge 5.12	Bakırköy ilçesinin eğitim hizmet alanında BCC girdi modeli için girdi-çıkıtı hedefleri	88
Çizelge 5.13	Bakırköy ilçesinin eğitim hizmet alanında BCC çıktı modeli için girdi-çıkıtı hedefleri	90
Çizelge 5.14	Çevre hizmeti alanında ilçeler arasındaki verimlilik düzeyleri	93
Çizelge 5.15	Çevre hizmet alanına ilişkin CCR ve BCC modeli verimlilik sonuçları özeti ..	94
Çizelge 5.16	Kağıthane ilçesinin çevre hizmet alanında CCR girdi modeline göre girdi ve çıktı hedef değerleri.....	95
Çizelge 5.17	Kağıthane ilçesinin çevre hizmet alanında CCR çıktı modeline göre girdi ve çıktı hedef değerleri.....	95
Çizelge 5.18	Kağıthane ilçesinin çevre hizmet alanında girdi ve çıktıların BCC girdi yaklaşımına göre hedef değerleri	97
Çizelge 5.19	Kağıthane ilçesinin çevre hizmet alanında girdi ve çıktıların BCC çıktı yaklaşımına göre hedef değerleri	98

ÖNSÖZ

Yaşam için gerekli olan kaynakların giderek azalması, kaynakların daha etkin kullanılması noktasında günümüz rekabetçi dünyasında ön plana çıkmaktadır. Kaynaklarını fayda-maliyet analizi yapmadan harcayan toplumlar dünya üzerinde söz söyleme yetkilerini de kaybetmektedirler. Kaynaklarını etkin kullanarak bunları verimli çıktılara dönüştüren toplumlar ise dünyaya hükmetmektedirler. Yüce önderimiz Mustafa Kemal Atatürk'ün de söylediği gibi “Çalışmadan, yorulmadan ve üretmeden rahat yaşamının yollarını alışkanlık haline getirmiş milletler önce haysiyetlerini, sonra hürriyetlerini, daha sonra istikballerini kaybetmeye mahkumdur.” sözü mevcut durumu özetler niteliktedir. Bu noktadan hareketle kaynakların birbirleriyle olan ilişkisini tanımlayarak olması gereken hedef değerlerini belirleyen Veri Zarflama Analizi gibi bir yaklaşım kullanılabilecek en temel araçlardan biridir.

Toplumun belirlenen hizmet alanlarında aynı kalite düzeyinde hizmet almasını ve refah içinde yaşamasını sağlamak amacıyla İstanbul'daki ilçeler düzeyinde yapılan bu çalışma mevcut durumu gösterme açısından faydalı olacaktır.

Bu projeyi seçmemde ve temel taşlarının oturtulmasında yardımını esirgemeyen tez danışmanım sayın Prof. Dr. Bahadır GÜLSÜN'e, projenin oluşumu noktasındaki katkılarıyla destek sağlayan Banu Tuğba ÇİĞDEM'e ve bu projeye yaptıkları önemli katkılarından dolayı çalışma arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

ÖZET

Artan küresel rekabet ve kaynakların yetersizliği, kaynakların etkin kullanılması gerekliliğini önemli bir hale getirmiştir. Kaynak kullanımında verimlilik, sürdürülebilir kalkınmanın en önemli bileşenlerinden birisidir. Türkiye’de kamu sektörü, ülke, bölge ve il düzeyinde gelişmişlik farklarının giderilerek bölgesel rekabet edebilirliğin desteklenmesi ve ülke düzeyinde sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanabilmesi amacıyla, kamu yatırımlarının her bir bölge için aynı verimlilik düzeyini yakalayacak şekilde harcanması gerekmektedir. Söz konusu kaynak aktarımı, genellikle az gelişmiş olan bölgelere doğru bir kaynak transferi niteliğinde olup, kaynaklarda eşitlik yaratarak bölgesel rekabet edebilirliği güçlendirmek yönünde gerçekleşmektedir. Ancak mevcut durumda ayrılan kaynaklar her bir bölge için aynı verimlilik düzeyini yakalamaktan ziyade eksikliklerin tamamlanmasına yönelik olarak gerçekleştirilmektedir. Bu durumda bölgesel dengesizlikleri azaltmak yerine, oluşan dengesizliği daha da artırmaktadır.

Bu noktadan hareketle, çalışmamız Veri Zarflama Analizi tekniği kullanılarak, İstanbul’daki ilçelerin sağlık, çevre ve eğitim hizmet alanlarında katma değer üretim süreçlerindeki kaynak kullanım verimlilikleri incelenmiştir. Sürecin girdi ve çıktıların belirlenmesinde, kamu kaynaklarına ek olarak, özel hizmet kaynakları da dikkate alınmıştır. Çalışmanın sonuçları, ilçelerin görece teknik verimlilik ve ölçek verimliliklerinin yanı sıra, ilçe bazında hangi kaynakların ne ölçüde verimsiz kullanıldığı konusunda bilgiler vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Karar Verme Birimi, CRR Modeli, BCC Modeli, Verimlilik.

ABSTRACT

By the increasing global competition and deficiency of resources, efficiency in resource utilization became important. The efficiency in resource utilization is one of the main components of sustainable development. To strengthen regional competitiveness and to build up national sustainable development; public sector investments should be implemented with the same level of efficiency for regions by removing inter-regional and inter-cities differences in terms of development. Generally, this wealth transfer has a characteristic to less developed regions supplying strengthened regional competitiveness. However, the utilization of resources are utilized more for accomplishment than achieving the same level of regional efficiency. This critical preference will either lead to equity in terms of resource allocation or boost an overall sustainable economic growth via efficiency rise across the regions and the country.

In this context, this study aims at analyzing the resource utilization efficiencies of the İstanbul boroughs in their added value production process on health, environment and education service areas by using Data Envelopment Analysis. In determining the relevant inputs and outputs of this process for each boroughs, both the public sector and the private sector resources are used. The computational results display the relative technical and scale efficiencies of the İstanbul boroughs, as well as the extent to which each input is utilized inefficiently for all the provinces.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Decision Making Unit, CRR Model, BCC Model, Efficiency.

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasının kamu ve özel sektörlerinde temel amaç, topluma en iyi hizmeti en verimli ve etkin şekilde sunacak strateji ve yöntemlerinin geliştirilmesi ve böylece hedef ve amaçlara ulaşılmasıdır. Bu da ancak çok hızlı değişen dünyada bu değişimlere karşı kamu ve özel sektöre ait kaynakların israf edilenmeden en verimli bir şekilde kullanılmasıyla sağlanacaktır.

Bu çalışma ile İstanbul ili ilçelerinin belirlenen 3 hizmet alanında hangi kaynakları kullanmada güçlü ve güçsüz olduğunu, kaynak kullanım miktarlarında ve verimliliğinde ilçeler arasındaki farklılıkları, verimsiz olup görece olarak yüksek gelişme potansiyeline sahip, verimsiz olup görece olarak düşük gelişme potansiyeline sahip ve görece olarak en üretken ölçek büyüklüğüne sahip olanlarını belirlemektedir.

Çalışmanın 2. bölümünde VZA'nın ne olduğuna başlamadan önce verimlilik kavramının ne olduğu, nasıl sonuçlar doğurduğu ve neden önemli olduğu noktasında ön bir giriş yapılmıştır. 3. bölümde verimlilik analizine konu olan temel kavramlara açıklık getirilmiştir. Bu bölümde amaç terminolojide kullanılan verimlilik analizi yöntemlerinden bahsetmek ve kullanacağımız yöntemle diğer yöntemlerin karşılaştırmasını yapmaktır. 4. bölümde VZA kavramı açıklanarak, bu kavrama ait temel yaklaşımlar açıklanmıştır. 5. Bölümde İstanbul iline ait 32 ilçe üzerinde sağlık, çevre ve eğitim hizmet alanlarında VZA uygulaması gerçekleştirilmiştir ve sonuçları paylaşılmıştır. Son bölümde ise değerlendirmeler yapılmış ve sonraki çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

2. VERİMLİLİK VE ÖNEMİ

VZA'nın ne olduğuna başlamadan önce verimlilik kavramının ne olduğu, nasıl sonuçlar doğurduğu ve neden önemli olduğu noktasında ön bir giriş yapılmıştır.

2.1 Verimlilik Kavramı

Verimlilik kavramı, yer yüzünde kurulan ilk üretim işletmeleri kadar eski olmakla beraber, ekonomik düşünce tarihinin ilk kayıtlarında verimlilik kavramına hemen hemen rastlanmamaktadır. Bunun yerine, klasik ekonomistler üretim ve üretim oranından bahsetmektedirler. İfade edilen bu iki kavram da günümüzde kullanılan verimlilik kavramına yaklaşmaktadır. Ancak bu kavrama verilen önem, modern iktisadi düşüncenin doğuşu ile başlamış ve İkinci Dünya Savaşı'nı izleyen yıllarda ciddi ölçüde artmıştır. Savaştan yenik ve tahrip edilmiş olarak çıkan ülkelerin girişmiş oldukları yoğun faaliyetler de, verimlilik artışlarında önemli bir rolü olmuştur. İkinci Dünya Savaşı, aynı zamanda ekonomik kalkınma yaklaşımında devrimci bir değişiklik meydana getirmiştir. Dünya ülkeleri ilk kez, ekonomik kalkınma bilincine erişmiş ve onu uluslararası politikanın gerekli ve temel bir hedefi yapma yolunda çaba harcamışlardır. Ekonomik üstünlük ağırlık kazanmış, özellikle büyük ülkeler arasında bir “ekonomik yarış” ya da “savaş” ortamı ortaya çıkmıştır (Başkan, 1971).

Günümüzde, gelişmiş ülkelerin girişmiş oldukları “ekonomik yarış” ya da “savaş” yanında gelişmekte olan ülkeler de kalkınmaya ciddi ölçüde çaba göstermektedir. Bu iki grup içine giren ülkelerin ekonomik bakımdan gelişmelerinde, refah seviyelerinin yükseltilmesinde verimlilik kavramının büyük oranda rolü ve etkisi olduğu belirtilmektedir. Bugün verimlilik kavramı ülkelerin kalkınma çabalarının değerlendirilmesinde esas olan göstergelerden biridir. Ulusal refahın artırılmasında verimliliğin oldukça önemli rolü olduğu yaygın biçimde kabul gören bir düşüncedir. Kalkınmışlık düzeyini yükseltmek isteyen her toplumun temel hedefi mevcut kaynaklarını en yararlı yerlerde ve en yararlı yöntemlerle kullanarak üretimini en çoğa çıkarmak olacağından, bu ülkeler için verimlilik çok önemli bir kavram olarak ortaya çıkmaktadır (Başkan, 1971).

Verimlilik kavramının öne çıkmasında günümüz dünyasında rol oynayan önemli bazı gelişmeler ise şu şekilde sıralanabilir:

- ◆ Yüksek talep, ölçek ekonomileri avantajları, yeni kaynakların yoğun kullanım gibi uygun

ve elverişli koşulların bugün devam etmiyor olması,

- ◆ Dünya ekonomisi ve ulusal ekonomilerdeki işlevsel rahatsızlık ve karışıklıkların olması,
- ◆ Sermaye ve işgücünün daha etkin kullanımını sağlayarak devam eden ve bir çok alanda hızlanan teknolojik gelişime koşut olarak daha az sermaye ve daha az işgücü kullanan teknolojik uygulamaların artması. Ancak paradoksal olarak gelişmiş ülkelerin yetişmiş işgücü sıkıntısıyla karşılaşması sonucunda bazı alanlarda sermaye yoğun teknolojiyi yeğlemesi, gelişmekte olan ülkelerde ise sermaye unsurunun kıtlığı ve büyük işsizlik sorunu nedeniyle mevcut insan kaynaklarının daha etken kullanımı, geliştirilmesi ve yeni işler yaratılmasının teşvik edilmesi (Baş ve Artar, 1990).

Verimlilik, çıktı ile çıktının üretiminde kullanılan girdiler arasındaki ilişkiyi belirleyen bir kavramdır. Belli bir üretim sonucunu elde etmek için yapılan fiziksel harcamalar ne kadar az olursa verimlilik o kadar yüksek olur. Ekonomik açıdan bakılacak olursa verimlilik; üretim sürecinde boşluk olmadan verilen birtakım girdiler ile en yüksek çıktının sağlanmasıdır. Daha geniş anlamda ise verimlilik, verilen bir çıktının en az maliyet ile üretilmesinin sağlanmasıdır (Alpugan ve diğ., 1990).

2.1.1 Verimliliğin Tanımı ve Terminolojisi

Verimlilik girdi faktörleri ile çıktı arasındaki ilişkiyi belirleyen bir ölçüt olarak tanımlanmaktadır. Bu ilişki genellikle kantitatif olduğundan ölçülebilir bir kavramdır. Geniş anlamda verimlilik ise, çıktıların ve bu çıktıları elde etmek için kullanılan girdilerin toplamına oranı olarak tanımlanabilir. Teknik etkenlikteki artış ise çıktı miktarında meydana gelen değişimlerle ortaya çıkar. Yapılan tüm tanımlamalardan da görüleceği gibi oldukça karmaşık ve belirlenmesi de zor olan bir kavramdır. Bu bakımdan verimliliğin belirlenmesinde, daha çok kısmi verimlilik ölçümleri üzerinde durulmaktadır. Kısmi verimlilik, belli bir çıktı miktarının bir veya daha fazla girdi miktarına oranı olarak belirlenmektedir. Bu bağlamda her faktör için verimlilik oranının belirlenmesi mümkün olduğu gibi, bu faktörlerin ilişkilendirilmesine bağlı olarak emek, sermaye, toprak, hammadde gibi faktörlerinde verimliliklerinden bahsetmek de mümkündür. Verimliliğe ilişkin değerlendirmeler; değerlendirmeye tabi tutulacak iş koluna göre veya ekonominin tümü için de değişik şekillerde izah edilebilir (Tuna, 1993).

Verimlilik rölatif bir kavramdır ve iktisadi birimler içinde önemli bir yere sahiptir. Bu

bağlamda iktisadi birimler ile etkileşim içindedir; bu birimlerin bir kısmını etkileyebileceği gibi, bir kısmından da etkilenmektedir. Ekonomik istikrara ilişkin verimlilik faktörleri sektörler arasında farklılıklar gösterebileceği gibi, ülkeden ülkeye de değişebilmektedir. Bu nedenle verimlilik ölçütünü belirleyenler faktörler içinde kaynak kullanımındaki etkinlik de ortaya çıkmaktadır. İktisadi kalkınma çabası içerisindeki gelişmekte olan ülkelerde verimlilik düzeyinin genellikle düşük olması, ekonominin genel yapısından ve kaynakların kullanılmasında etkinliğin sağlanamamasından ileri gelmektedir. Bu noktadan yola çıkarak; verimliliğe, kullanılan kaynakların kullanımdaki etkenlik derecesi de denilmektedir (Tuna, 1993).

Verimlilik ifadesi birbirinden çok farklı anlamlarda kullanılabilmektedir. Avrupa İktisadi İşbirliği Teşkilatı'nın (OECD) M. Jean FOUROSTİE başkanlığındaki bir komisyonun çalışması sonucunda, verimliliğin bilimsel bir tanımı yapılmış ve “ Verimlilik: Hasılanın üretim faktörlerinden herhangi birine oranıdır.” şeklinde 1950 yılının Aralık ayında OECD'nin yayınladığı “Terminologie De La Productivite” adlı kitabın ikinci paragrafında yer almıştır (Kök, 1991).

Yukarıda verimlilik kavramını açıklarken ilişki kurulduğu gibi, üretim unsurları ile ilgili birden çok faktörün bir araya getirilmesi veya kombinasyonu, her bir faktörün ayrı ayrı verimliliğini ölçmeyi gerekli kılmaktadır. Bir başka deyişle; verimlilik ölçümü ile belli bir sonucu elde etmek için, sonuç: ya onu üreten tek bir faktöre karşı ölçülebilir ki buna, kısmi faktör verimliliği; yada onu üreten tüm faktörlere karşı ölçülebilir ki buna da toplam faktör verimliliği denilmektedir. Bu bağlamda, verimliliğin çeşitli faktörlerin etkisiyle ortaya çıkan sonuç olarak kabul edilmesi gerekmektedir (Kök, 1991).

Verimlilik dar anlamıyla çıktının bir girdiye veya girdiler toplamına oranı olup, üretilen mal ve hizmetler miktarı ile bu üretimde kullanılan girdi miktarları arasındaki ilişkidir. En genel anlamıyla ise, tabiatta sınırlı olarak bulunan ve insan ihtiyaçlarının tatmini için üretimde kullanılan kaynakların etkinliğinin bir ölçüsü şeklinde tanımlanabilir (Kök, 1991).

2.1.2 Verimlilik Kavramının İktisadi Düşüncedeki Yeri

İktisatçıların verimlilik kavramı ile ilgilenmeleri modern iktisadi düşüncenin doğuşuyla başlar. Verimlilik kavramı, Jevons'un marjinal verimlilik teorisi yoluyla iktisat literatürüne formel olarak girmeden önce konu ile ilgili bir çok tartışmalar mevcuttu. Gazali insanı

ihtiyaçlarını karşılayacak tarzda muhtaç bir varlık olarak tasavvur ederek düşüncelerini şu şekilde belirtir: Hayvanlar ihtiyaçlarını doğadan hazır bulduğu halde ihtiyaçlarını gidermeye çalışan insan bu maddelerin önemli bir kısmından bir üretim faaliyeti sonucunda yararlanabilir. İşte bu ıslah faaliyetleri çalışmayı zorunlu kılmış ve insanın ihtiyaçlarını gidermek üzere çalışmaya başlaması gittikçe karmaşıklaşacak olan iktisadi hayatın başlangıcı olmuştur (Kök, 1991).

Klasik iktisatçılardan Adam Smith'e göre de iyi yönetilen bir toplumda, halkın en alt kesimine kadar ulaşan genel zenginlik bütün çalışma alanlarında işbirliğinin yol açtığı büyük üretim sonucunda gerçekleşmektedir (Kök, 1991).

Marx'ın bakış açısından incelendiğinde ise durum farklılık göstermektedir. Emek verimliliğindeki artışla birlikte, emek gücünün fiyatı sürekli düşebilir ve bu düşüşün yanısıra, işçinin geçim vasıtalarında sürekli bir büyüme olur. Ama bu durumda bile emek gücünün değerindeki bu düşüş, artık değerinde bir yükselmeye yol açabilir. Böylece işçi ve kapitalistin durumları, uçurum seviyesinde genişlemeye devam edebilir (Kök, 1991).

Bazı iktisatçılara göre klasik ve neoklasik teorinin bir sentezini temsil eden Marshall ise, verimliliği bekleme yolu olarak tanımlarken verimlilik artışının tasarrufların getirisini yükselteceğine ve yatırılabılır fonların çoğalmasına neden olacağına yani sermaye birikimini hızlandıracağına dikkat çekmektedir. Keynes “hayat standardımızın, verimliliğimize bağlı olması gerektiğini ve hayat standardımızın verimliliğimizden bağımsız olarak belirlenemeyeceğini kabul ediyorum” derken verimliliğin önemine işaret etmektedir (Kök, 1991).

Keynes sonrasında ise iki ana çizgi ön plana çıkmaktadır. Hicks ve Samuelson'un öncülük ettiği neoklasik sentez bu çizgide neoklasik marjinal verimlilik bölüşüm teorisi varlığını sürdürürken ikinci çizgiyi oluşturan Post-Keynes'ci iktisatta marjinal verimlilik bölüşüm teorisi reddedilmektedir. Post-Keynes'yen iktisada göre gelir farklılıkları, sadece ne doğal ne de iktisadi olaylardır; piyasa kuvvetlerinin olduğu kadar toplumsal ve siyasal gelenek ve kararların sonucudurlar (Kök, 1991).

Son olarak ortaya çıkan yeni sorunlarla ilgili Keynesyen çözümlerin yetersiz kaldığını söyleyen bir grup Amerikalı iktisatçının öncülük yaptığı tedbirler üzerinde yoğunlaşma gerekliliği ile ilgili düşünceleri bulunmaktadır. Bu iktisatçılara göre arz maliyetlerinin

azaltılması gerekir. Çeşitli indirimlerle çalışmanın teşvik edileceğini ve daha fazla tasarrufa imkan hazırlanacağını düşünmektedirler. Artan tasarruflar sonucu, yeni yatırımlar ortaya çıkacak, azalan işsizlikle birlikte daha yüksek verimlilik düzeyine ulaşılabilecektir. Nihayet, artan verimlilik sonucu maliyetler düşecek ve azalan enflasyon etkisini doğuracaktır (Tuna, 1993).

2.1.3 Verimlilik Çeşitleri

Verimliliğin belirlenmesinde değişik kriterlerden yola çıkılarak farklı metotlar kullanılmaktadır. Fiziki ve parasal verimlilik, ortalama ve marjinal verimlilik, mikro ve makro verimlilik, kısmi ve toplam verimlilik gibi değişik yöntemlerle hesaplanmaya bulunmaktadır (Tuna, 1993).

Fiziki ve parasal verimlilik, verimlilik oranının pay ve paydasında homojenlik derecesine göre fiziki veya parasal değerlerle ifade edilmesidir. Pay ve paydada fiziki değerlerle ifade edilmiş ise fiziki, parasal değerlerle ifade edilmiş ise parasal verimlilik olarak belirtilir. Belli bir dönemdeki toplam çıktının aynı dönemdeki girdilerin oranına toplam verimlilik denilmektedir. Belli dönemde çıktıda meydana gelen değişimin aynı dönem girdilerindeki artışa oranı da marjinal verimlilik olarak ifade edilmektedir. İşletme düzeyinde hesaplanan verimlilik mikro, ekonominin genelinde hesaplanan ise makro verimliliktir. Toplam ve kısmi verimlilik ise ilgili yazında üzerinde en çok durulan ve değerlendirilen verimlilik çeşitleri oldukları için bu konular ayrıntılı olarak açıklanacaktır (Tuna, 1993).

2.1.3.1 Kısmi Verimlilik

Kısmi verimlilik; üretim faaliyeti sonunda elde edilen çıktının bu üretimde kullanılan girdilerden herhangi birine oranlanmasıyla hesaplanmaktadır. Kısmi verimlilik ifadeleri; verimlilik analizine konu olan girdilerin isimleri; emek verimliliği, arazi verimliliği, sermaye verimliliği gibi, kullanılarak adlandırılmaktadır. Toplam çıktı net veya brüt olarak alınır veya herhangi bir üretim faktörü ile ilişkilendirildikten sonra elde edilen kısmi verimlilik oranı net veya brüt olarak bir anlam ifade etmektedir. Ayrıca kısmi verimlilik ortalama ve marjinal olarak da hesaplanabilmektedir (Tuna, 1993).

Kısmi verimlilik hesaplamaları tasarrufların ölçülmesinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Ancak, kısmi verimlilik katsayıları faktör ikamelerinden ve genel verimlilik artışlarından

etkilenmesi nedeniyle kısmi verimlilik değerleri belli bir üretim faaliyeti sonucu ortaya çıkan verimliliğin ölçüsü değildir.

Kısmi verimlilik oranının anlamlı bir oran değeri olarak kabul edilebilmesi için ilgili girdinin toplam girdi miktarındaki payının büyük olması ve diğer girdi miktarlarında bir değişme olmaması gerekmektedir. Örneğin, bir üretim faaliyetinde sermaye verimliliğin ölçülmesi, sermaye girdisinin diğer girdilere göre görece oranının daha büyük olması, diğer girdilerin ise sabit kalmasıyla mümkün ve anlamlı olur (Tuna, 1993).

Verimliliğin hesaplanmasında üretim faktörleri için gerekli olan bilginin yetersizliği verimlilik ölçümlerini zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda, üretim faktörlerinin hepsi için tek bir verimlilik oranının hesaplanması güçtür. Bu nedenle eksikliklerine rağmen kısmi verimlilik oranları daha yoğun olarak hesaplanmaktadır (Tuna, 1993).

2.1.3.2 Toplam Faktör Verimliliği

Toplam Faktör Verimliliği, bir üretim faaliyeti sonucu elde edilen çıktının bu üretim faaliyetinde kullanılan girdilere bölünmesiyle hesaplanan verimlilik türüdür. Toplam faktör verimliliği üretimde kullanılan tüm kaynakların etkinlik derecelerini ölçmektedir (Tuna, 1993).

Toplam Faktör Verimliliğinin üzerinde önemli durulmasının en temel nedeni kısmi faktör verimliliğinin üretimin maddi girdileri dışındaki unsurlarının etkisini yansıtamamasıdır. Toplam faktör verimliliği Solomun Fabricant tarafından geliştirilmiştir. Solomun Fabricant'a göre; kullanılan kaynakların birinin önemli olması yanında diğerlerinin de aynı derecede önem taşımaları ve bu kaynaklarda değişmelerin meydana gelmesi verimliliğin tek bir faktöre göre ölçülmesinde çok az bir bilgi vermesine veya hiçbir anlam ifade etmemesine neden olmaktadır. Bu yöntemle ise verimliliği tek bir faktöre göre değil de tüm faktörlere göre ölçmek mümkün olmakla beraber, genel verimlilik düzeyi hakkında bir fikir elde edilebilmektedir. Verimliliğin sağlıklı bir şekilde hesaplanabilmesi için girdiler ile ilgili bilgilerin yeterli olması gerekmektedir. Ancak gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi kullanılan girdilere ilişkin bilginin yetersizliği ve faktör bileşimindeki dengesizlik, söz konusu faktörlerin verimliliğe esas alınacak bilgilerinde eksik olmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda, sözü edilen örneklerde toplam faktör verimliliği yerine genellikle kısmi verimlilik hesapları kullanılmaktadır (Tuna, 1993).

2.2 Verimliliğin Sosyo-Ekonomik Yönleri

Verimliliğin sosyo ekonomik yapı üzerinde de direkt etkileri bulunmaktadır. Bunlara ait detaylı bilgi bu bölümde belirtilmiştir.

2.2.1 Verimliliğin Sosyal Yönleri

Verimliliğin ekonomik yönü son zamanlara kadar sosyal yönünden daha fazla önem taşımaktaydı. Ancak verimliliğin gelir dağılımından istihdama; demografik yapıdan endüstri ilişkilerine kadar pek çok alana etki ettiği, aynı zaman da da bunlardan etkilendiği bilinmektedir. Söz konusu karşılıklı etkileşim dikkate alındığında verimliliğin sosyal yönlerinin ekonomik yönleriyle olduğu gibi bir öneme sahip olduğu ortaya çıkmaktadır (Türkiye İşverenler Sendikası Konfederasyonu, 1991).

2.2.1.1 Verimlilik Çalışma Hayatı İlişkisi

Ülkeler açısından bakıldığında; verimliliğin şu üç kesimi doğrudan ilgilendirdiği kabul görmektedir:

- ◆ Kamu yönetim ve kuruluşlarını,
- ◆ İşverenleri ve kuruluşlarını,
- ◆ İşçileri ve kuruluşlarını,

Verimlilik artışlarının endüstri ilişkileri sistemini oluşturan bu kesimlere doğrudan ya da dolaylı olarak pek çok olumlu etkisi mevcuttur. Bu etkiler şu şekilde sıralanabilir:

- ◆ Yeni teknoloji kullanımı ve yeni üretim metotları artmaktadır.
- ◆ Kalite ve verimlilik konularına olan hassasiyet artmakta; bu durum işyerlerinin sorunlarının çalışanları tarafından çalışanların kavramasına yol açmaktadır.
- ◆ Uzmanlaşma artmakta, iş tanımları şeffaflaşmaktadır.
- ◆ Toplu sözleşme müzakerelerinde devlet müdahalesi azalmaktadır.
- ◆ Ücret sistemleri rasyonelleşme ve iş değerlemesi metotları uygulamaya konulmaktadır.
- ◆ Toplu sözleşmelerde verimliliğin artırılmasına yönelik tedbirler öngörülmektedir.

2.2.1.2 Verimlilik-İstihdam İlişkisi

Verimlilik ile istihdam arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Emek verimliliğindeki ilgili ülke ya da sektör için işsizliğin azalmasına neden olmaktadır. Çünkü emek verimliliğinin artışıyla elde edilen katma değer, bir başka değişle verimlilik, mal fiyatlarını düşürerek ilgili ülke ya da sektörlerin mallarına karşı talebi artırmıştır. Bu durum hem enflasyona engel olmakta, hem de işsizliğin azalmasına da neden olmaktadır. Bu noktadan yola çıkarak, emek verimliliği ile üretilen malın birim fiyatı arasında olumsuz bir korelasyonun olduğu iddia edilebilir. Ancak bu negativite devam ettikçe ticaret canlanmaktadır. Ticaretin canlı olması ise işsizlik olmamasını, istihdam artışını beraberinde getirmektedir (Türkiye İşverenler Sendikası Konfederasyonu, 1991).

2.2.1.3 Verimlilik-Demografik Yapı İlişkileri

Emek verimliliğini ulusal düzeyde etkileyen demografik unsurlar incelendiğinde; nüfus artış hızı, kentleşme, çalışanların cinsiyeti, yaş, aile tipi ve büyüklüğü, çocuk sayısı gibi öğelerin ön plana çıktığı görülmektedir. Nüfus artış hızı işsizliği artırması bakımından verimlilik ile yakından ilgilidir. Türkiye’de imalat sanayi işletmelerinin toplandığı il ve ilçe merkezlerinde yılda %3.6 oranındaki hızlı nüfus artışı, üretimde meydana gelen artışların bir kısmının mevcut yaşam standardının sürdürülmesine ayrılmaktadır. Böylece hızlı nüfus artışı ülkemizde kişi başına geliri olumsuz yönde etkilemekte, tasarrufları kısıtlama, üretim yapısını değiştirme işsizliği ve nüfusun bağımlılık oranını artırma gibi sosyo-ekonomik sorunlar doğurmaktadır. Bu noktadan yol çıkılarak; verimlilikle nüfus artışı arasında olumsuz bir ilişkinin olduğu iddia edilmektedir. Bu görüş, hızlı nüfus artışının iktisadi olarak üretken yatırım sayılmayan demografik yatırımlara yol açmasından kaynaklanmaktadır. Demografik değişkenlerin yaş, aile büyüklüğü, çocuk sayısı gibi kırılımları bu bağlamda önem arz etmekle beraber uluslararası karşılaştırma yapmak kültürel farklılıklar nedeni ile çok kolay olmamaktadır (Türkiye İşverenler Sendikası Konfederasyonu, 1991).

2.2.2 Verimliliğin Ekonomik Yönleri

Bu bölümde verimliliğin ekonomik açıdan sağladığı faydalar incelenmiştir. Verimliliğin ücret ve karlılıkla olan ilişkisi tanımlanmıştır.

2.2.2.1 Verimlilik ve Ücret İlişkisi

Verimlilik-ücret ilişkileri özellikle 1960’lardan bu yana arz yönlü enflasyon modellerinin bir ögesi haline gelmiş ve işçi sendikalarının ücretleri verimlilik artışının oranının üzerinde bir hızla artırması enflasyonun temel nedenleri arasında gösterilmiştir. İşsizlik oranının yüksek olduğu ekonomilerde sermaye yoğun teknolojilerin tercih edilmesi durumunda verimlilik ön plana çıkmaktadır. Aynı şekilde enflasyon dönemlerinde verimlilik ve maliyetler arasında sıkı bir ilişki kurulmaya çalışılır. Toplu iş sözleşmeleri ile sağlanan ücret artışlarının verimlilik artışlarının üzerinde olması durumunda birim maliyetlerin ve bu bağlamda fiyatların yükselmesi kaçınılmazdır. Bu durum ise, işverenin emek yoğun teknolojiler yerine sermaye yoğun teknolojileri ikame etmesine neden olabilir. Bunun için verimliliği artırmak birim maliyetleri düşürmek, fiyatları sabit tutmak, işçilerin reel ücretlerinin düşmemesini sağlamak gereklilikleri ortaya çıkmaktadır (Türkiye İşverenler Sendikası Konfederasyonu, 1991).

Bu anlamda, verimlilik-ücret artışı ilişkisine dayanan bir yaklaşımın getirileri şu şekilde sıralanabilir.

- ◆ İşçinin artan verimden pay alacağını bilmesi, ona güven hissi aşılar. Bunun için fazla ücret alabilmek amacıyla iş değiştirmek yerine, üretimin artırılması için eskiye oranla daha fazla çalışır, makine ve malzemeyi en ekonomik biçimde kullanır.
- ◆ Firma ve ücret politikası sayesinde endüstriyel değişmelere daha kısa sürede uyum sağlar. Bu durumda firmanın büyümesine ve istihdama katkı sağlamasına neden olur.
- ◆ Teknolojik değişimin sonucu olarak; çalışanların yeni işe göre yetiştirilmesi, hassas makine teçhizatın daha etkin yönetimini gerektirir.
- ◆ Verimlilik-ücret artışı ilişkisi rekabet gücünü artırmada da etkilidir. Verimlilik bazlı ücret politikası, düşük maliyet, fazla mal satabilme ve istihdam demektir. Bu da kapasite kullanımında artış sağlar ve atıl iş gücü veya gizli işsizlik ortadan kaldırılabilir.
- ◆ Verimlilik-ücret artışı ilişkisi ekonomik büyümeyi hızlandırır, ekonomik büyüme ise kısıt olan üretim kaynaklarının daha etkin kullanılması demektir. Özellikle kısıt olan nitelikli iş gücünden daha etkin yararlanma gelişmekte olan ülkeler için ayrıca önem taşımaktadır.

2.2.2.2 Verimlilik İktisadilik ve Karlılık İlişkisi

Verimlilik iktisadilik ve karlılık arasındaki ilişki üzerinde durulmadan önce iktisadilik ve

karlılık kavramları üzerinde durulacaktır. Bir çok işletme, kar elde etmek için faaliyetlerini devam ettirir. İşletmenin yapmış olduğu satışlarla ilgili malın maliyeti arasındaki pozitif fark olarak tanımlanan kar rekabet ortamında faaliyet gösteren işletmelerin peşinde koştuğu bir olgudur. Çünkü; kar, sadece çalışanlarına ücret artışı ile sahibine gelir sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda firmayla ilgili birinci dereceden çıkar gruplarının toplum nazarında sosyal prestijlerini de yükseltmektedir ve temelde kar işletmenin amaçlarını gerçekleştirmede bir başarı ölçüsü olarak kabul edilmektedir (İbicioğlu, 1999).

İktisadilik ve karlılık arasındaki ayrıntı kesin olarak ortaya konamamış ve bu yüzden de bir terim karışıklılığı ortaya çıkmıştır. İktisadilik oranını oluşturan unsurlar verimlilikten farklı olarak üretimden elde edilen gelirler ile üretim sırasında harcanan maliyet giderleridir. Başka bir deyişle, iktisadilik üretimden elde edilen mal veya hizmetlerin satışından elde edilen gelir tutarının, üretim sırasında meydana gelen maliyet giderleri tutarına oranıdır. İktisadiliğin artabilmesi için, ya belli bir dönem için maliyet giderleri tutarı sabit tutularak, aynı zamanda elde edilen satış gelirlerini artırmak veya söz konusu dönem içinde gerçekleştirilen gelir tutarına, daha az maliyet gideri harcamak suretiyle ulaşılması gerekmektedir (Pekiner, 1971).

Verimlilik, iktisadilik ve karlılık birbirlerini olumlu veya olumsuz şekilde etkileyebilirler. İşletme iktisadi literatüründe bazı yazarlarca ileri sürüldüğü üzere; işletmelerin amacı, yalnızca karlılığı artırmak üzere faaliyet dönemi karını azami kılmak değildir. Karlılığın önemini inkar etmemekle beraber, iktisadi faaliyetlerin amacının karlılık ile sınırlandırılması doğru değildir. Özellikle, üretim faaliyetlerinde üretim faktörlerinden optimal faydanın sağlanmasını öngören verimliliğin gerçekleştirilmesi karlılıktan çok daha önemli bir amaç olarak tanımlanmaktadır (Pekiner, 1971).

Verimlilik ve iktisadilikte meydana gelen artışlar karlılığı da olumlu şekilde etkileyeceği açıktır. Fakat karlılıkta meydana gelen artışlar doğrudan verimlilik ve iktisadiliğe etki etmemektedir. Karlılık oranını oluşturan faktörlerden biri olan dönem karı, teşebbüs içi ve dışı bir sürü faktörlerin etkisindedir. Kurumlar çeşitli spekülasyon faaliyetleri ile ya da çevresel etkiler nedeni ile dönem karını artırabilir, ancak bu durum verimlilik ve karlılığı olumlu yönde etkilemeyecektir (Pekiner, 1971).

2.3 Verimliliğin Önemi

Ulusal ve uluslararası pazarlara yönelik üretim yapılması amacı üretimde kullanılan

faktörlerin giderek kıtlaşması ve buna bağlı olarak ortaya çıkan faktör fiyatlarının pahalılaşması, günümüzde özellikle kalkınmış ülkelerde kaynakların daha verimli kullanımı sorununu gündeme getirmiştir. İşletmeler, üretimde kullandığı her türlü kaynağı diğer işletmelerden daha verimli kullanma yoluna girmektedirler. Bu durum sürdürülebilirliğin gerekliliğidir. Benzer biçimde, toplumların refah düzeylerinin daha da yükseltilmesi, ülkelerin ekonomik, dolayısıyla da siyasal bağımsızlığını koruyabilmesinin güvencesi, ancak o ülkenin sahip olduğu kaynakları öteki toplum ve ülkelerden daha verimli kullanmasıyla mümkündür. ABD’de yapılan çeşitli araştırmalar, bugünün gelişmiş ülkelerinde ekonomik büyümenin girdi miktarlarındaki artışlardan çok, toplam verimlilik artışlarıyla sağlanabildiğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu ülkelerde her tür kaynağın kullanımında verimlilik düzeyinin artırılması adına ciddi çabalar sürdürülmektedir (Türkiye İşverenler Sendikası Konfederasyonu, 1991).

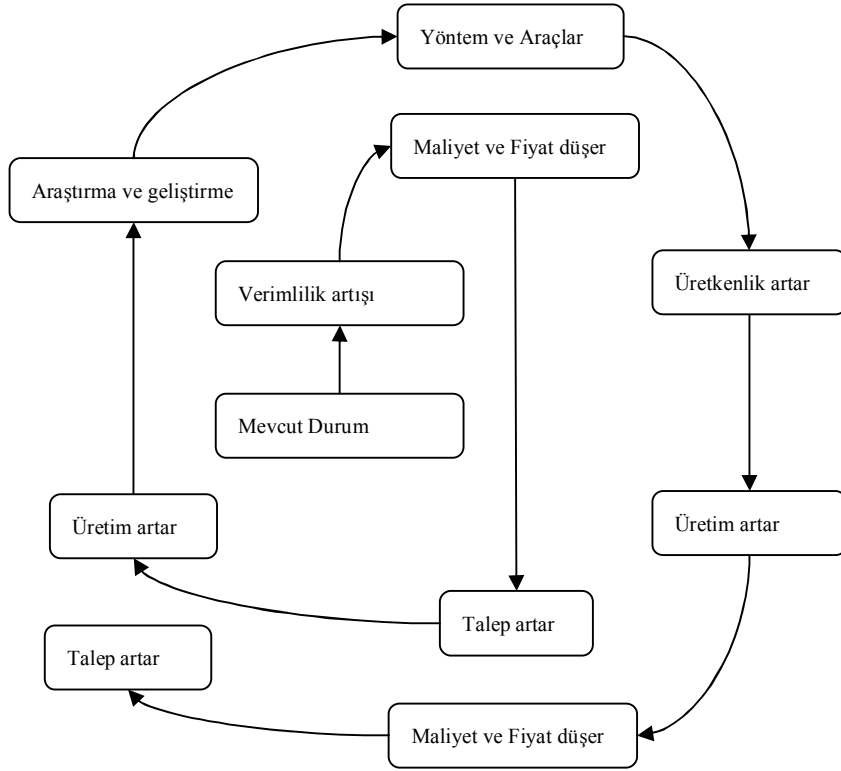
Sözü edilen faydalara ek olarak; verimlilik, yatırım ve gelir politikalarının belirlenmesinde üretim faktörlerinde meydana gelen dalgalara zamanında tespit edilmesi ve gerekli tedbirlerin alınabilmesinde önemli bir vasıta. Ayrıca, ülke kalkınmasının hızlandırılmasında, enflasyon oranlarını düşürülmesinde, ulusal gelirin paylaşılmasında, işletmelerin rasyonel bir şekilde işleyip yatırımların planlanmasında uluslararası ekonomik karşılaştırmalarda kullanılan vasıtaların başında verimlilik gelmektedir (Türkiye İşverenler Sendikası Konfederasyonu, 1991).

Diğer üretim faktörlerini birleştiren, onlara canlılık kazandıran bir unsur olarak büyük önemi olan emek verimliliği bu kavramlar içinde en fazla öne çıkmıştır. Bu verimlilik çeşidinde en önemli fark, psikolojik, sosyal ve ekonomik yönden birtakım beklentilerin olmasıdır. İşte bu anlamda verimlilikteki değişmelerde en önemli fonksiyonların emekte toplanması verimlilik denilince emek verimliliğinin akla gelmesine yol açmaktadır. Sonuç olarak verimlilik, ağırlıklı emek verimliliği kavramıyla gelişen ekonomik sistemlerde vazgeçilmez bir kavram haline gelmiştir (Türkiye İşverenler Sendikası Konfederasyonu, 1991).

2.3.1 Verimliliğin Ülke Ekonomileri Açısından Önemi

Ülke ekonomilerinin genel durumunu ve gidişini belirlemede kullanılan işsizlik, enflasyon ithalat-ihracat, döviz kuru vb. ekonomik göstergeler içinde verimlilik önemli bir yere sahiptir. Uluslararası istatistiklerde verimlilik trendleri incelenirse, ülkelerin hayat standartları arasında büyük bir korelasyon bulunduğu görülür. Şekil 2.1’deki verimlilik spirali söz edilen bu

ilişkiyi temsil etmektedir. Verimlilik artışı düşük fiyatlarla tüketiciye yansıtılınca fiyatlar düşmekte ve talep artmaktadır. Talebin artışı üretimi ve bu da AR-GE'ye verilen önemi artırmaktadır. Geliştirilen yeni teknoloji ve yöntemler verimliliği ve yine talebin artmasına yol açar. Böylece reel değerlerle daha az maliyet ile daha satın alma gücü artmış tüketici için hayat standardı yükselmiş olur (Kobu, 1996).

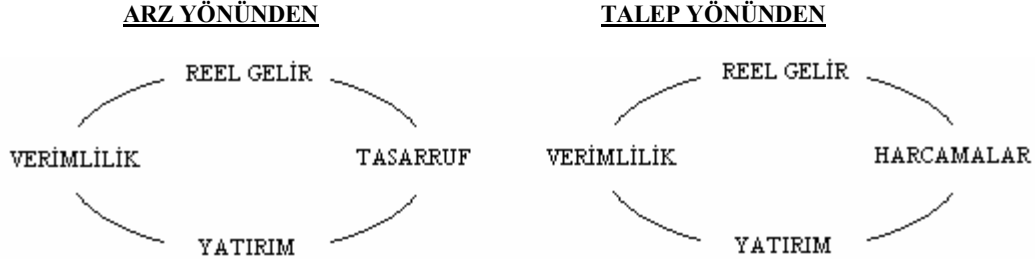


Şekil 2.1 Verimlilik spirali

Verimlilik ve ekonomik kalkınma arasında sıkı bir ilişkinin bulunduğu ifade edilmektedir. Başta gelişmekte olan ülkeler için olmak üzere, faktör seviyelerindeki artışla beraber bu faktörlerin verimlilik seviyelerinde de meydana gelecek artışların önemi büyüktür. Az gelişmiş ülkelerin hem arz hem de talep yönünden fakirliğin kısır döngüsü içinde oldukları belirtilmektedir. Bilindiği gibi, bu ülkelerde reel gelir seviyesi düşüktür. Bu durum yatırımların da düşük bir seviyede kalmasına neden olmaktadır. Bir başka deyişle; yatırımlar sınırlı olunca, verimlilik seviyesi de düşük olmakta ve sonuç olarak, tekrar düşük bir gelir seviyesine ulaşılmaktadır. Şekil 2.2’de görüldüğü gibi az gelişmiş ülkelerin içinde bulunduğu bu durumu göstermektedir (Başkan, 1971).

Ülkelerin sözü edilen bu kısır döngü içinden çıkabilmeleri verimlilik artışlarına bağlıdır.

Verimlilikte meydana gelecek artışlar reel geliri de artıracaktır. Artan reel gelirle beraber tasarruf ve harcamalarda artacak bu durum yatırımların artmasına yol açacaktır. Sonuç olarak daha yüksek bir verimlilik ve reel gelir seviyesine ulaşılabilecektir. Görüldüğü gibi, özellikle az gelişmiş ülkelerin kalkınma çabalarında verimliliğin rolü ve önemi büyüktür. Bu bağlamda bu önemin aynı zaman da bu ülkelerin ekonomik politikalarına da yansımaları, yararlı ve gerekli görülmektedir (Başkan, 1971).



Şekil 2.2 Fakirliğin kısır döngüsü

2.3.2 Verimliliğin İşletmeler Açısından Önemi

Verimlilik gücü ulusal ekonomilerin kalkınma ve gelişme potansiyelleri için olduğu gibi dünya ekonomisi ve nihayet işletmeler açısından da büyük önem taşımaktadır. Doğal kaynakların tükenmesi ve açlık nedeniyle dünya ekonomisi, üretim miktarlarının belirlenmesi, uluslararası karşılaştırmalar yönleriyle ulusal ekonomileri; işletme yönetimi, karlılık ve başarı derecelerini saptama açılarından da işletmeleri ilgilendiren günümüzün verimlilik yarışması önem kazanmaktadır (Alpugan ve diğ., 1990).

İşletmelerin nihai amaçlarını hayatiyetlerini devam ettirmek suretiyle kar elde etmek olduğu bilinen bir olgudur. Bu noktada gelişen ve rekabetçi unsurların hız kazandığı dünyamızda işletmelerin daha tutarlı ve rasyonel karar almalarının ne denli önemli olduğu gerçeği de ortaya çıkmaktadır. Daha açık bir ifadeyle işletmelerin kar maximizasyonu ve maliyet minimizasyonu yapmalarının gerekliliği kendini göstermektedir (İbicioğlu, 1999).

Verimliliğin işletmeler açısından önemi iki noktada toplanmaktadır (İbicioğlu, 1999):

Birinci olarak ifade edilecek olan konu; verimliliğin kurumların başarı derecesi ve karlılık durumunu göstermesidir. Rekabet ortamına ayak uyduran bir kurumun başarılı olmasında en önemli faktör, o işletmenin teknolojik gelişmelere ayak uydurarak gerçek maliyetini düşürmesi, birim ürün için kullanılan girdi miktarını azaltmasıdır. Girdi-çıktı arasındaki oranı

verimlilik olarak alındığına göre, işletmenin başarısı verimlilikteki artışa bağlıdır. Belli bir girdi miktarına tekabül eden çıktı miktarının artması o işletmenin verimli çalıştığı anlamına gelir ve bu durum üretimin satışlarla desteklenmesiyle de karlı olmasına olanak vermektedir.

Verimli çalışmanın olduğu gibi tüm kurum bazında gerçekleştirilen fonksiyonların etkin bir biçimde ortaya konması kurumun başarısında önemlidir. Serbest rekabet ortamında faaliyet gösteren tüm işletmeler, aynı fiyatla karşılaştıkları için bu kurumların karlarındaki artışlar girdilerin maliyetlerinin azalmasına yani verimlilik artışına bağlıdır, öte yandan, verimli çalışmayan bir işletmenin kar elde etmesi ancak spekülatif kazançlardan ibarettir ve bu tür karlar da işletmelerde yanlış değerlendirmelere neden olabilmektedir.

İkinci konu olarak ise girdi-çıktı ilişkilerinin kurum yöneticisi için sağlam bir denetim aracı olması ifade edilmektedir. Çağımızda işletmelerde yönetimin ekonomik ve teknik yönlerinin birbirini tamamlayacak şekilde önem kazandığı buna karşın yöneticilerin teknik konular dışında ekonomik konulara yabancı kalmaları olasılığı dikkate alındığında verimlilik ve verimliliğin ölçülmesini yöneticiye teknik birtakım olanaklar sağladığı söylenebilir. Elde bulunan üretim miktarı ile, bu üretimi elde etmek için kullanılan faktörler arasındaki oran olarak ifade edilen verimlilik işletmenin tüm alt sistemlerinde ve genel bazda göz önünde bulundurulması gerekli bir çalışmadır.

Bir işin verimlilik ya da rasyonellik derecesi, etkinliğine yani etkinlik derecesine bağlıdır. Ancak rasyonel olmayan yani çok pahalıya mal olan fakat etkili olan işler de vardır. Aynı şekilde etkinlik derecesi düşük olan bir işin çoğu ucuza mal olduğu için rasyonelliği artmış sayılabilir. Verimliliğin arttırılmasında üretilen mamullerin tüketiciye ulaştırılmasına kadar yapılan bütün işlemlerde verimlilik artışı önemle üzerinde bulundurulması gereken çalışmalardır (İbicioğlu, 1999).

Verimlilikle ilgili ilkeler olarak dikkate alınabilecek diğer durumlar ise şunlardır (İbicioğlu, 1999):

- ◆ Bir faaliyet hareket veya davranış olanaklı olduğu kadar yöneltilmiş bulunduğu amaca ulaştırılmalıdır. Bu duruma izin etkinliği denir. On ikiye isabet kaydeden bir nişancının etkinliği yüzde yüzdür.

- ◆ Bir işin olanaklı olduğu kadar az harcama veya fedakarlıkla yani, en ucuz şekilde amacına ulaşması gerekir. Bu duruma işin verimliliği denir. Bunlara etkinlik ve verimlilik ilkeleri denilebilir.

İşletme yönetimi açısından verimliliğin aynı kalması, artması veya azalmasının sonuçları ise şunlardır (Dinçer, 1995):

- ◆ Verimliliğin sabit kalmasının sonuçları:

Aynı üretim = aynı üretim faktörleri,

Üretimde artış = üretim faktörlerinde aynı oranda artış,

Üretimde azalış = üretim faktörlerinde aynı oranda azalış,

- ◆ Verimliliğin arttığını gösteren sonuçlar şunlardır:

Aynı üretim = daha az üretim faktörü,

Üretimde artış = aynı üretim faktörü,

Üretimde azalış = üretim faktörlerinde daha çok azalış,

Üretimde artış = üretim faktörlerinde daha az artış,

- ◆ Verimliliğin azaldığını gösteren sonuçlar ise şunlardır:

Aynı üretim = daha çok üretim faktörü ,

Üretimde artış = üretim faktörlerinde daha çok artış,

Üretimde azalış = aynı üretim faktörü,

Üretimde azalış = üretim faktörlerinde daha az azalış.

2.3.3 Verimliliğin İşletme Yönetimi ve Rekabet Gücü Açısından Önemi

Hızlı küreselleşme ve bu gelişmenin itici güçleri piyasa şartlarında değişikliklere neden olmuştur. Ulusal ve uluslararası piyasa yapıları değişmiş ve üretim sistemleri, mal ve hizmet, bilgi, finansman ve diğer ticaret konusu unsurlara yönlendirilmiştir. Küresel ekonomi rekabetçiliğinin anlamı, sürekli değişen piyasa ortamında en avantajlı konumu alma yeteneğidir. Rekabetçilik, artan bir şekilde, kaliteye, hıza, teknik üstünlüğe ve hizmet ve ürün farklılaşmasına dayanmaktadır. Ulusal, sektörel ve kurumsal bazda, rekabetçiliğin en önemli

unsurlarında biri toplam verimliliği artırmak üzerinde yoğunlaşmaktadır (<http://www.tisk.org.tr/isveren/mart2001/istlmeyn.htm>).

Piyasa yapısı değiştiği gibi, üretim yöntemleri ve üretim organizasyonu da, yeni verimlilik, gelişme ve yönetim kavramlarını beraberinde getirerek değişmektedir. Sanayi Devrimi ile birlikte Taylor prensiplerine göre, verimlilik artışı ile ilgili birçok kavram, yöntem ve teknik geliştirilmiştir. Günümüzde ise hızla değişen müşteri tercih ve beklentileri doğrultusunda ortaya çıkan yeni üretim sistemleri ve yeni çalışma organizasyon şekilleri, bu usullerin ve yaklaşımların geliştirilmesi zorunluluğunun birer sonucu olmuştur. Verimliliğin anahtarı olan insan unsurunun rolü ve değeri de bu çerçevede tam olarak anlaşılmalı ve dikkate alınmalıdır (<http://www.tisk.org.tr/isveren/mart2001/istlmeyn.htm>).

Ülkelerin küresel ekonomiye entegrasyonunda, verimlilik artışının çok önemli bir rolü vardır. Küreselleşmenin getirdiği üretim ve ticaretteki büyüme fırsatları ve artan rekabet, ülkelerin yerel ve ulusal pazarlarına dönük sanayilerinde verimlilik ve rekabet gücü artışını gerekli kılmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, yatırımların artırılmasıyla daha fazla istihdam imkanı yaratılması ve mevcut istihdamın korunması, keskin rekabet ortamında önem kazanmaktadır (<http://www.tisk.org.tr/isveren/mart2001/istlmeyn.htm>).

Özel durumlar için geliştirilen birçok verimlilik çalışmasının, farklı ekonomik, sosyal ve kültürel şartlarda uygulandığı zaman yetersiz kaldığı açıkça görülmüştür. Aynı işletmenin bile, değişen dış çevre ve iç çevre koşulları nedeniyle farklı zamanlarda farklı yaklaşımlara ihtiyacı vardır. Kurumlar bu bağlamda, verimliliği etkileyen temel faktörleri ve stratejileri tanımalı ve kendi problemine ve çevresine göre kendi stratejisini ve eylem planlarını uygulamalıdır (<http://www.tisk.org.tr/isveren/mart2001/istlmeyn.htm>).

Günümüzde; ekonomik, teknolojik ve sosyal alanlardaki hızlı ve sürekli gelişmeler işletmeleri derinden etkilemektedir. Bu gelişmelere uyum sağlama çabası kurumları yüksek performans araştırmalarına yönlendirir. Çok kuvvetli ya da çok zeki olanların değil, sadece sözü edilen değişikliklere en iyi uyum sağlayanların ayakta kalabileceğine işaret etmiştir. Esneklik kurumları, temel varsayımlarını ve stratejilerini yeniden oluşturmaya zorlayan önemli kriterler şeklinde sunulmuştur (<http://www.tisk.org.tr/isveren/mart2001/istlmeyn.htm>).

Sözü edilen bağlamda göze ilk çarpan husus değişimin seyridir. Farklı kurumlar değişimden farklı şekillerde etkilenir, ancak hiçbir işletme tamamen kayıtsız kalamaz. Uzun ömürlü

firmalar çevreye, öğrenmeye ve değişime sürekli olarak uyum sağlamaya karşı duyarlı olanlardır. Verimlilik artışı değişiklikleri kabul etmeye bağlıdır. Bu da bizim algılamamızı, davranışlarımızı ve fikirlerimizi değiştirmemizi gerektirir. Ancak, birçoğumuz hala bir şekilde, bu değişikliklerin bizi etkilemeyeceğine inanırız. Fakat önemli olan gerçeği algılamak ve kabullenmektir. Geçmiş başarılarımızın arkasına sığınıp, alışkanlıkların rahatına ve güvenine kanmamalıyız. Bu nedenle firmalar çevreyi incelemeli, neler olduğunu anlamalı ve gerekli ayarlamaları yapmalıdır. Kurumlar esnek ve atak olmak zorundadır (<http://www.tisk.org.tr/isveren/mart2001/istlmeyn.htm>).

Başarılı kurumlar, değişimin oluşumu ile birlikte ürün, hizmet ve organizasyon yapılarında da düzenli olarak değişiklik yapacak stratejiler geliştirirler. Buna “zaman uyumu” denir. “Zaman uyumu” ifadesi, belirli bir takvim doğrultusunda yeni ürün ve hizmet yaratma, yeni iş başlatma ve yeni pazarlara girmeyi ifade etmektedir. Zaman uyumlu firmalar çok hızlı olmakla birlikte, bunu sürat ile karıştırmamak gerekir. Zaman uyumu tanım olarak düzenli, ritmik ve çevik olmak demektir. Zaman uyumu, işletmelerde düzenli hedefler konarak uygulanır. Tıpkı bir metronom gibi, zaman uyumu, firmadaki değişiklik için öngörülebilir bir ritim sağlar (<http://www.tisk.org.tr/isveren/mart2001/istlmeyn.htm>).

İş dünyası çok karmaşık, çeşitli ve dinamik bir yapı kazanmıştır. Teknoloji, insan, bilgi, para ve idare sistemleri, birbirlerine bağımlı bir dünya ve şiddetli rekabetçi pazarlar yaratarak daha önce olduğundan çok daha fazla serbestçe hareket etmektedir. Firmalar ürünlerini bir ülkede tasarlamak, başka birinde imal etmek, diğerlerinden malzeme satın almak ve tüm dünyada satmak özgürlüğüne sahiptir. Bu konudaki kararlar, çeşitli ülkeler tarafından sunulan avantajlar, teknik beceri seviyesi ve ekonomik şartlar doğrultusunda alınır. Başarılı firmalar, piyasada rekabetçi bir yer elde etmek için sürekli olarak yenilikçi stratejiler tasarlamaktadırlar (<http://www.tisk.org.tr/isveren/mart2001/istlmeyn.htm>).

Firmalar bir taraftan birbirleriyle rekabet ederken, diğer taraftan iletişim, ulaştırma, araştırma, eğitim ve teknik beceriler gibi ulusal altyapıları geliştirici kalkınma tedbirleri ve çalışmaları bu rekabeti desteklemektedir. Hükümetler, verimliliği artırıcı bir ortam yaratmalı ve bu doğrultuda bir politika izlemelidir (<http://www.tisk.org.tr/isveren/mart2001/istlmeyn.htm>).

3. VERİMLİLİK ANALİZİ

Bu bölümde verimlilik analizine konu olan temel kavramlara açıklık getirilmiştir. Burada amaç terminolojide kullanılan verimlilik analizi yöntemlerinden bahsetmek ve kullanacağınız yöntemle diğer yöntemlerin karşılaştırmasını yapmaktır.

3.1 Verimlilik Analizinin Temelleri

Verimlilik analizi, temellerini üretim ve maliyet fonksiyonlarının analizinden alır. Tarihsel olarak verimlilik analizi ile ilgili literatürdeki gelişmelere bakıldığında, üretim ve maliyet fonksiyonlarının “*Sıradan En Küçük Kareler Regresyon Yöntemi*” ile tahmin edildiği görülmektedir. (Hammond (1986), Tyler ve Lee (1979), Lee ve Tyler (1978)). Ancak bu yöntemle yapılan tahminler sonucu ortaya çıkan “ortalama” fonksiyon, teorikte ve pratikte, verimli üretim olanaklarını yansıtmadığından, verimlilik ölçme amaçlı kullanıma durumunda yanılgılara yol açmaktadır. Pratikte, ortalama bir performans standardı benimsemek, aslında bir çeşit verimsizliğin kabullenilmesi anlamına da gelebilmektedir. Çünkü ulaşılabilecek olan seviyeyi düşürerek ortalama standartları benimsemek, performansta olabilecek olan daha ötesi ilerlemelerin gözardı edilmesi demektir. Buna ek olarak, ortalama bir üretim fonksiyonu, teorideki davranış maksimizasyonunu yansıtan sınır fonksiyonuyla çelişmektedir. Bu sebepten dolayı sıradan en küçük kareler yöntemi ile oluşturulacak bir maliyet eğrisi, ancak tatminkâr bir davranış seviyesini yansıtabilmekte ve davranışta maksimizasyonu sağlayamamaktadır.

Sınır performans kavramına dayalı performans karşılaştırmaları, ekonomi teorisindeki üretim fonksiyonu tanımından gelmektedir. Genel bir ifadeyle üretim, girdilerin çıktıları üretmek için birleştiği fiziksel bir dönüşüm sürecine verilen addır. Üretim fonksiyonu, gerçekleştirilebilir teknikler dâhilinde, verimli dönüşüm olasılıklarını tanımlayan teknik bir ilişki olarak değerlendirilmelidir. Bu ilişki tanımı içerisinde, miktarı belirli faktör girdilerinin üretebileceği öngörülen çıktı miktarı, aynı zamanda bir teknik maksimizasyonu problemi olarak da algılanmaktadır. Johnston bu konuyu şöyle açıklamaktadır (Aydemir, 2002):

“Üretim fonksiyonu, birim zamanda sisteme akan herhangi bir miktardaki girdinin üretmeyi başarabileceği maksimum çıktı miktarını anlatan ilişkidir.”

Benzer bir yorum maliyet fonksiyonu ile ilgili de yapılabilir. Dualite teorisi, üretim ve

maliyetler arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Faktör fiyatları belirli iken, maliyet fonksiyonu bir sınır fonksiyonu olarak davranır, çünkü üretim fonksiyonu ile belirlenen minimum girdinin yaratacağı maliyetten daha düşük bir maliyete ulaşmak mümkün değildir.

“Sınır” kelimesinin her iki durum için de kullanılmasının nedeni, fonksiyonun olası gözlemlerin oluşturduğu küme için bir sınır oluşturmastır. Bu sebeple, üretim, sınırın altında bulunan noktalarda gerçekleşebilmekle birlikte, sınırın üstünde yer alan noktalar için gerçekleşmemektedir. Aynı şekilde maliyetler, maliyet sınırının üstünde yer alan noktalarda gerçekleşebilirken, maliyet sınırının altındaki noktalarda imkânsızdır. Bu noktadan hareketle, herhangi bir karar verme biriminin (ki literatürde bu birimler, şirketlerden kamu kuruluşlarına ve coğrafi bölgelere kadar pek çok biçim almıştır), ait olduğu üretim fonksiyonunu altında, ya da ait olduğu maliyet fonksiyonunun üstünde kalma miktarı, “*görece verimlilik*” ölçüsü olarak anılmaktadır.

Literatürde üretim fonksiyonunun sınır fonksiyonu olarak ele alındığı ilk ampirik çalışma Farrell (1957)’a ve Farrell ve Fieldhouse (1962)’a aittir. Bu sebepten dolayı sınır verimlilik karşılaştırmaları, günümüzde “*Farrell Verimlilik Ölçümü*” olarak da anılmaktadır. Farrell’ın kurguladığı metodoloji, geçen yıllarla birlikte önemli değişikliklere uğrasa da, yaklaşımı, modern sınır analizinin temellerini oluşturmaktadır.

Sınır fonksiyonlarının tahmini, modern teoride değişik yollarla yapılabilmektedir. Veri Zarflama Analizi (VZA) bu yollardan birisidir. Sınır fonksiyonlarının tahmin edilmesinde ve verimlilik karşılaştırılması analizlerinde kullanılır. Belirli girdileri belirli çıktılara dönüştürmekten sorumlu bir üretim sürecinin, diğer benzer üretim süreçlerine göre ne derece verimli işlediğinin ve olası verimsizliklerin altında yatan nedenlerin tespiti amacıyla kullanılmaktadır. Bölgesel gelişme konusunda yapılmış verimlilik çalışmaları, genellikle VZA tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2 Performans Ölçüm Modelleri

Performans ölçümünde tek bir modelden söz etmek imkânsızdır. Çünkü sistemler birbirleriyle ilişkili ve çok değişkeni içeren karmaşık bir düzendedir. Bu düzendeki değişkenler ve ilişkiler işletmeden işletmeye, endüstriden endüstriye değişiklik göstermektedir. Bu nedenle olası tüm değişimleri ve ilişkileri içeren genel amaçlı, standart göstergelerin ve modellerin geliştirilmesi oldukça zordur. Ancak yine de çeşitli varsayımlar

ve basitleştirmelerle değişik modeller geliştirilmektedir. Bu modeller sistem düzeyinde, her sistemin özel durumlarına uygun olarak ayrıntıya inen ayarlamalar ve geliştirmelerle uygulanır biçime getirilmektedir.

Ölçüm modelleri iki açıdan tartışılabilir. Birincisi, çeşitli kurumlar ya da yazarlar tarafından geliştirilmiş modelleri, işletmenin gereksinmelerine tam yanıt veriyorsa aynen uygulama yoksa eklemeler ya da düzeltmeler yaparak işletme gereksinmelerine uydurma yoludur. İkinci yaklaşım, tamamen çalışma grubunun bilgi ve deneyimlerine ve işletmenin gereksinmelerine göre bir dizi göstergenin geliştirilmesi ve bu göstergeler arasında istenen yönde bağlantılar kurularak çok yönlü bütünleşik ya da bireysel sistemlerin hazırlanmasıdır. Ölçüm modelleri olarak; toplam faktör verimlilik modelleri, çok faktörlü verimlilik modelleri, objektif matris yöntemi, amaçlara göre yönetim modelleri, finansal analiz modelleri, maliyet analiz modelleri vb. çok çeşitli modeller sayılabilir (Akal, 1992). Ancak tam anlamıyla mükemmel bir modelin olamayacağı ve bu nedenle her modelin kendi içinde tutarlı olmasına karşın uygulama esnasında bazı aksamaların olabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle seçilen yöntemin belli bir uygulama sürecine tabi tutulması gerekmektedir.

Performans kavramının oldukça geniş bir kavram olması, performans ölçümünde de çeşitli etkinlik ve/veya verimlilik ölçüm yöntemlerinden yararlanılmasını gereklilik haline getirmiştir. Zira performans ölçümlerinin çok boyutluluğu (etkenlik, etkililik, verimlilik ve kalite gibi boyutları içermesi), ölçümü yapılacak birimin değişik açılardan incelenmesini zorunlu kılmaktadır.

Performans ölçümünde çok sayıda model önerilmiştir. Ancak bu çalışmada bu modellerin detayına girilmeyecektir. Performans ölçümüne ilişkin yapılan çalışmalarda izlenen analiz yöntemleri genel olarak 3 başlık altında toplanabilir (Yolalan, 1993).

3.2.1 Oran Analizi

Parametrik yöntemler ve VZA gibi parametrik olmayan verimlilik analizi yöntemlerine oranla, oran analizi en yoğun olarak kullanılan verimlilik ölçme yöntemidir. Bu yöntem bir tek girdi ile bir tek çıktının birbirleriyle oranlanması sonucu oluşan bir oranın zaman içinde izlenmesi şeklinde uygulanır.

Uygulanması ve yorumlanmasındaki kolaylığın etkisi ile yaygın bir şekilde kullanılmasına

rağmen; bu yöntemin önemli bir sakıncası vardır. Özellikle çok sayıda girdi ve çıktı içeren karar birimlerinde bir tek orana bakarak karar vermek ve buna göre verimliliği anlamak mümkün değildir. Zaten bu sakıncanın giderilmesi için genellikle birden fazla sayıda oran aynı anda incelenmektedir. Fakat bu sefer de incelenen oranların anlamlı bir grup haline getirilememesi dolayısı ile bir arada değerlendirilip yorumlanamaması gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Oran ölçümleri oldukça az bilgiye gereksinim duydukları için yaygındır, ancak genellikle bir girdi ve bir çıktı ile sınırlandırılmış yapılarından ötürü oldukça da dar kapsamlıdır. Bu yaklaşımda, her bir oran performansla ilgili boyutlardan sadece bir tanesini göz önüne alırken, diğerlerini göz ardı etmektedir. Örneğin; finansal analizlerde kullanılan oranlar (likidite, mali bünye, faaliyet, karlılık vs.) o faaliyet dönemi içindeki olayların yorumunu, yalnızca ilgili orana konu olan kalemler bazında yaparlar.

Oranların kullanılmasındaki diğer bir kısıt da; bir şeylerle karşılaştırılmaya ihtiyaç duymalarıdır. Örneğin, oranlar ölçümü yapılan işletmedeki ya sayısal değerlerle ya kendi içeriğindekiyle ya da başka işletmelerin benzer değerleriyle ilişkilendirilirler.

Oran analizinin sonucunda bulunan oranlardan bazıları, son derece başarılı olduğu görünümünü verirken diğer taraftan bazıları da son derece başarısız olduğu sonucuna varabilmektedir. Bu olumsuzluğun giderilebilmesi için, tekil oranların tek boyutluluğunu dengeleyen “genişletilmiş” oran kümeleri geliştirilmişse de bunlar da tek boyutlu yapıdan kurtulamamıştır. Bu nedenle, performans ölçümü çalışmalarında değişik oranların en anlamlı biçimde ağırlıklandırılarak tek bir ölçütün türetilmesine gereksinim vardır.

Yukarıda da belirtildiği gibi verimlilik ve/veya performans ölçüm kriterlerinde çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktı bulunmaktadır. Ancak bu girdi ve çıktıların ne olduğu konusunda da bir anlaşma bulunmamaktadır. Bazı yaklaşımlara göre girdi olarak kabul edilen bir değişken, bir başka yaklaşımda çıktı olarak kabul edilebilmektedir. Ayrıca girdi ve çıktı olarak kabul edilen değişkenler birimleri itibarıyla da homojen değildir. Oran analizi yöntemiyle etkinlik analizi yapılan çalışmaların değerlendirilmesinde bu sakıncaların göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

3.2.2 Parametrik Yöntemler

Bu teknik, sınır teknolojisini tahmin edebilmek için deterministik doğrusal program kullanır. Parametrik olmayan yöntemler ile arasında olan temel fark, parametrik teknolojinin düz, parametrik olmayanın ise parçalı doğrusal bir yapı sergilemesidir. Parametrik programlar, literatürde sınırlı sayıda kullanım olanağı bulmuştur (Aydemir, 2002).

Parametrik yöntemlerde genel olarak bir gözlem kümesi vardır ve bu küme içinde en iyi performansın regresyon çizgisi (etkinlik sınırı, efficiency frontier) üzerinde olduğu varsayılarak, bu çizgiden sapma göstermeyen gözlemler etkin; bu gözleme göre başarısız olan diğer gözlemler de etkin olmayan olarak tanımlanır. Açıktır ki, hiç bir gözlemin tam olarak uyuşmadığı bir etkinlik sınırı her zaman mümkündür. Başarısızlıktan kastın aynı çıktı düzeyinde yüksek maliyet veya aynı girdi düzeyinde düşük çıktı olduğu ve gözlemlenen üretim birimlerinin homojen olduklarının varsayıldığı unutulmamalıdır. Ayrıca yöntem her zaman bir rassal hatanın olacağını da varsayar. Tam etkin olan gözlemler zaten hatanın sıfır olduğu gözlemlerdir. Dolayısıyla bir gözlemin etkinsiz olduğuna ancak ölçüm hatalarının giderilmesinden sonra karar verilebilir.

Böylece parametrik yöntemlerde etkinlik sınırından sapmaların etkin olmayan gözlem ve rassal hata gibi iki unsurdan oluştuğu, bu iki hata bileşeninin birbirinden ayırdedilebilmesinin de büyük önem taşıdığı ortaya çıkar. Zaten bu yöntemler birbirlerinden bu iki hata unsurunun nasıl dağıldığı ile ilgili varsayımlarla ayrılır. Aşağıda bu yöntemlerin mantığı kısaca ele alınmıştır.

- i) **Stokastik Sınır Yaklaşımı (Stochastic Frontier Approach):** Ekonometrik yaklaşım olarak da bilinen SFA, maliyet, kar ve üretim gibi açıklanan değişkenlerle; girdi, çıktı ve çevresel faktörler gibi açıklayıcı değişkenler arasında işlevsel bir ilişki kurar ve bir de hata payı için modelde yer ayırır. Bu teknikte, yukarıda sözü edilen rassal hata ve etkinsiz gözlemin birbirlerinden ayrılması gerekmektedir. Herhangi bir gözlemin en iyi durumdan sapmasının ne kadarının rassal hata, ne kadarının da etkinsiz gözlem olduğu anlaşılmadan modelin sonuçlarının güvenilir olmayacağı açıktır. Bu iki unsur, genellikle farklı dağılımlara sahip oldukları varsayılarak ayrılırlar. Rassal hatanın standart normal, etkinsiz gözlemlerin ise asimetric dağıldığı varsayılır (Berger, Humphrey 1997).

Yönteme dönük belli-başlı eleştiriler de dağılım varsayımları ile ilgilidir. Etkinsiz gözlemlerin normal dağılıma yakın bir dağılım gösterdikleri, (Berger, De Young, 1997) yada rassal hatanın normal dağılım göstermediğini bulgulayan çok sayıda araştırma vardır.

- ii) **Dağılımlı-Serbest Yaklaşım(Distribution-Free Approach):** Stokastik yönetime getirilen bu eleştiriler; DFA yönteminin ön plana çıkmasına neden olmuştur. Bu yöntem, adından da anlaşılacağı gibi, belli bazı kısıtlar altında hata terimlerinin ve onların bileşenlerinin (etkinsiz gözlem ve rassal hata) herhangi bir dağılıma sahip olabileceğini varsayar. Ancak panel verinin varlığı altında kullanılabilen DFA yönteminde, her firmanın uzun vadede verimliliği sabittir, en azından istikrarlıdır ve ölçüm hataları da yine uzun vadede sifıra yakınsar. Bu varsayımlar etkinsiz gözlemlerin pozitif olmaları şartıyla geçerlidir (Berger, Humphrey 1997).

Eğer zaman içinde incelenen durumun (uzun vadede sabit olduğu varsayılan) verimliliği teknoloji, yasal düzenlemelerdeki değişiklikler, faiz hadlerinin oynaklığı veya diğer benzeri etkenler yüzünden anlamlı oranda değişirse; o zaman verimliliği ölçülen her birimin en iyi gözlemden sapması dikkate alınır. Bu teknik, uygulanacağı zaman, bazı durumlar için çok düşük ve/veya çok yüksek hata terimine sahip gözlemler dışlanır. Bu işleme kısaltma denir (İnan, 2000).

- iii) **Kaba Sınır Yaklaşımı (Thick Frontier Approach):** TFA yöntemi SFA ve DFA yöntemlerinden özellikle dağılım üzerine yaptığı varsayımlarla farklılaşır. SFA ve DFA yöntemlerinin gözlemlenen değerlerle varsayılan değerler arasındaki farkı oluşturan etkin olmayan gözlem ve rassal hata unsurlarının dağılımlarına ilişkin varsayımları iki yöntem arasındaki temel farkı oluşturur. Buna karşılık TFA yönteminde bu iki unsurun beklenen dağılımlarına ilişkin herhangi bir varsayım yoktur. Sadece gözlemlenen ve beklenen değerler arasındaki farkların en büyük ve küçük değerlerinin rassal hatayı, geri kalan değerlerin ise etkinsiz gözlemleri oluşturduğu varsayılır (Berger, Humphrey 1997). Böylece TFA yöntemi bir tek üretim biriminin etkinliğinin tahmini için uygun olmayan bir yöntem durumuna gelir. Buna karşın genel etkinlik düzeyinin hesaplanmasında kullanılır. TFA yönteminde en yüksek ve düşük değerlerin rassal hata sayılarak ayıklanması, aslında SFA ve DFA yöntemlerinde ki kısaltma işlemine benzer.

Yukarıda sayılan üç yöntemden hangisinin diğerlerinden daha iyi, daha elverişli olduğuna dair verimlilik literatüründe bir anlaşma olmadığı görülmektedir. Aksine, bu üç yöntemin ortak noktalarına yöneltilen eleştiriler söz konusudur. Bu eleştirileri iki ana argüman etrafında toplamak mümkündür (İnan, 2000).

1. Bu yöntemler, maliyet, kar ve üretim gibi açıklanan değişkenlerle; girdi, çıktı ve çevresel faktörler gibi açıklayıcı değişkenler arasında işlevsel bir ilişki kurduğu için, bu ilişkinin oluşmasını mümkün kılacak bazı davranışsal varsayımlarda bulunur. Eğer bu varsayımlar yanlışsa, açıktır ki modelin bulguları tartışmalı hale gelecektir.
2. SFA, DFA veya TFA’da birden fazla açıklayıcı değişken kullanılabilmekle beraber, ancak bir tane açıklanan değişken kullanmak mümkündür. Dolayısıyla bankalar gibi, birden fazla çıktının olduğu, hatta çıktının ne olduğu konusunda bile uzlaşmanın olmadığı bir sektörde, bu yöntemler nispeten kullanışsız hale gelmektedir.

Literatüre bakıldığında bu yaklaşımlarla yapılan araştırmalarda TFA yönteminin çok kullanılmadığı görülür. Buna karşın SFA ve DFA yöntemleri daha sıklıkla kullanılmaktadır. Bu ikisi arasında da DFA ön plana çıkmışa benzemektedir (De Young, 1997; Berger ve Humphrey, 1997; Allen ve Rai, 1997).

3.2.3 Parametrik Olmayan Yöntemler

Bu isim, önceleri Farrell (1957) tarafından kurgulanan, daha sonra Charnes, Cooper ve Rhodes (1978, 1979) tarafından geliştirilen VZA’ya verilen bir diğer isimdir. VZA, bir sınır teknolojisi oluşturmak için kullanılan, deterministik bir doğrusal programdır. VZA’nın parametrik olmaması, tahmin etmeye çalıştığı üretim teknolojisinin, belirli bir forma sahip ve sonlu sayıdaki parametrelere bağlı olan herhangi bir fonksiyonel gruba (örneğin, Cobb-Douglas fonksiyonel formu) dâhil olması ile ilgili bir varsayım taşımamasından kaynaklanmaktadır. Önemli bir diğer nokta da, VZA’nın istatistiksel olmamasıdır. Bunun sebebi, VZA’nın hata terimleri (yani verimlilik hata terimleri) ilgili herhangi açık bir olasılık dağılımı varsayımı yapmamasıdır.

Parametrelili yöntemlere bir alternatif olarak ortaya çıkan parametrik olmayan yöntemler, genel olarak matematik programlamayı çözüm tekniği olarak benimsemiştir. Parametrik olmayan yöntemler üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmez. Bu açıdan daha esnektir. Ayrıca çok girdili ve çok çıktılı üretim ortamlarında

etkinlik ölçümü için oldukça uygun bir yapıya sahiptir. Parametrik olmayan etkinlik ölçütlerinin büyük çoğunluğu girdi ve çıktı ölçüm birimlerinden bağımsızdır. Bu özellikleriyle de, işletmenin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmesine imkân sağlamaktadırlar. Bu ölçütler her bir karar birimi için göreceli etkinliği hesaplarken amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı en çoklar ve her bir karar birimi için en uygun amaç kümesini belirlerler. Oysa parametrik yöntemler endüstri grubunun tümünü göz önüne alıp ortalama etkinliğe göre ölçüm yapmaktadırlar. Bu yöntemlerde, gözlem kümesi etkin olan ve olmayan şeklinde iki ana gruba ayrılır ve etkin olmayan her bir birimin etkin hale dönüştürülebilmesi için ne gibi önlemler alınmasına ilişkin önemli bilgiler türeterek yöneticilere yol gösterirler. Ancak her yöntemin olduğu gibi bu yöntemin de bazı kısıtları olduğu unutulmamalıdır. Bunların başında, parametrik olmayan etkinlik ölçütlerinin veri tabanına karşı son derece duyarlı olmalarıdır. Bu nedenle etkinlik ölçümlerinde kullanılan diğer istatistikî yöntemlerde olduğu gibi girdi ve çıktı verilerinin olabilecek hatalardan arındırılması için özen gösterilmelidir. Ayrıca, seçilen girdi ve çıktı bileşenlerinin üretim dönüşümünü iyi bir şekilde temsil edemediği durumlarda etkinlik ölçümü başarısız olmaktadır.

Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanı 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen VZA yöntemidir. Bu yöntem parametrik olmayan yöntemler arasında kesin bir üstünlüğe sahip olduğu için bu bölümde sadece VZA incelenecektir.

- i. **VZA:** Parametrik olmayan yöntemler içinde en sık kullanılanı VZA yöntemidir. Bu yöntem, homojen oldukları varsayılan üretim birimlerini kendi aralarında kıyaslar. En iyi gözlemi etkinlik sınırı olarak kabul ettikten sonra, diğer gözlemler bu en etkin gözleme göre değerlendirilir. Dolayısıyla, VZA yönteminde etkinlik sınırı, varsayılan bir durum değil; gerçekleşen bir gözlemdir. Etkinlik sınırı bu şekilde tespit edildiği için de, bu yöntemde rassal hata kullanılmaz. Ancak, gözlemler arasında çok uç değerleri temsil ettiği düşünülen gözlemleri ayıklamak mümkündür (İnan, 2000).

VZA yöntemi için bu genel bilgilere ilaveten biraz daha geniş bir parantez açmak gerekir. Çünkü, VZA özellikle birçok alanda yapılacak etkinlik ölçümlerinde parametrik yöntemlere kıyasla bazı avantajlara sahiptir. VZA yönteminin parametrik yöntemlere olan üstünlükleri ise kısaca şöyle sıralanabilir (İnan, 2000).

- VZA modellerinde çok sayıda girdi ve çıktı kullanmak mümkündür (Özellikle çok sayıda girdi ve çıktıya sahip olan bankacılık sektörü açısından bu özellik çok önemlidir.).

- Parametrik yöntemlerde olduğu gibi, girdi ve çıktı arasında bir fonksiyonel ilişki kurgulamak zorunda değildir (Gerçek hayatta, böyle bir ilişkiyi, üstelik tek çıktıya bağlı kalarak kurgulamak oldukça sorunlu gözükmektedir ve bu ilişki yanlış kurulursa bütün model bundan etkilenecektir).
- Aynı nitelikte (homojen) olan birimleri kendi aralarında kıyaslar. Belki reel sektörde kıyaslanan üretim birimlerinin homojen olduğu varsayımı tartışmalı olabilir; ama bankacılık sektörü söz konusu olduğunda bu varsayım görece anlamlı hale gelir.
- Girdi ve çıktılar çok farklı birim değerleri ile ifade edilebilirler (Fiziksel üretim, parasal büyüklük, hatta oranlar cinsinden).

Özellikle önemli olan bu avantajlarının yanında VZA yönteminin bazı sakıncaları da vardır. Bu sakıncalar da şöyle sıralanabilir (İnan, 2000).

1. VZA yönteminde rassal hataya yer olmadığı için, ölçme yöntemleri ve verilerdeki gürültü (noise) ayıklanamaz ve bu nedenle verilerle ilgili problemler sonuçlara önemli oranda yansır.

Örnek olarak ele alınan verilerden bir tanesinin – ölçme hatası, gürültü veya benzer herhangi bir neden sonucu diğer verilerden çok daha iyi bir performansı işaret ettiğini ve veri setinin ortalamasının oldukça üstünde olduğunu varsayalım. Eğer bu veri ayıklanmazsa, etkinlik sınırını belirleyecek ve geri kalan bütün veriler –belki ortalama verimlilikte gözükmesi gerekirken- oldukça verimsiz gözükcektir. Bu hatayı gidermenin kesin bir yolu yoktur. Bu nedenle araştırmayı yapan kişinin ele aldığı veri setini ve bu seti etkileyen nedenleri, alınan zaman aralığına özgü spesifik durumları çok iyi bilmesi ve eğer gerekiyorsa verilerini ‘ayıklaması’ gerekmektedir.

- VZA yöntemiyle yapılan en sorunsuz araştırmada dahi bulunan verimlilik rakamları görelidir. Mutlak bir verimlilik ölçütü yoktur. Bu nedenle veri setinin kapsayıcılığı özel bir önem kazanmaktadır.

Örnek olarak kamu bankalarının etkinliğini irdeleyen bir çalışma yapıldığını ve kamu bankalarının özel veya yabancı bankalara oranla oldukça etkinsiz olduğunu varsayalım. Yapılan araştırma sonucu kamu bankalarından bir tanesi tam etkin ve büyük bir kısmı da ortalama etkinlikte çıkacaktır. Belki bu sorunu giderebilmek için etkin olduğu varsayılan bir birimin verisinin ‘gösterge’ olarak modele eklenmesi düşünülebilir, fakat bu göstergiyi seçmek de aynı oranda sorunlu bir iştir.

- VZA parametrik olmayan bir teknik olduğu için istatistiki hipotez testleri için çok uygun değildir. Dolayısıyla modelin sonuçlarını test etmek parametrik yöntemlere göre daha sıkıntılıdır.

Çizelge 3.1’de Performans ölçüm modellerinin karşılaştırılmasına ilişkin bilgiler verilmiştir (Besen, 1994).

Çizelge 3.1 Performans ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması

KARŞILAŞTIRMA ÖLÇÜTLERİ	YÖNTEM SINIFI		
	<i>Oran Analizi</i>	<i>Parametrik Yöntemler</i>	<i>Parametrik Olmayan Yöntemler</i>
Çözüm Tekniği	Oranlama	Regresyon	Matematik 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 (Ölçümü yapılacak birim analitik forma uygun olmalı)	Detaylı (Kullanılacak girdi ve çıktılarına bağlı)
Uygulama	Kolay	Kolay	Kolay (Detaylı)
Performans Ölçümüne Uygunluğu	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş

4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Bu bölümde VZA kavramı açıklanarak, bu kavrama ait temel yaklaşımlar açıklanmıştır.

4.1 Giriş

Veri Zarflama Analizi (VZA), doğrusal programlama prensiplerine dayanan ve literatürde “Karar Verme Birimleri” (KVB) olarak geçip girdiyi çıktıya dönüştürmekten sorumlu işletme veya ekonomik kuruluşların göreceli verimliliğini ölçmek için tasarlanmış olan bir tekniktir. Yöntem ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, kamu kuruluşlarının teknik verimliliğini ölçmek ve karşılaştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Kamu kuruluşları için piyasa fiyatları var olmadığından, göreceli performansın ölçülebilmesi için ağırlıkların belirlenmesi gereklidir. Yöntem, regresyon tekniğinin doğrudan uygulanamadığı çoklu girdi ve çoklu çıktılar içeren ve fiyatların belirsiz olduğu bu gibi üretim ilişkilerinde, girdi ve çıktıların ağırlıklarını (görece önemlerini) belirleyerek, performans karşılaştırmaları yapılmasına olanak tanır. Gerçekleştirilen ilk VZA uygulamasında (Charnes A., Cooper W., Rhodes E., 1978), okulların verimliliklerini ölçmek hedeflenmiştir.

VZA, aynı girdileri kullanarak aynı çıktıları üreten aynı tip üreticilerin verimliliğini değerlendirmek üzere kullanılmaktadır. Herhangi bir istatistiksel yöntem, merkezi eğilim yaklaşımıyla üreticileri ortalama bir üreticiye göre değerlendirirken, VZA tekniği, her bir üreticiyi yalnızca “en iyi” üreticilerle karşılaştırır.

VZA, her bir karar biriminin göreceli verimliliğini, gözlemlenen girdi ve çıktıları kullanarak, ağırlıklı çıktıların ağırlıklı girdilere oranını hesaplayarak belirler. Geleneksel yöntemlerin çoklu girdi ve çoklu çıktıların değerlendirilmesi için sağlayamadıkları bütünselliği, toplam faktör verimliliği mantığı ile sağlayabilmektedir. Charnes, Cooper ve Rhodes; farklı karar birimleri için ortak ağırlıklar belirlemenin sakıncalı olduğunu ve farklı karar birimlerinin girdi ve çıktılarının, bunlar tüm birimler için ortak girdi ve çıktılar olmasına karşın, farklı şekilde ağırlıklandırılabilmesini kabul etmişlerdir. Örneğin göreceli verimliliği karşılaştırılmak istenen okulların çıktıları arasında müzik ve spor dallarında başarının yer aldığını göz önüne alırsak, farklı okulların bu dallardan herhangi birine verdiği önemin, diğerlerinden farklı olabileceğini düşünebiliriz.

VZA bugüne kadar sağlık hizmetleri (hastaneler, doktorlar), eğitim (okullar, üniversiteler),

bankalar, imalat sektörü, kıyaslama, yönetim performanslarının değerlendirilmesi, restoranlar, toptancılar, şehirler, kamu kurumları ve bölgesel gelişme alanlarında göreceli kaynak kullanımı verimliliği ölçümü yapmak amacıyla uygulanmıştır. Dünyada yaygınlaşan uygulamalara karşılık, ülkemizdeki çalışmalar genellikle ekonomi ve yöneylem araştırması kongrelerinde sunulan bildirilerle ve sadece sağlık ve bankacılık alanlarında yoğunlaşan uygulamalarla sınırlı kalmıştır.

VZA'nın ülkemizde sınırlı kullanım olanağı bulmasının temel nedenleri olarak yöntemin karmaşık görünümü, uygulamaya temel teşkil edecek veri setlerine ulaşım güçlüğü, özellikle kamuda gerekli veri altyapısının bulunmayışı gibi nedenler sıralanabilir. Ancak son yıllarda geliştirilen paket programların (Warwick Windows DEA, BYU-DEA, IDEA, Pioneer, Frontier Analyst, SAS/DEA vb.) modelin uygulanabilmesini göreceli olarak kolaylaştırmasıyla, yöntemin kullanılmasının yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir (Aydemir, 2002).

4.2 VZA'nın Matematiksel Temelleri

VZA performans kavramına dayalı bir tekniktir. Performans ölçümüne ilişkin ilk çalışmalar birim başına maliyet, birim başına kar, vb. gibi ölçülebilir oranlara dayalı olarak yapılmıştır.

Bu oranlar $= \frac{\text{ÇIKTI}}{\text{GİRDİ}}$ (1)

şeklinde verilebilir. “Üretkenlik” ölçüsü, çoğu kullanım alanında, işçi ya da çalışan performansını değerlendirebilmek için kesirsel bir biçim varsayar. ‘İşçi-saat başına çıktı’ ya da ‘işçi başına çıktı’ gibi çıktı ölçüleri, yukarıdaki kesirsel forma örnek olarak verilebilir. Bu tarz ölçütler literatürde kimi zaman “Kısmi Verimlilik Ölçütleri” olarak adlandırılırlar. Bu terminoloji kasıtlı olarak kullanılır ve “Toplam Faktör Verimliliği” ölçütleriyle olan farkın ayırt edilebilmesine imkân sağlar. Çünkü toplam faktör verimliliği, tüm girdileri ve tüm çıktıları göz önüne alarak bir çıktı / girdi oranı elde etmeye çalışır. Kısmi verimlilik ölçütlerinden toplam faktör verimliliğine olan geçiş, çoklu girdi – çıktı yapısına sahip bir sistemin verimliliğinin doğru analiz edilmesine imkan sağlasa da, doğru girdi ve çıktıları seçmek ve bunların sistemdeki ağırlıklarını belirlemek gibi konularda zorluklar yaratmaktadır. Göreceli olarak yeni bir teknik olan VZA, her bir girdi ve çıktı için ağırlıkların önceden belirlenmesine (örneğin, klasik indeks oluşturma yöntemleri) ya da girdi ve çıktılar arasındaki

ilişkiyi tahmin eden çeşitli fonksiyonel formlara (istatistiksel regresyon yaklaşımları) gerek duyulmadan çıktı / girdi verimlilik göstergesini hesaplar.

VZA, çok sayıda değişken ve ilişkilerin (kısıtlar) bir arada değerlendirildiği “*matematiksel programlama*” gibi teknikleri kullandığı için çok sayıda girdi ve çıktının bir arada değerlendirilmesine imkân vermeyen ve karar vericiyi sınırlandıran diğer tekniklere göre kullanıcıya daha rahat çalışılabilme imkânı sunar. Çünkü politika üretilen ve yönetsel kararların alındığı gerçek hayat problemleri, pek çok faktörün aynı anda değerlendirilmesini gerektiren karmaşık bir yapıya sahiptir. Bununla birlikte VZA, matematiksel programlamanın sahip olduğu geniş teori ve metodoloji birikimi sayesinde yol gösterici analizlerin ve yorumların yapılabilmesine imkan sağlar (Aydemir, 2002).

Yukarıda sayılanlara ek olarak, VZA başka önemli fırsatları da beraberinde kullanıcıya sunar. Bu fırsatlar, kullanıcı ile karar vericilere, girdi ve çıktıların seçimi ya da çeşitli senaryoların değerlendirilmesi gibi konularda işbirliği yapabilmeleri için imkan tanınması şeklinde özetlenebilir.

4.2.1 Tek Girdi-Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler

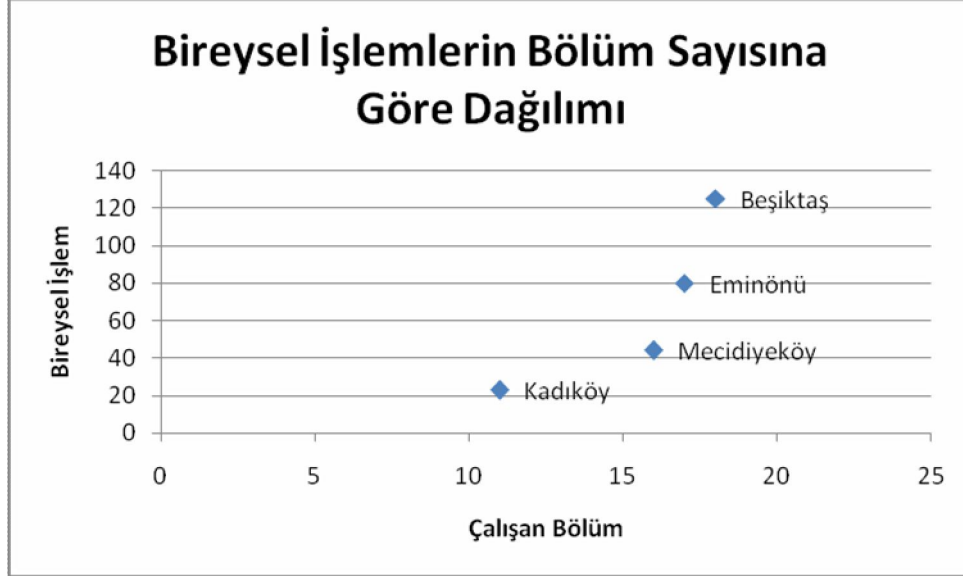
VZA’nın anlatımına tek girdi ve tek çıktıdan oluşan bir sistemin analiziyle başlanabilir. Bu sistemde verimlilik, (1) formülüyle ölçülebilir. Çokça kabul edilen metot oranlar metodudur. Genel olarak bazı çıktı ölçümleri atanır ve bunlar bazı girdi ölçümlerine bölünür. Burada kullanacağımız terminoloji, şubeler incelenir ve bazı girdiler alınarak bunlar çıktılarına dönüştürülmesi şeklinde olacaktır. Çizelge 4.1’de verilen değerler doğrultusunda örnek bir çözüm yapılacaktır.

Çizelge 4.1 Tek girdi ve tek çıktıdan oluşan sistemler

Şubeler	Bireysel işlemler	Çalışan bölüm	Bireysel işlemler/ Çalışan bölüm
Beşiktaş	125	18	6,94
Mecidiyeköy	44	16	2,75
Eminönü	80	17	4,71
Kadıköy	23	11	2,09

Tablonun son satırı, çalışan bölüm başına düşen bireysel işlemlerin miktarını vermektedir ki bu miktar işletme ve yatırım analizi konularında sıklıkla kullanılan bir verimlilik ölçütüdür. O halde, bu ölçütü kullanarak, Beşiktaş şubesinin en verimli, Kadıköy şubesinin ise en verimsiz şube olduğunu söylemek mümkündür.

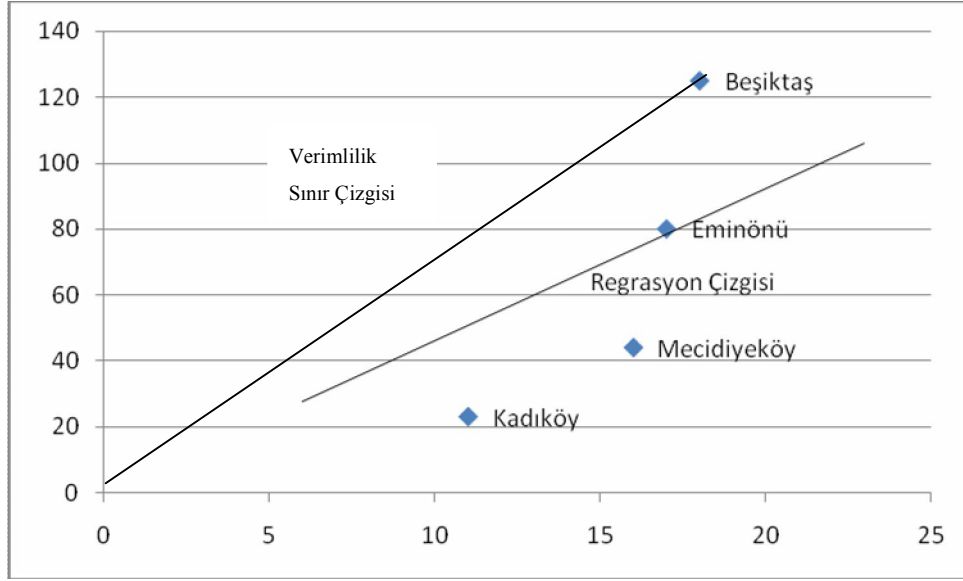
Aynı veriyi bu kez, x-y eksenine taşıdığımızı düşünelim.



Şekil 4.1 Tek girdi ve tek çıktıdan oluşan sistemlerin grafik gösterimi

Her bir noktayı orijinle birleştiren doğrunun eğimi, o nokta için “kişi başına düşen satış miktar”ını verir ve tüm noktalar arasında en büyük eğime sahip olan nokta, Beşiktaş noktasıdır. Bu doğru, “Verimlilik Üst Sınırı” olarak adlandırılır. “Veri Zarflama Analizi” tekniğinin ismi, verimlilik üst sınırının örneklem kümesindeki en az bir noktadan geçmesi ve diğer tüm noktaların bu sınırın üzerinde ya da altında yer alması özelliğinden esinlenilmiştir. Çünkü matematik dilinde, bu şekilde bir sınırın bu noktaları “zarfladığı” söylenilir (Beasley, 2005).

Bu verileri kullanarak, istatistiksel regresyon çizgisi de çizilebilir:



Şekil 4.2 Verimlilik sınır çizgisi ve regresyon çizgisinin karşılaştırılması

İstatistiksel olarak belirlendiği üzere bu çizgi, veri noktalarının tam ortasından geçmektedir. Veri kümesinin sadece ortalamasını temsil eden bu çizginin üzerinde kalan noktaların mükemmel, altında kalanların ise zayıf olarak nitelendirilmesi hata olur. Diğer yandan, üst sınır çizgisi en iyi işyerinin performansını tanımlar ve diğer işyerlerinin verimliliğini, kendisine olan uzaklıkları ile ölçer. Bu noktadan hareketle, istatistiksel regresyon analizi yaklaşımı ile VZA yaklaşımı arasında çok temel bir fark olduğu görülebilmektedir. İlk yaklaşım, gözlemlerin “ortalama” ya da “merkezi eğilim” davranışını ortaya koyarken, ikinci yaklaşım, “en iyi performans”la ve diğer performansların üst sınır çizgisi ile olan uzaklıklarının değerlendirilmesiyle ilgilidir. Bu sebeple, sözü edilen iki görüş açısının, aynı sistem için değerlendirme amaçlı kullanılması durumunda çok farklı açılımlara yol açabileceği görülmektedir (Aydemir, 2002). Örneğin, VZA, mevcut gözlemlerin verimliliğinde iyileşme sağlamak için ileride incelenmek ya da kıyaslama yapılmak üzere Beşiktaş gibi bir şubeyi belirlerken, istatistiksel yaklaşım Beşiktaş şubesinin, Kadıköy ve diğerlerinin dahil olduğu bir sepet içerisinde eriterek bir ortalama belirler ve olası verimlilikte iyileşme önerilerini, bu ortalamayı temel alarak yapar.

Örneğe dönülecek olursa, en iyi şube Beşiktaş ile karşılaştırıldığında, diğer şubelerinin verimsiz olduğu görülmektedir. Beşiktaş’a göre diğer şubelerinin verimliliği

$$= \frac{\text{Diğer Şubede Çalışan Başına Gerçekleştirilen İşlem Sayısı}}{\text{Beşiktaş Şubesinde Çalışan Başına Gerçekleştirilen İşlem Sayısı}}$$

formülü ile belirlenebilir. Bu işyerleri verimliliklerine göre sıralandığında:

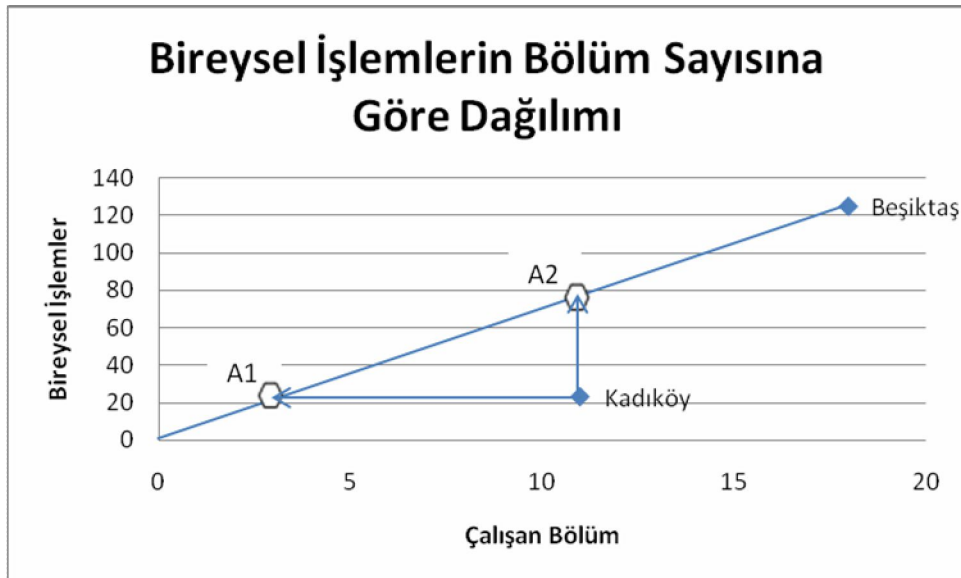
Yani, en kötü olan Kadıköy şubesi, Beşiktaş şubesinin $0,3 \times 100 = \%30$ verimliliğine sahiptir. Çizelge 4.2’de verimlilik değerleri gösterilmiştir:

Çizelge 4.2 Verimliliklerin oransal ifadesi

Şubeler	Verimlilik ilişkisi(%)
Beşiktaş	100
Mecidiyeköy	40
Eminönü	68
Kadıköy	30

Diğer şubelerin Beşiktaş ile karşılaştırılması sonucunda verimlilikleri ortaya çıkmıştır. Verilen girdilerin çıktılarına dönüşümünü kullanarak verimlilik ilişkisinin düşük olduğu gösterilmiştir. Eğer istersek diğer şubelerin hedeflerini oluşturmada Beşiktaş’ı kullanabiliriz.

Mesela, Kadıköy için aynı prosesin devam ettirilmesinde aynı seviyede çıktının sağlanması için iyi bir hedef oluşturulabilir, bunu daha düşük şube sayısı ile gerçekleştirebilir. Bu girdi ilişkili olan hedef girdi örneğidir. Kadıköy için çıktı hedefi örneğini de kişisel işlemlerin sayısını $\%10$ artırma şeklinde gösterebiliriz. Uygulamada ne tür bir başarı elde etmek istiyorsak girdi ve çıktı hedeflerinin karışımını en iyi şekilde kullanmalıyız.



Şekil 4.3 Verimlilikte iyileştirme, tek girdi ve tek çıktıdan oluşan sistem örneği

Şimdi problemi, “Verimsiz işyerlerini nasıl verimli hale getirebiliriz?”, yani “Verimsiz noktaları nasıl verimlilik üst sınırına çekebiliriz?” sorusuna cevap almak üzere inceleyelim. Örneğin, Kadıköy şubesi, çeşitli şekillerde iyileştirilebilir. Bir yöntem olarak Şekil 4.3’de görüldüğü gibi, girdiyi (çalışan bölüm sayısı) (1,1) koordinatlarındaki A₁ seviyesine kadar azaltmak, diğer bir yöntem ise çıktıyı (bireysel işlem sayısı) (2,2) koordinatlarındaki A₂ seviyesine yükseltmek olabilir. A₁ A₂ doğru parçası, mevcut çıktı seviyesini azaltmayacak ve mevcut girdi seviyesini arttırmayacak şekilde, Kadıköy şubesine yönelik olası verimlilik iyileşme senaryolarının incelenmesini sağlar (Beasley, 2005).

Yukarıda anlatılan çok basit örnek, Çizelge 4.1’de yer alan kesir ifadesinden, Çizelge 4.2’de yer alan “kesirlerin kesiri” nosyonuna geçiş sağlamakta ve çok önemli bir noktayı ön plana çıkarmaktadır. Çizelge 4.1’de yer alan değerler, girdi ve çıktıların birimlerine göre değişim gösterebilecekken, Çizelge 4.2’de yer alan değerler, girdi ve çıktı birimlerinden bağımsızdır. Örneğin, eğer Bireysel İşlem sayısı artırılsa dahi Çizelge 4.1’nin gösterdiği karşılaştırmalı verimlilik, $3 / 10 = 0,3$ ’de sabit kalacaktı. Bu demektir ki, “*Görece Verimlilik*” kavramı, birim seçiminden bağımsızdır.

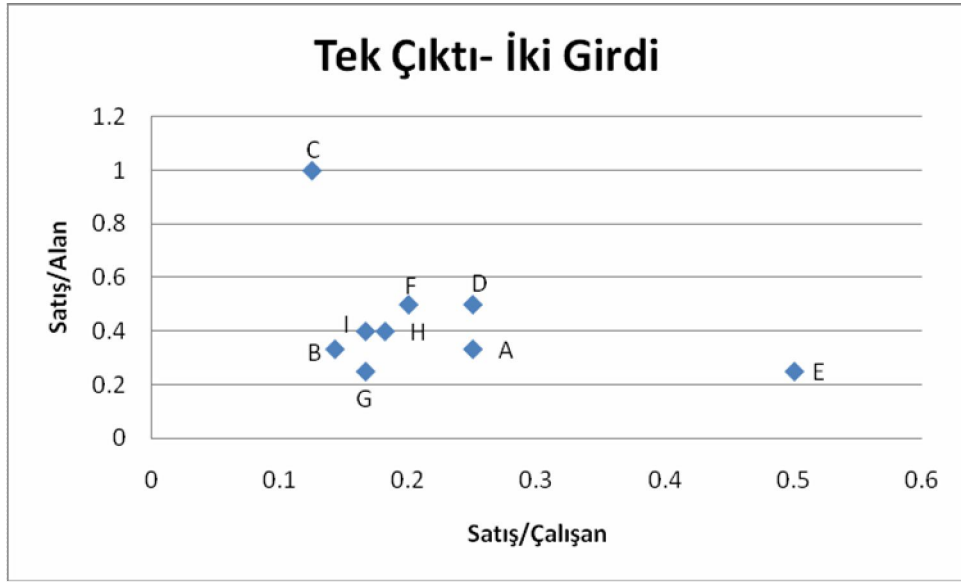
4.2.2 İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler

Çoklu girdi ve çıktı analizine geçmek için, 9 markete ait performans, girdi ve çıktıların listelendiği Çizelge 4.3’de incelenebilir (Aydemir, 2002). Girdi x_1 çalışan sayısını (birim:10), girdi x_2 zemin genişliğini (birim:1000 m²) ve çıktı y satışı (birim: 100.000 \$) simgeler. “Sabit Ölçekli Getiri” (ileriki kısımlarda bu kavram detaylı olarak açıklanacaktır) varsayımı altında, çıktılar 1’e indirgenmiş ve girdi değerleri 1 birim çıktı üretebilmek üzere normalize edilmiştir.

Çizelge 4.3 İki girdi ve bir çıktıdan oluşan sistemler

Market		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Çalışan	x_1	4	7	8	4	2	5	6	5,5	6
ZeminG.	x_2	3	3	1	2	4	2	4	2,5	2,5
Satış	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Şekil 4.4, x ve y eksenlerinde sırasıyla girdi x_1 / çıktı y ve girdi x_2 / çıktı y değerlerini göstermektedir:



Şekil 4.4 İki girdi ve bir çıktıdan oluşan sistemlerin grafiksel gösterimi

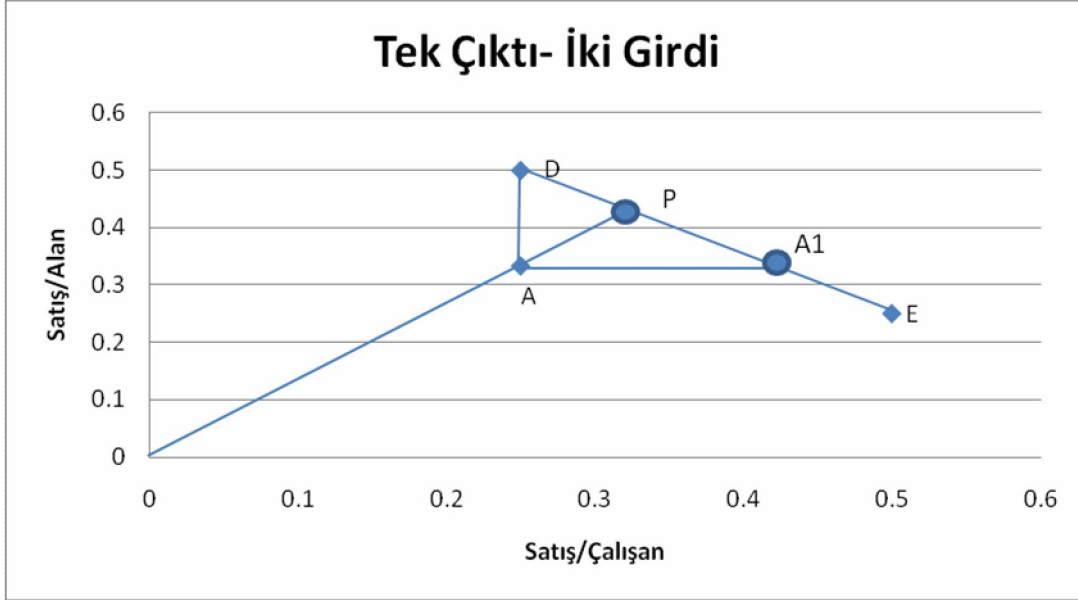
Verimliliğe bu açıdan bakıldığında, bir birim çıktı üretirken girdileri en az kullanan marketleri daha verimli olarak nitelendirmek doğaldır. Bu sebeple, C, D ve E noktalarının oluşturduğu parçalı çizgi verimlilik üst sınırını oluşturur. Bu çizginin altındaki tüm noktalar için, herhangi bir girdi değerinde bir iyileştirmeye gitmek (girdi azaltılması), diğer girdi değeri için kötü sonuçlar doğuracağından, bu noktalarda iyileştirme yapmak söz konusu değildir. Verimlilik üst sınır çizgisiyle zarflanmış olan noktaların tamamı “*Üretim İmkân Kümesi*”ni oluşturur. Üretim imkan kümesi içindeki herhangi bir noktanın koordinatlarının belirttiği miktarlarla üretimin mümkün olduğu, ve bu çıkarıma gözlemlenen noktaların deneysel kanıt oluşturduğu varsayılmaktadır (Aydemir, 2002).

Sınır çizgisinde olmayan marketlerin verimlilikleri, sınır çizgisi üzerinde bulunan marketlere dayanarak hesaplanabilir. Örneğin, A verimsizdir. A’nın verimsizliğini ölçmek için, orijin noktasından A noktasına bir çizgi oluşturulursa ve bu çizgi, sınır çizgisini P noktasında keserse, A’nın verimliliği aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$OP / OA = 0,8571.$$

Bu demektir ki, A’nın verimsizliği, D ve E’nin kombinasyonu kullanılarak değerlendirilebilir, çünkü P noktası, D ve E’nin oluşturduğu çizginin üzerindedir. D ve E, A’nın “*Başvuru Grubu*” olarak adlandırılır. Başvuru grubu, her verimsiz nokta için farklılık gösterebilir. Örneğin, B noktasının başvuru grubu C ve D’den oluşmaktadır. Bununla birlikte D marketi,

pek çok verimsiz marketin başvuru grubu içinde yer aldığından örneklem kümesinin bir temsilcisi olarak görülebilir. C ve E de verimli olan marketlerdir, ancak bu marketlerin sahip olduğu kendilerine has özellikler, gözlem grubunun genelinden uzak düşmelerine sebep olmuştur (Aydemir, 2002).



Şekil 4.5 Verimlilikte iyileştirme, iki girdi ve bir çıktıdan oluşan sistem örneği

Yukarıda yapılan analiz genişletilecek olursa Şekil 4.5’de görüldüğü üzere (Aydemir, 2002), A’nın etkin bir biçimde x_1 girdisini 3,4’e, x_2 girdisini ise 2,6’ya indirebilmesi halinde (P’nin koordinatları) P noktasına ulaşabileceği, ve bu sayede verimliliğini arttırabileceği söylenebilir. Bununla birlikte, DA₁ üzerindeki herhangi bir başka nokta da, verimlilik iyileştirmesi için hedef alınabilir. D noktası x_1 ’in (zemin genişliği) azaltılmasıyla, A₁ noktası x_2 ’nin (çalışan sayısı) azaltılmasıyla ulaşılabilir. Geçerli olan bir diğer iyileştirme olanağı ise girdilerin mevcut durumunu korumak ve çıktıları arttırmak yöntemiyle olabilir. Bu konuya daha sonra değinilecektir.

4.2.3 Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler

Banka şubeleri örneğinde 2 çıktı ölçümümüzün ve diğer durumdaki gibi 1 girdimizin Çizelge 4.4’deki gibi olduğunu farz edelim (Beasley, 2005). Mevcut datamız aşağıdaki gibidir:

Çizelge 4.4 Bir girdi ve iki çıktıdan oluşan sistemler için değişken değerleri

Şubeler	Kişisel işlemler	Ticari işlemler	Çalışan bölüm
Beşiktaş	125	50	18
Mecidiyeköy	44	20	16
Eminönü	80	55	17
Kadıköy	23	12	11

Mesela Mecidiyeköy için burada 1 yıl boyunca 18 bölüm çalışmakta 44.000 tamamlanmış bireysel işlem ve 20.000 tamamlanmış ticari işlem gerçekleştirilmektedir.

Daha önceki gibi oranlar metodu(tek girdinin tek çıktıya bölünmesi) değerlendirmede kullanılabilecek bir yöntemdir. Banka şubeleri örneğimizde girdi ölçümümüz bölüm sayısı ve çıktı ölçülerimiz bireysel tamamlanan işlem sayısı ve kişisel tamamlanan işlem sayısıdır. Bu sebepten dolayı Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi 2 orana sahibiz (Beasley, 2005):

Çizelge 4.5 Bir girdi ve iki çıktıdan oluşan sistemler için çıktı/girdi oranları

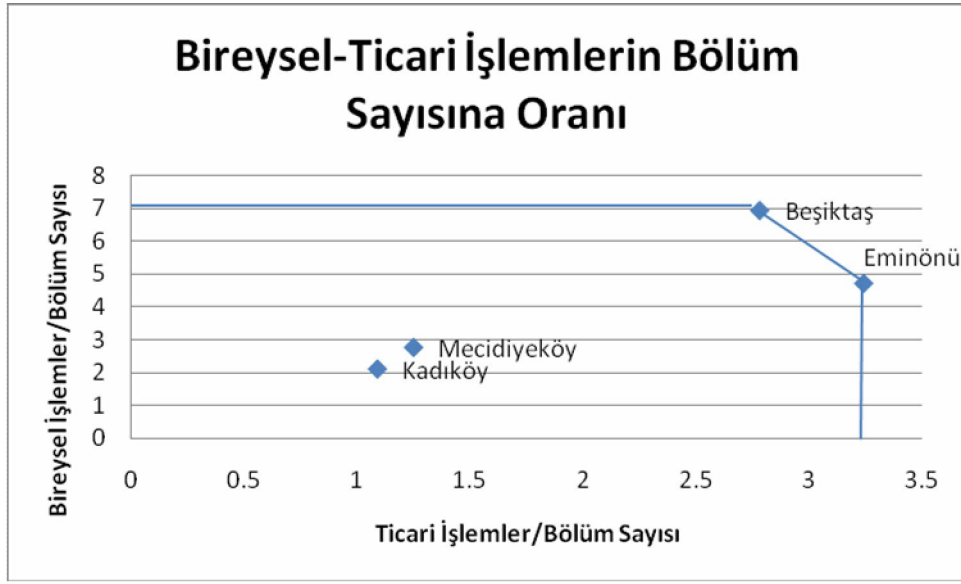
Şubeler	Bireysel işlemlerin bölüm sayısına oranı	Ticari işlemlerin bölüm sayısına oranı
Beşiktaş	6,94	2,78
Mecidiyeköy	2,75	1,25
Eminönü	4,71	3,24
Kadıköy	2,09	1,09

Burada Beşiktaş’ın bireysel işlemlerde en yüksek orana sahip olduğu görülmektedir. Bunun yanında Eminönü ise ticari işlemlerde en yüksek orana sahiptir.

Mecidiyeköy ve Kadıköy, Beşiktaş ve Eminönü ile karşılaştırılmaz, bu yüzden bunların tahminen daha düşük performansa sahip oldukları sonucu çıkarılabilir. Bu girdiler kullanılarak oluşturulan çıktıların düşük verimlilik ilişkisinde oldukları sonucu çıkarılır.

Oranlar yoluyla yapılan karşılaştırmada oluşan bir problem farklı oranlar için farklı sonuçların görülebileceğidir. Oranlar kümesinin basit sayısal bir doğrulamayla birleştirilmesi zordur.

Farklı oranların yorumlanması probleminde ki bir yolda basit grafik analizdir. Tek bir girdi ve 2 çıktıyı gerektiren bir problemde aşağıdaki şekilde her şube için oranların yerleştirildiğini farz edelim (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Bir girdi ve iki çıktıdan oluşan sistemler için verimlilik sınırı

Beşiktaş ve Eminönü tarafından grafik üzerinde temsil edilen pozisyonlar diğer şubelerden daha iyi performans seviyelerinin gösterir. Y ekseninden Beşiktaş'a doğru yatay bir çizgi, Beşiktaş'tan Eminönü'ne doğru ve Eminönü'nden x eksenine doğru düşey bir çizgi çizilebilir. Bu çizgi öncelik verimi olarak adlandırılır (bazen de verimlilik önceliği). Matematiksel olarak verimlilik önceliği bir verinin konveks bir kabuğudur. Öncelik verimi, göz önüne aldığımız verinin en iyi uygulamalarının örneklerinden alınır. Öncelik veriminde olmayan şubeler bunu başarmayı deneyen standart performansları temsil eder.

Grafik durum sayıların yorumlanmasında en iyi açıklayıcıdır. Verimlilik önceliğindeki şubeler %100 verime sahiptir. Bu nedenle Beşiktaş ve Eminönü %100 verimliliğe sahiptir.

Bunun manası Beşiktaş ve Eminönü'nün performanslarının geliştirilemeyeceği anlamına gelmez. Yapılabilir veya yapılamaz, ama yapılması mümkündür. Buna rağmen datanın uygunluğu doğrultusunda, hangi performansın geliştirileceği konusunda herhangi bir fikre sahip olmadığımızı söyleyebiliriz.

Bu noktada bazı sınırları belirtmemiz önemlidir (Beasley, 2005):

- VZA sadece verimlilik ilişkilerini verir. Kesin verimliliği bize sağlamaz sadece değerlendirilen verileri ait verimlilik ilişkisini göz önüne serer.
- Sadece girdi ve çıktı verileri alınmış ve özel bir şekilde sunularak verimlilik ilişkisi oluşturulmuştur.

Ayrıca en iyi bankanın verimliliği %100 olarak alınmıştır. Herhangi başka bir bankanın daha iyi olması gibi bir durum söz konusu değildir.

Kadıköy'i göz önüne alalım. Bu durumda;

- Mevcut bölüm sayısı 11
- Bireysel işlemlerin sayısı (.000) 23
- Bireysel işlemlerin bölüm sayısına oranı (23/11) 2,09
- Ticari işlemlerin sayısı (.000) 12
- Ticari işlemlerin bölüm sayısına oranı (12/11) 1,09

Kadıköy için; Bireysel işlemlerin/ Ticari işlemlere oranı (23/12) 1,92,

her ticari işlem için 1,92 kişisel işlem gerçekleşir.

1,92'nin şekilsel açıklamasında bu oran:

- Bireysel işlemlerin bölüm başına sayısı/ Ticari işlemlerin bölüm başına sayısı

Diğer bir değişle (2,09/1,09)'da 1,92'ye eşittir.

Kadıköy'ün yerleştirildiğini görebiliriz. (Bireysel işlemlerin bölüm başına sayısı/ Ticari işlemlerin bölüm başına sayısı) Oranının 1,92'ye eşit olduğu her hangi bir şube 0'dan başlayıp Kadıköy'den geçen bir doğru üzerinde gösterilebilir şekilde de bu doğru gösterilmektedir. Eğer geometrik olarak doğru çizildi ise, bu çizginin eğimi 1,92'dir. Yani bu çizgideki her yerde her ticari işlem başına 1,92 bireysel işlem yapılmıştır.

Bu nedenle, çeşitli bölüm sayılarında çalışarak Kadıköy'ü aynı iş karışımında tutmak istiyorsak bunun performansının şekilde gösterilen çizgi üzerinde hareket ederek gerçekleştirebiliriz.

Mesela Kadıköy'ü aynı çıktı seviyesinde 9 bölümle çalıştığını farz edersek:

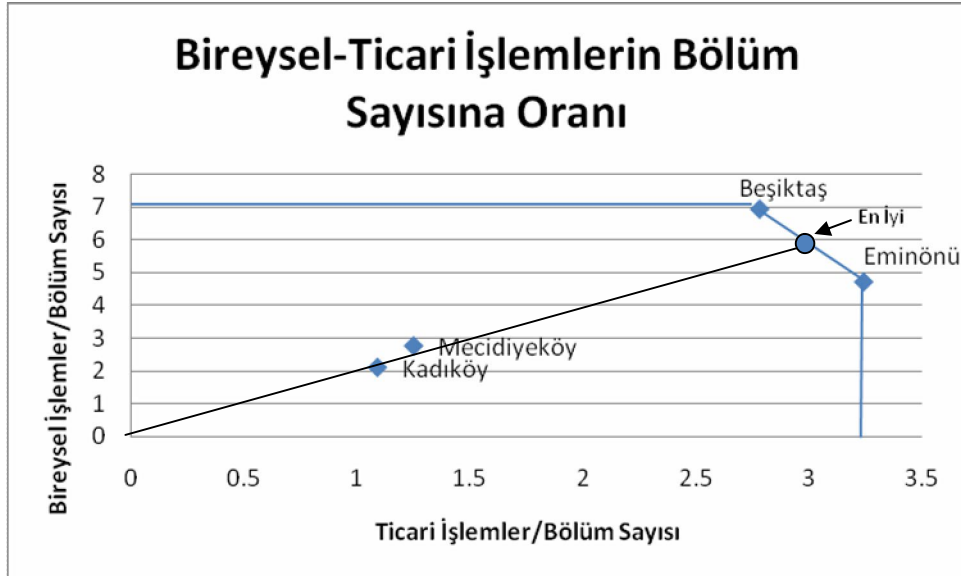
- 9 bölüm mevcut
- Bireysel işlemlerin sayısı (.000) 23
- Bireysel işlemlerin bölüm sayısına oranı (23/9) 2,56
- Ticari işlemlerin sayısı (.000) 12

- Ticari işlemlerin bölüm sayısına oranı (12/9) 1,33
- Bireysel işlemlerin/ Ticari işlemlere oranı (23/12) 1,92

Diyagramda da görebileceğimiz gibi yeni nokta da kişisel işlemlerin bölüm başına sayısını 2,56'ya ve ticari işlemlerin bölüm başına sayısını 1,33'e yerleştirdiğimizde Kadıköy'ün yeni pozisyonu çizgi doğrultusunda ilerlemiştir.

Kadıköy için mümkün olan en iyi performansa ulaşılması çizgi üzerinde ki “En İyi” olarak belirtilen noktaya, ulaşma olarak belirtebiliriz. Bu nokta orijinden çıkan çizginin Kadıköy'den geçerek öncelikli verimle kesiştiği noktadır.

Diğer bir değişle “En İyi”, mevcut olan Kadıköy için aynı iş seviyesine sahip ve verimliliği %100 olan şubedir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Kadıköy ilçesi için en iyi verimlilik noktası

VZA'da oran tarafından Kadıköy'ün verimliliğini sayısal olarak ölçeriz:

100*(Orijinden Kadıköy olan uzaklık/orijinden başlayıp Kadıköy'den geçerek verimlilik önceliğine kadar olan uzaklık). Kadıköy için verimlilik %36'dır.

Dikkat edilmesi gereken teknik bir konuda x ve y eksenlerinin yerleştirilmesinde kullanılan ölçünün ilgisiz olabileceğidir. Farklı bir ölçü kullanırsak farklı bir görüntü elde edebiliriz. Fakat her şubenin verimliliği kesinlikle aynı olacaktır. Bu ihtiyaca olan inandırıcılığı şu şekilde açıklayabiliriz, x eksenini k_1 faktörüyle, y eksenini de k_2 faktörüyle tanımlayacak

olursak (x, y) noktasının koordinatları (k_1x , k_2y) olarak değişecektir (Aydemir, 2002).

Çıktıların(girdilerin) kendi içlerindeki oranlarını değiştirmeden onarılabilecek verimsizlik “*teknik verimsizlik*” olarak adlandırılır. Bir başka verimsizlik türü ise, çıktıların(girdilerin) sadece bir kısmında verimsizliğin gözlemlenmesi ile ortaya çıkar. Bu tip verimsizlik, onarılması durumunda çıktıların(girdilerin) karışımındaki oranı bozacağından, “*Karışım Verimsizliği*” olarak adlandırılır.

4.3 Sabit ve Değişken Ağırlıklar

Yukarıdaki örnekler verimlilik kavramını grafiksel olarak ortaya konulmasında faydalı olmakla birlikte, gerçek hayattaki sistemler, çoklu girdi ve çıktı yapısına sahip olmalarından dolayı daha farklı yöntemler geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Çizelge 4.6’da verilen hastane örneği, çoklu girdi-çıkıtı yapısına sahip olan sistemler için küçük bir örnek teşkil etmektedir (Aydemir, 2002). Burada amaçlanan, 12 hastanenin göreceli verimliliğini hesaplamaktır. Örnek, hastane servis süreci için doktor ve hemşire sayısını girdi, hastanede bulunan ve taburcu olarak çıkan hasta sayısını da çıktı olarak almaktadır(Her birinin birimi 100 kişi/ay’dır).

Çizelge 4.6 Sabit ve değişken ağırlıklar: hastane örneği

Hastane	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Doktor	20	19	25	27	22	55	33	31	30	50	53	38
Hemşire	151	131	160	168	158	255	235	206	244	268	306	284
Taburcu	100	150	160	180	94	230	220	152	190	250	260	250
Yatan	90	50	55	72	66	90	88	80	100	100	147	120

Hesaplamayı sadeleştirebilecek bir yol girdi ve çıktıları önceden belirlenmiş (sabit) ağırlıklarla ağırlıklandırmaktır. Sonuçta elde edilecek oran, verimlilik için bir indeks verecektir. Örneğin,

$$v_1 (\text{doktor sayısının ağırlığı}) / v_2 (\text{hemşire sayısının ağırlığı}) = 5 / 1$$

$$u_1 (\text{taburcu olan hasta sayısının ağırlığı}) / u_2 (\text{yatan hasta sayısının ağırlığı}) = 1 / 3$$

şeklindeki bir ağırlıklandırma Çizelge 4.7’deki “sabit” satırında yer alan verimlilik sonuçlarını verecektir. Bu hesaplamadaki verimlilik sonuçları, en büyük verimlilik değeri 1 olacak şekilde normalize edilmiştir. Ağırlıklandırmadaki bu varsayım (ağırlıkların sabitlenmesi), hesaplama kolaylığı sağlaması açısından yararlı görünmekle birlikte, ağırlıklandırma değerlerine ilişkin pek çok soruyu da gündeme getirecektir. Daha da önemlisi, herhangi bir hastane için

verimlilik sonucunun ne ölçüde gözlemlerin kendisinden ya da ağırlıklandırmadaki varsayımdan etkilendiğine ilişkin belirsizlikler ortaya çıkaracaktır.

Çizelge 4.7 Sabit Ve Değişken Ağırlık Değerleri

Hastane	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Sabit	1	0,9	0,77	0,89	0,74	0,64	0,82	0,74	0,84	0,72	0,83	0,87
CCR	1	1	0,88	1	0,76	0,84	0,9	0,8	0,96	0,87	0,96	0,96

VZA, bunun tam tersine, değişken ağırlıklar kullanır. VZA’da ağırlıklar, doğrudan veri kümesinin kendisinden türetilir ve böylelikle sabit ağırlık seçimindeki çok sayıda varsayım ve hesaplama kaçınılmış olunur. Daha da önemlisi, ağırlıklar, her hastaneye en iyi ağırlık kümesini verecek şekilde seçilir. Burada kullanılan “en iyi” terimi, her bir hastanenin her bir girdi ve çıktısına ağırlıklar atanırken, o hastanenin çıktı / girdi oranının, diğer hastanelere göre maksimizasyonu anlamına gelmektedir. Çizelge 4.7’deki “CCR” satırı, VZA’daki “CCR” adlı model kullanılarak hesaplanmış verimlilikleri göstermektedir. Görüldüğü üzere, VZA ile hesaplanmış verimlilikler, en az sabit ağırlıklandırma ile hesaplanmış verimlilikler kadar büyüktür.

“En iyi” oran kavramı, tüm sonuçlar için aşağıdaki şartlar altında geçerlidir (Beasley, 2005):

1. Bütün veri ve ağırlıklar pozitif ya da sıfırdır.
2. Sonuçta ortaya çıkan rasyo 0 ile 1 aralığında olmak zorundadır.
3. Verimliliği maksimize edilen hedef birim için uygulanan tüm ağırlıklar, tüm birimlere uygulanmaktadır.

Bunun sonucunda, hedef birim, verimlilik hesaplaması sırasında elde edilen ağırlık kümesinden daha iyi bir ağırlık kümesi seçemez, çünkü elde edilen ağırlık kümesi, o birimin diğer birimlere göre verimliliğini maksimize ederken seçebileceği en iyi ağırlıklardan oluşmaktadır.

Çizelge 4.7’deki CCR sonuçları yorumlanacak olursa, C hastanesi için 0,88 çıkan verimlilik, C hastanesinin %12 verimsiz olduğunu göstermektedir. Bu demektir ki, verimli başvuru grubunun üyeleriyle kıyaslandığında, C hastanesi, bütün hastanelerin kendi verimliliklerini ölçmek için “en iyi” ağırlıklarını seçebildiği bir ortamda, %12’lik bir saf teknik verimsizlik (ve olası karışım verimsizliği) göstermektedir.

İlerleyen kısımlarda görüleceği üzere, VZA ile her bir birim için verimsizliğin kaynakları (saf

teknik verimsizlik ve karışım verimsizliği gibi) ve miktarları ölçülebilmektedir. Daha da ötesi, bu verimsizlikleri kıyaslayabilmek için başvuru grupları da belirlenebilmektedir. Bir diğer önemli nokta ise, bu sonuçların minimal varsayımlarla, girdi ve çıktılar arasındaki ilişkilerin fonksiyonel olarak tanımlanmasına ve bu ilişkilerin her bir *farklı* birim için *aynı* olduğu gibi bir kabule gerek duyulmadan, hesaplanabilmesidir.

4.4 CCR Modeli

CCR modeli **Charnes**, **Cooper** ve **Rhodes** tarafından 1978 yılında önerilmiştir. Bu modele göre sanal (bileşik) girdi ve çıktılar, bilinmeyen ağırlıklar (v_i ve u_r) altında aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$\text{Sanal girdi} = v_1x_{10} + \dots + v_mx_{m0}$$

$$\text{Sanal çıktı} = u_1y_{10} + \dots + u_sy_{s0}$$

CCR modelinde, doğrusal programlama kullanılarak, *sanal çıktı / sanal girdi* oranını maksimize edecek şekilde ağırlıkların belirlenmesine çalışılır.

VZA’da, üzerinde çalışılan girdi ve çıktılarından oluşan sistem “*Karar Verme Birimi*” (KVB) olarak adlandırılır. KVB’ler, girdileri çıktılarına dönüştürmekten sorumlu birimlerdir ve bu süreçteki performansları çalışmanın konusudur. KVB’ler, bu esnek tanım çerçevesinde, benzer hizmeti veren kuruluşlar, bankalar, hastaneler, okullar, kütüphaneler, coğrafi bölgeler, ve şehirler olabilir. Girdi ve çıktılar, aşağıdaki şartlar altında belirlenir (Aydemir, 2002):

1. Her bir girdi ve çıktı için rakamsal veri mevcuttur ve bu veri tüm KVB’ler için pozitiftir.
2. KVB, girdi ve çıktıların seçimi, analizcinin ilgi alanı içerisinde, görece verimliliği etkileyebileceği düşünülen bir küme oluşturacak şekilde yapılmalıdır.
3. Farklı girdi ve çıktıların birimleri birbirleriyle uyumlu olmak zorunda değildir. Girdi ve çıktıların birimleri insan sayısı, harcanan para, yüzölçümü gibi farklı şekiller alabilir.

N adet KVB’nin girdi ve çıktı verilerinden oluşan bir örneklem kümesi içerisinde her bir KVB’nin görece verimliliğini ölçmek n tane optimizasyon modeli çözmeyi gerektirir. Herhangi bir optimizasyondaki verimliliği ölçülmek istenen KVB’ye genel olarak KVB₀ diyelim. Bu durumda o, $\{1,2,\dots,n\}$ kümesinin bir elemanıdır. Aşağıdaki kesirsel programlama modeli, girdi ağırlıkları (v_i , $i = 1,\dots,m$) ve çıktı ağırlıklarını (u_r , $r = 1,\dots,s$) değişken olarak

olarak ağırlıkları hesaplar:

$$(FP_0) \quad \text{Max:} \quad \frac{u_1 y_{10} + u_2 y_{20} + \dots + u_s y_{s0}}{v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + \dots + v_s x_{s0}}$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_s x_{sj}} \leq 1 \quad (j=1, \dots, n) \quad (1)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (2)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \quad (3)$$

Modeldeki kısıtlar her bir KVB için “sanal” çıktının “sanal” girdiye oranının 1’i geçmemesi gerektiğini belirtir. Modelin amaç fonksiyonu, KVB₀ için olan verimlilik oranını maksimize edecek olan v_i ve u_r ağırlıklarını elde etmektir. Kısıtlardan elde edilebilecek bir önemli çıkarım, optimal amaç değeri θ^* ’ın en fazla 1 değerini alabileceğidir. Bu modelde varsayılan, tüm girdi ve çıktı ağırlıklarının negatif olmayan değerlere sahip olduğudur.

Yukarıdaki kesirsel programlama modelinin eşdeğeri, aşağıdaki doğrusal programlama modelidir:

$$(LP_0) \quad \text{Max:} \quad \theta$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + \dots + v_m x_{m0} = \theta \quad (1)$$

$$\theta y_{10} + \theta y_{20} + \dots + \theta y_{s0} \leq v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj} \quad (2)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (3)$$

$$\theta \geq 0 \quad (4)$$

LP₀’ın optimal çözüm kümesi ($v = v^*, u = u^*$) ve optimal amaç değeri θ^* ise, aynı zamanda FP₀’ın optimal çözüm kümesi de ($v = v^*, u = u^*$) ve amaç değeri θ^* ’dır. Bu şekilde hesaplanan verimlilik değerleri, girdi ve çıktıların birimlerinden bağımsızdır. (Bu konu literatürde “*Birim Bağımsızlığı Teoremi*” ile açıklanmaktadır.)

LP_o problemi, doğrusal programlama ile çözülmektedir. Ancak optimal çözüm, LP_o probleminin ikincil formülasyonu ile daha kolay elde edilebilmektedir. Bu konu, daha detaylı olarak ilerleyen kısımlarda incelenecektir.

Optimal çözüm kümesi olan (v^*, u^*, θ^*) için CCR verimliliği aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

Tanım 1: CCR Verimliliği

1. Eğer KVB_o için $\theta^* = 1$ ve $v^* > 0$, $u^* > 0$ olmak üzere en az bir optimal (v^*, u^*) çözümü varsa KVB_o verimlidir.
2. Değilse, KVB_o verimli değildir.

Bu demektir ki CCR verimsizliği, LP_o 'ın her bir optimal çözümü için, ya $\theta^* < 1$ olma durumunda, ya da $\theta^* = 1$ ve (v^*, u^*) kümesinin en az bir elemanı 0 iken gerçekleşmektedir.

$\theta^* < 1$ olduğu bir verimsizlik durumu ele alınacak olursa, bu durum için LP_o formülasyonundaki en az bir kısıtta (yani en az bir KVB'de) (v^*, u^*) ağırlığının, eşitsizliğin sağ ve sol tarafı için aynı değeri vermekte olduğu görülebilir (Çünkü aksi durumda, θ^* değeri daha büyüyebilirdi). Bu şekildeki $j \in \{1, \dots, n\}$ 'lere

$$E_o' : \sum_{r=1}^s u_r^* y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i^* x_{ij} = \theta^*$$

denecek olursa, E_o 'ın alt kümesi olan ve verimli KVB'lerden oluşan E_o kümesi, KVB_o 'ın "başvuru grubu"nu oluşturur. Bu gruba dâhil olan verimli KVB'lerin varlığı, KVB_o 'ın görece verimsiz olmasına sebep olmaktadır. E_o kümesi tarafından oluşturulan hat, KVB_o için verimlilik üst sınırını oluşturur.

4.4.1 Optimal Ağırlıkların Anlamı

LP_o 'ın optimal çözüm kümesi olarak elde edilen (v^*, u^*) , KVB_o için optimal girdi ve çıktı ağırlıklarını oluşturur. Bu değerlerin ışığı altında verimlilik ölçütü, aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\theta^* = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i^* x_{io}}$$

(LP₀)’ın 1. kısıtından dolayı payda 1’dir ve böylelikle

$$\theta^* = \sum_{r=1}^s u_r^* y_{ro}$$

olur. Daha önce de belirtildiği gibi (v^* , u^*), verimlilik ölçütünün maksimizasyonu anlamında KVB₀ için en istenen, en tercih edilen ağırlıklardır. Bu sebeple girdi “i” için optimal ağırlık değeri olan v_i^* , büyüklüğü ile girdi “i”nin görece verimlilik açısından ne derece önemle değerlendirildiğini belirler. Daha ileriye gidilerek, sanal girdideki her bir $v_i^* x_{io}$ ögesi incelendiğinde, $v_i^* x_{io}$ değerinin bize “i” girdisinin görece önemini verdiği anlaşılır. Aynı şekilde, sanal çıktıdaki her bir $u_r^* y_{ro}$ değerinin, “r” çıktısının θ^* değeri içindeki görece katkısı için bir ölçüt oluşturduğu görülebilir.

4.4.2 CCR Modeli ve Üretim Karşılığı

Bu kısımda pozitif veri kümesi varsayımından uzaklaşılarak, yarı-pozitif veri kümesi varsayımı üzerinde yoğunlaşılacak model tanıtılacaktır. Bu revize edilmiş varsayım, veri bulunamamış ya da 0 değeri alan girdi ve çıktı değerlerini içeren gerçek hayat uygulamalarına çözüm getirebilmek açısından büyük öneme sahiptir. (X,Y) girdi ve çıktı değerlerinden oluşan üretim olanak kümesi tanımlanacak, CCR modelinin ikincil formülasyonu oluşturulacak ve “girdi fazlalığı” ve “çıkıtı eksikliği” kavramlarını içerecek şekilde CCR modeli yeniden tanımlanacaktır.

CCR modelinin bir versiyonu, en az gözlemlenmiş (mevcut olan) çıktı seviyesini karşılayabilecek şekilde girdileri minimize etmeyi amaçlarken (“girdi-odaklı model”), bir diğer versiyonu ise gözlemlenmiş girdilerden daha fazlasını talep etmeyecek şekilde çıktıları maksimize etmeyi (“çıkıtı-odaklı model”) amaçlar. İlerleyen kısımlarda, bu iki model versiyonu tanıtılacaktır.

4.4.3 Üretim Olanak Kümesi

Daha önceki kısımlarda n KVB'nin pozitif girdi ve çıktı vektörleriyle $((x_j, y_j), j= 1, \dots, n)$ çalışılmıştı. Bu kısımda pozitif veri varsayımı kaldırılarak, bir KVB'nin herhangi bir girdi ve çıktı vektörü (x_j, y_j) için bileşenlerinden en az birinin pozitif olması varsayımı altında çalışılacaktır. Yani bir KVB için girdi ve çıktıda en az bir pozitif değere sahip olması, analizini yapılabilmesi için yeterlidir.

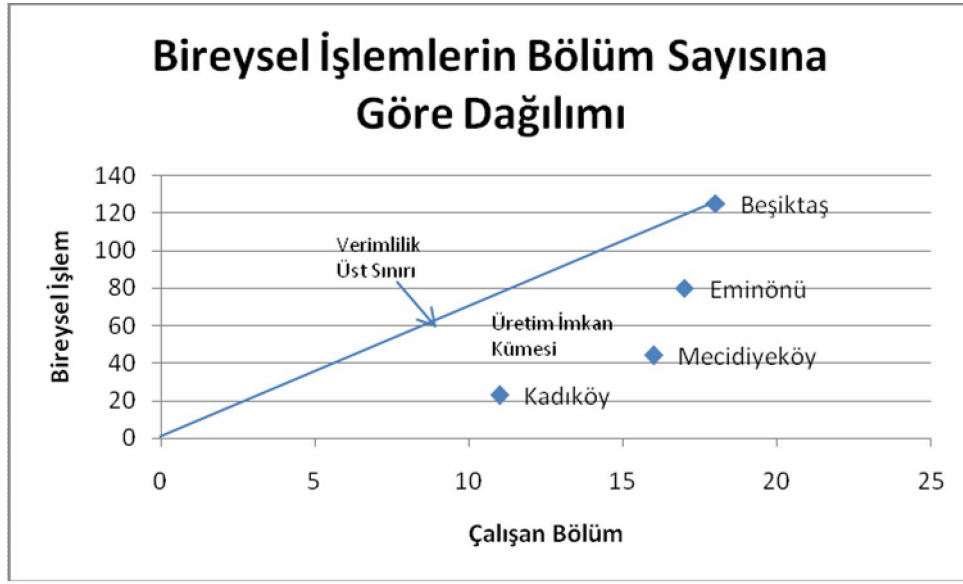
Bu durumda gerçekleşebilir (x,y) çiftlerinden oluşan kümeye “üretim olanak kümesi” adı verilir. Üretim olanak kümesi (P) aşağıdaki özelliklere sahiptir:

1. Bütün gözlemlenen (x_j, y_j) vektörleri, P'ye aittir.
2. Eğer (x, y) P'ye aitse, herhangi bir pozitif sabit değer için (tx,ty) de P'ye aittir. Bu özellik, literatürde “*Sabit Getirili Ölçek*” varsayımı olarak adlandırılır.
3. x' den daha az girdiye ve y' den daha fazla çıktıya sahip olmayan bütün (x,y) vektörleri P'ye dâhildir. (Yani gerçekleşebilirler.)
4. P'ye ait olan vektörlerin bütün yarı-pozitif doğrusal kombinasyonları yine P'ye aittir.

Yukarıdaki özellikler toparlanırsa, üretim olanak kümesi P aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$P = \{(x, y) \mid x \in X, y \in Y, x \geq 0, y \geq 0\}, \mathbb{R}^n \text{ de yarı-pozitif vektör}$$

Şekil 4.8'de, bir girdi ve bir çıktı için tipik bir üretim olanak kümesi görülmektedir. Bu örnekte olanak kümesi B noktası ve bu nokta ile orijin noktasını birleştiren ışın ile sınırlanmıştır (Verimlilik üst sınırı).



Şekil 4.8 Tek girdi ve tek çıktıdan oluşan sistemler için üretim imkân kümesi

4.4.4 Girdi Odaklı CCR Modeli ve İkincil Formülasyon

CCR modeli, (X, Y) matrisini baz alarak ve girdi çarpanları için v vektörünü, çıktı çarpanları için de u vektörünü değişken olarak kabul ederek aşağıdaki doğrusal programlama (LP) formatına dönüşmektedir:

$$(LP_o) \text{ Max: } u y_o$$

Aşağıdaki kısıtlar altında

$$v x_o \leq 1 \quad (1)$$

$$\lambda v X - u Y \leq 0 \quad (2)$$

$$v \geq 0, u \geq 0 \quad (3)$$

Yukarıdaki formülasyon, içinde vektör notasyonu kullanılması haricinde, daha önceden CCR modeli için verilen formülasyonla aynıdır.

(LP_o) 'ın ikincil problem formülasyonu reel θ ve negatif olmayan $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)^T$ vektör değişkenleri için aşağıdaki şekildedir:

$$(DLP_o) \text{ Min : } \theta$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\omega_o \lambda X \leq 0 \quad (1)$$

$$Y \leq y_o \quad (2)$$

$$\lambda \geq 0 \quad (3)$$

Birincil (LP_o) ve ikincil (DLP_o) kısıt ve değişkenleri arasındaki karşılıklık, Çizelge 4.8 ile özetlenmektedir:

Çizelge 4.8 CCR modeli birincil ve ikincil formülasyon değişken ve kısıt karşılıkları

Kısıt(LP _o)	İkincil değişken(DLP _o)	Kısıt(DLP _o)	Birincil değişken(LP _o)
$vx_o = 1$	θ	$\omega_o \lambda X \leq 0$	$v \geq 0$
$-vX + uY \leq 0$	$\lambda \geq 0$	$X \leq y_o$	$u \geq 0$

$\theta = 1$, $\lambda_o = 1$, $\lambda_j = 0$ ($j \neq o$) değerleri, (DLP_o) için gerçekleştirilebilir bir çözüm kümesi oluşturmaktadır. Problem θ 'nın minimizasyonu olduğu için, θ^* ile gösterilen θ 'nın optimal değerinin 1'den büyük olmayacağı gerçektir. Diğer taraftan, girdi-çıkı vektörünün tüm bileşenlerinin tamamen sıfır değerini alamaması varsayımı (yani veri kümesinin yarı-pozitif olması varsayımı), (2) kısıtının λ değerini sıfırdan farklı olmaya zorlar. λ 'nın sıfırdan farklı olması, θ değerinin 0'dan büyük olmasına sebep olur(kısıt (1)). Bütün bu çıkarımlar bir araya geldiğinde, $\theta^* \in (0, 1]$ olduğu görülecektir.

(DLP_o)'nin kısıtları $(\theta x_o, y_o)$ vektörünün P üretim olanak kümesine dahil olmasını gerektirirken, amaç fonksiyonu ise P içerisinde kalmak suretiyle x_o girdi vektörünü dairesel olarak θx_o 'a indirmeyi hedefler. Bir diğer deyişle, (DLP_o) formülasyonunda, KVB_o'ın çıktı seviyesinin en az y_o olması garanti edilirken, girdi vektörü x_o 'ın dairesel olarak mümkün olan en düşük seviyeye indirilmesine çalışılır. P'nin yukarıda listelenen özellikleri altında, $\theta^* < 1$ olması durumunda, $(X\lambda, Y\lambda)$ vektörünün, $(\theta x_o, y_o)$ vektöründen daha üstün olacağı söylenilebilir. Bu özelliğin ışığı altında, “girdi fazlalığı” $s^- \in R^m$ ve “çıkı eksikliği” $s^+ \in R^s$ vektörleri tanımlanır ve bu vektörler, literatürde “serbest” vektörler (değişkenler) olarak adlandırılır:

$$s^- \bullet \omega_o \lambda X \leq$$

$$s^+ \bullet Y \leq y_o$$

(DLP_o)'ın bütün gerçekleştirilebilir (θ, λ) değerleri için $s^- \geq 0$, $s^+ \geq 0$

KVB₀'da gözlemlenebilecek olası girdi fazlalığı ve çıktı eksikliği için, aşağıdaki 2 aşamalı doğrusal programlama problemi çözülür:

Aşama I:

(DLP₀) çözülür. Optimal amaç değeri θ^* olarak bulunur. Lineer programlamanın dualite teoremi gereği, θ^* (LP₀)'nın optimal amaç değerine eşittir ve aynı zamanda CCR verimliliğidir. θ^* 'ın bu değeri aşağıdaki "Aşama II" problemine dâhil edilir:

Aşama II:

θ^* 'a ait bilginin ışığında ve (λ, s^-, s^+) değişkenler olarak kullanılarak aşağıdaki LP çözülür:

$$\text{Max: } w = \theta^* \sum_{i=1}^m x_i$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$s^- \leq x_i \leq s^+$$

$$s^- \leq y_i \leq s^+$$

$$s^- \geq 0$$

$$e = 1, 2, \dots, 1$$

$$\theta^* \leq \sum_{i=1}^m s_i^-, \theta^* \leq \sum_{i=1}^s s_i^+$$

Aşama II'nin amacı θ^* 'ı sabit tutarken girdideki fazlalıkların ve çıktıdaki eksikliklerin toplamını maksimize edecek bir çözüm bulmaktır. (Maksimizasyonun amacı en büyük iyileşme getiren çözümü bulabilmektir.) Girdi fazlalığı ve çıktı eksikliği kavramlarını içerecek şekilde yeniden bir CCR verimlilik tanımı yapılacak olursa:

Tanım 3.2 CCR verimliliği:

Yukarıda Aşama I ve Aşama II olarak verilen iki doğrusal programlama problemlerinin optimal çözüm kümesi olan $(\theta^*, \lambda^*, s^{*-}, s^{*+})$, $\theta^* = 1$ durumunu sağlar ve girdide fazlalık ya da çıktıda eksiklik vermezse ($s^- = 0, s^+ = 0$), KVB₀ CCR-verimli, aksi durumda ise CCR-verimsiz olarak adlandırılır, çünkü tam verimlilik için:

(i) $\theta^* = 1$

(ii) Bütün serbest değişkenler 0

şartlarını sağlanmak zorundadır.

Bu iki şartın birincisi, “daireseel verimlilik” olarak adlandırılır. Buna aynı zamanda “teknik verimlilik” denmesinin nedeni, $\theta^* \leq 1$ durumu için girdi karışımını (girdilerinin birbirleriyle olan orantılarını) değiştirmeden bütün girdilerin aynı anda azaltılabilesidir. $(1 - \theta^*)$ değeri, üretim olanak kümesinin izin verdiği en büyük oransal azalma değeri olduğu için, daha öte bir azalma, sıfırdan farklı serbest değişken optimal değerlerine bağlı olacak ve girdi karışımındaki girdilerin birbirleriyle olan oranlarını değiştirecektir. Bu sebeple, yukarıdaki iki fazlı prosedür sonucunda ortaya çıkan sıfırdan farklı serbest değişken değerlerine bağlı verimsizlikler, “karışım verimsizliği” olarak adlandırılır. Bu iki tür verimsizliği ifade etmek için literatürde daha farklı isimler de kullanılmıştır. Örneğin, Tanım 3.2’deki sadece (i) şartını sağlayan bir verimlilik, “*zayıf verimlilik*” olarak adlandırılmakta, (i) ve (ii) şartlarının ikisinin birden sağlanması durumuna da “*Pareto-Koopmans*” verimliliği adı verilmektedir. Pareto-Koopmans verimliliği, aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

Tanım 3.3 Pareto-Koopmans Verimliliği:

Bir KVB, bir girdi ya da çıktının seviyesinin iyileştirilmesini, diğer girdi ve çıktıların seviyelerini kötüleştirmeden mümkün kılmıyorsa, tam olarak verimlidir. Yukarıdaki verimlilik kavramı, ilk kez ekonomist M.J. Farrell tarafından gözlemlenmiş veriye uygulanarak gerçek hayata geçirilmiştir. Ancak Farrell, verimli olarak bulduğu KVB’ler için sadece (i) şartını sağlayabilmiştir. Bir diğer deyişle, Farrell’in bulduğu verimlilik (Farrell verimliliği olarak da adlandırılır) “zayıf verimlilik” kavramı ile eşdeğerdir. Ancak herhangi bir girdi ya da çıktı için sıfırdan farklı çıkan serbest değişken değerleri, o girdi ya da çıktı için, başka girdi ve çıktıların durumlarını kötüleştirmeden ek iyileşmenin mümkün olacağını söylemektedir. Farrell’in farkında olduğu modelindeki bu yetersizlik, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından iki fazlı prosedürle sonlanacak bir matematiksel formülasyonla giderilmiştir. Bu sebeple, (i) ve (ii)’nin her ikisinin birden sağlandığı bir çözüm, bize CCR verimliliğini vermektedir.

Elde edilen bu sonuçlardan, dualite teorisi yardımıyla daha öte çıkarımlar yapmak mümkündür. Dualite teorisi, (LP_0) ve (DLP_0) modellerinin kısıt ve değişkenleri arasında bir “*tamamlayıcılık*” ilişkisi olduğunu söylemektedir. Bu ilişkiye göre, (LP_0) ’deki v ve u vektörleri, (DLP_0) ’deki 1 ve 2 kısıtları için ikincil çarpandırılar. Bu durumda, (LP_0) ’nin

optimal çözümü olan (v^*, u^*) ile (DLP_0) 'nin optimal çözümü olan (λ^*, s^-, s^+) arasında aşağıdaki ilişki vardır:

$$v^* s^- = 0 \text{ ve } u^* s^+ = 0.$$

Bu ilişkinin anlamı şudur: Eğer v^* ya da u^* 'ın herhangi bir bileşeni pozitif ise, o bileşene karşılık gelen s^- ya da s^+ 0 olmak zorundadır. Diğer taraftan, eğer s^- ya da s^+ 'ın herhangi bir bileşeni pozitif ise, o bileşene karşılık gelen v^* ya da u^* 0 olmak zorundadır.

CCR verimliliği ve dualite teorisinden elde edilen çıkarımlar, KVB_0 için aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- (i) Eğer $\theta^* < 1$ ise, KVB_0 CCR-verimsizdir, çünkü (LP_0) ve (DLP_0) aynı optimal amaç değerine (θ^*) sahiptir.
- (ii) Eğer $\theta^* = 1$ ve serbest değişkenlerin değeri sıfırdan farklı ise ($s^- \leq 0, s^+ \leq 0$), yukarıdaki tamamlayıcılık teoreminden hareketle, pozitif serbest değişkenlere karşılık gelen v^* ve u^* değerleri 0'a eşit olmak zorundadır. Bu sebeple, KVB_0 , CCR-verimsizdir.
- (iii) Son olarak, eğer $\theta^* = 1$ ve serbest değişken değerleri sıfır ise, tamamlayıcılık teoreminden hareketle, (LP_0) 'nin optimal çözüm kümesi (v^*, u^*) pozitifdir ve KVB_0 CCR-verimlidir.

4.4.5 Başvuru Grubu ve Verimlilikte İyileştirme:

Serbest değişken değerlerini maksimize eden Aşama I ve Aşama II prosedürlerinden elde edilen sonuçlar yardımıyla, verimsiz bir KVB için iyileştirmeye esas teşkil edecek başvuru grubu aşağıdaki şekilde oluşturulmaktadır:

$$E_o = \left\{ j \mid \frac{x_j}{x_j^*} \geq \theta^*, j = 1, 2, \dots, n \right\}$$

Bu durumda optimal çözüm aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$x_o = \min_{j \in E_o} x_j \cdot \frac{x_j^*}{x_j}$$

$$y_o = \min_{j \in E_o} y_j \cdot \frac{y_j^*}{y_j}$$

Bu denklemlerden anlaşılacağı üzere, KVB_0 için olan verimlilik, girdilerin dairesel olarak θ^* oranında azaltılmasıyla ve girdi seviyesinin girdi fazlalıkları olan s^- miktarı kadar daha

düşürülmesiyle ulaşılabilir. Aynı şekilde, çıktı miktarlarının çıktı eksikliği olan s^{+*} miktarı kadar desteklenmesiyle verimliliğe ulaşılabilir. Kısaca söylemek gerekirse, verimsiz bir KVB için girdi ve çıktı seviyesindeki net ilerleme aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\begin{aligned} x_o & \bullet x_o \quad \lambda \sum_{j=1}^n x_o^j \quad \lambda s^{+*} \\ y_o & \bullet y_o \end{aligned}$$

Verimlilikte ilerleme formülasyonu, diğer adıyla “CCR-projeksiyonu” aşağıdaki şekilde belirlenmektedir:

$$\begin{aligned} \hat{x}_o & \bullet x_o \quad \lambda \sum_{j=1}^n x_o^j \quad \lambda s^{+*} \quad \lambda x_o \\ \hat{y}_o & \bullet y_o \quad \lambda \sum_{j=1}^n y_o^j \quad \lambda s^{-*} \quad \lambda y_o \end{aligned}$$

Bu durumda iyileşme göstermiş girdi ve çıktı seviyesi $(\hat{x}_o, \hat{y}_o)$ ile gösterilmektedir. $(\hat{x}_o, \hat{y}_o)$ vektörü, KVB_o’ı başvuru grubu olan E_o ’a projekte eder ve E_o içerisindeki KVB’lerin negatif olmayan tüm kombinasyonları verimlidir.

4.4.6 Çıktı Odaklı CCR Modeli:

Şu ana kadar, en az gözlemlenmiş çıktı seviyesini garantilerken girdileri minimize etmeyi hedefleyen “girdi odaklı model” üzerinde durulmuştur. Bir başka model ise, en fazla gözlemlenmiş girdi seviyesini garanti ederken, çıktıları maksimize etmeye yarayan formülasyondur ve literatürde “çıktı odaklı model” olarak anılır. Bu formülasyon aşağıdaki şekildedir:

$$(DLPO_o) \text{ Max: } \eta$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$x_o \quad \lambda \sum_{j=1}^n x_o^j \quad \leq 0 \quad (1)$$

$$\lambda \sum_{j=1}^n y_o^j \quad \geq 0 \quad (2)$$

$$\eta \quad \leq 0 \quad (3)$$

(DLPO_o) için optimal çözüm, girdi odaklı CCR modelinden direkt olarak türetilir: $\lambda = \mu / \eta$, $\theta = 1 / \eta$ olarak tanımlanırsa, (DLPO_o)’nun son hali:

$$(DLP_o) \text{ min } \theta$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\omega_o \lambda X \leq 0 \quad (1)$$

$$y_o \lambda Y \leq 0 \quad (2)$$

$$\lambda \geq 0 \quad (3)$$

Yukarıdaki (DLPO_o)'nun yeni hali, girdi odaklı CCR modeliyle aynıdır. Bu sebeple, çıktı odaklı model ile girdi odaklı model, aşağıdaki şekilde birbiriyle ilintilidir:

$$\eta^* = 1 / \theta^*, \mu^* = \lambda^* / \theta^*$$

Çıktı odaklı modelde serbest değişkenler (t^-, t^+) aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$X \mu + t^- = x_o$$

$$Y \mu + t^+ = \eta y_o$$

Bu değişkenler de girdi odaklı modelle aşağıdaki bağlantıyı taşımaktadır:

$$t^- = s^- / \theta^*$$

$$t^+ = s^+ / \theta^*$$

$\theta^* \leq 1$ olduğu için η^* aşağıdaki kısıt altındadır:

$$\eta^* \geq 1.$$

Bu sebeple, η^* 'ın değeri ne kadar büyük olursa, KVB o kadar az verimlidir. θ^* girdi azaltma oranının belirlerken, η^* çıktı arttırma oranını belirler. Yukarıdaki ilişkilerden yola çıkarak, denilebilir ki bir KVB'nin performansı için girdi odaklı CCR modelinin verimli çıkması, ancak ve ancak çıktı odaklı modelin verimli çıkmasıyla mümkün olabilir.

(DLPO_o)'nun ikincil formülasyonu, p ve q vektör değişkenleri olacak şekilde aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$(LPO_o) \text{ Min: } p x_o$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$q y_o \leq 1 \quad (1)$$

$$\lambda p X \leq q Y \leq 0 \quad (2)$$

$$p \geq 0, q \geq 0 \quad (3)$$

(LP₀)'ın optimal çözümü (v^* , u^*) iken, çıktı odaklı (LPO₀) modelinin optimal çözümü aşağıdaki bağıntıyla elde edilebilir:

$$p^* = v^* / \theta^*, q^* = u^* / \theta^*$$

Kısaca söylemek gerekirse, çıktı odaklı CCR modelin optimal sonucu, girdi odaklı model vasıtasıyla elde edilebilmektedir. Çıktı odaklı modelin sağlayacağı girdi ve çıktıdaki iyileşme aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$\hat{x}_o = x_o / \theta^* \\ \hat{y}_o = \theta^* y_o$$

Bir adım öteye gidilerek analize devam edilecek olursa, (LPO₀)'nun aşağıdaki kesirsel programlama problemine denk olduğu görülecektir:

$$\text{Min: } \frac{\theta_o}{\theta_o}$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\frac{\theta_j}{\theta_j} \leq 1 \quad (j=1, \dots, n) \quad (1)$$

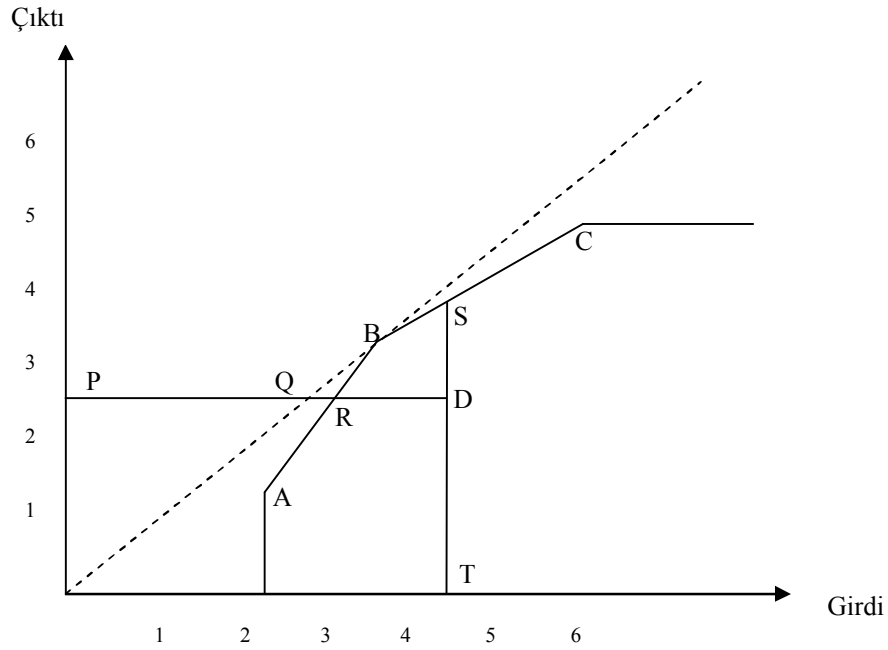
$$\theta_o \geq 0, \theta_j \geq 0 \quad (2)$$

Bu formülasyonda, daha önceden kesirsel formülasyonda verilmiş olan pay ve payda yer değiştirmiş ve amaç fonksiyonu minimize edilmiştir. Çıktı odaklı model sadece basit bir matematiksel dönüşüm sonucu türetilmiş gibi görünse de, analizci hem girdi odaklı, hem de çıktı odaklı modelden önemli çıkarımlara ulaşabilir.

4.5 BCC Modeli

Buraya kadarki bölümde tanıtılan CCR modeli, sabit dönüşümlü ölçek varsayımı üzerine kuruludur. Yani, eğer bir (x, y) vektörü gerçekleşebilir ise, (tx, ty) gibi bir vektör de gerçekleşebilme özelliğine sahiptir. Diğer bir deyişle, (tx, ty) vektörü de P üretim olanak kümesine dahildir. Ancak bu varsayım, değişik üretim olanak kümeleri için modifiye edilebilir. Literatürde, VZA çalışmalarının en başından itibaren, CCR modelinin çeşitli

uzanımları araştırılmıştır. Bunlardan birisi de **Banker, Charnes ve Cooper** tarafından geliştirilen BCC modelidir. BCC modelinde üretim üst sınırı, varolan KVB'lerin oluşturduğu “içbükey zarf” tarafından taranır. Üretim üst sınırı, Şekil 4.9’da görüldüğü üzere parçalı doğrusal bir yapı sergiler ve bu özelliğinden dolayı da “*değişken dönüşümlü ölçek*” karakteristiğine sahiptir. AB doğru parçasında “*artan dönüşümlü ölçek*”, BC parçasında “*azalan dönüşümlü ölçek*”, ve her iki doğru parçasının birleştiği B noktasında ise “*sabit dönüşümlü ölçek*” özelliği gözlemlenir (Aydemir, 2002).



Şekil 4.9 BCC modelinde üretim üst sınırı ve ölçek özellikleri

Şekil 4.9’da bir girdi ve bir çıktıdan oluşan, 4 KVB’li (A, B, C ve D) bir sistem örneklenmektedir. CCR modelinin verimlilik sınırı, B noktası ile orijini birleştiren doğrudur. BCC modelinde ise verimlilik sınırı, A, B ve C noktalarını birleştiren doğru parçalarından oluşmaktadır. Bu sistemdeki üretim olanak kümesi, sınır çizgisi ile birlikte, sınır çizgisi ile karşılaştırıldığında girdi ve/veya çıktıda fazlalık ve/veya eksiklik gösteren, gerçekleşmiş ya da gerçekleşmesi muhtemel KVB’lerden oluşmaktadır. Bu bilgiler ışığında, A, B ve C noktalarının sınır çizgisi üzerinde bulunduğu ve dolayısıyla BCC-verimli olduğu gözlemlenebilir. Ancak sadece B noktası CCR modeline göre de verimli olma özelliği taşımaktadır.

Grafikten ilgili değerler okunduğunda, D noktasının BCC verimliliği:

$$PR / PD = 2,6667 / 4 = 0,6667$$

İken, CCR-verimliliği:

$$PQ / PD = 2,25 / 4 = 0,5625 \text{ olmaktadır.}$$

D noktasının çıktı odaklı BCC modelindeki verimliliği ise, Şekil 10'daki dikey eksen değerleri okunarak:

$$ST / DT = 5 / 3 = 1,6667 \text{ bulunmaktadır. Bunun anlamı şudur:}$$

D noktası için verimlilik, gözlemlenen çıktı değeri $1,6667 \times 3 = 5$ birime yükseltirirse mümkün olabilmektedir. CCR modeline göre çıktıya sağlanması gereken desteğin oranının, girdi verimsizliğinin kesirsel olarak tersi olduğu hatırlanırsa ($1 / 0,5625 = 1,7778$), verimliliğe ulaşabilmek için, CCR modeli sonucunun, BCC modeli sonucuna göre daha öte bir çıktı desteğini gerektirdiği anlaşılmaktadır.

Banker, Charnes ve Cooper (1984), BCC modelini ilk kez yayınladıklarında, üretim olanak kümesini aşağıdaki şekilde tanımlamışlardır:

$$PB = \{ (x, y) \mid x \geq X\lambda, y \geq e\lambda = 1, \lambda \geq 0 \},$$

$$X = (x_j) \in R^{m \times n},$$

$$Y = (y_j) \in R^{s \times n},$$

$$\lambda \in R^n$$

e: bütün elemanları 1'e eşit olan bir sıra vektörü

Yukarıdaki tanımlamaya göre, BCC modelini CCR modelinden ayıran tek fark,

$$e\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = 1$$

kısıtının CCR modeline eklenmiş olmasıdır. Bu kısıt, $\lambda_j \geq 0$ şartı ile birlikte, n adet KVB'nin çeşitli şekillerdeki kombinasyonlarının, ancak içbükey bir verimlilik üst sınır çizgisi dahilinde gerçekleşebilmesini sağlamaktadır.

Bu durumda girdi odaklı BCC modeli, KVB_o'ın (o = 1, ..., n) verimliliğini, aşağıdaki doğrusal programlama modelini çözerek hesaplar:

$$(BCC_o)$$

$$\text{Min: } \theta_B$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\theta_{BX_0} - X\lambda \geq 0, \quad (1)$$

$$Y\lambda \geq y_0, \quad (2)$$

$$e\lambda = 1, \quad (3)$$

$$\lambda \geq 0, \quad (4)$$

θ_B : skalar değer

(BCC₀) doğrusal programının ikincil formülasyonu aşağıdaki şekildedir:

$$\text{Max: } z = uy_0 - u_0$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$vx_0 = 1, \quad (1)$$

$$-vX + uY - u_0e \leq 0, \quad (2)$$

$$v \geq 0, u \geq 0 \quad (3)$$

u_0 : serbest işaretli değişken (pozitif, negatif, ya da sıfır değeri alabilir)

z, u_0 : skalar değerler

İkincil formülasyondan elde edilen ve yukarıdaki formülasyona denk olan kesirsel BCC modeli ise aşağıdaki gibidir:

$$(BCC_0) \quad \text{Max: } \frac{uy_0 - u_0}{vx_0}$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\frac{uy_j - u_0}{vx_0} \leq 1 \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (1)$$

$$v \geq 0, u \geq 0, u_0 : \text{işaret sınırı} \quad (2)$$

Birincil ve ikincil kısıtlar ve değişkenler arasındaki eşleşme, Çizelge 4.9'da şematize edilmiştir:

Çizelge 4.9 BCC modeli birincil ve ikincil formülasyon değişken ve kısıt karşılıkları

Kısıt(LP ₀)	İkincil Değişken (DLP ₀)	Kısıt(DLP ₀)	Birincil Değişken LP ₀)
$\theta B x_o - X\lambda \geq 0$	$v \geq 0$	$v x_o = 1$	θ
$Y\lambda \geq y_o$	$u \geq 0$	$-vX + uY - u_o e \leq 0$	$\lambda \geq 0$
$E\lambda = 1$	U_o		

CCR ve BCC modelleri arasındaki fark, CCR modelinde var olmayan bir kısıt olan $e\lambda = 1$ kısıtından ve bu kısıtla bağlantılı olan serbest işaretli değişken u_o 'dan kaynaklanmaktadır.

Birincil BCC₀ modeli, tıpkı CCR modelinde olduğu gibi, iki aşamalı bir prosedür uygulanarak çözülebilir. Bu prosedür, ilk aşamada θ_B 'nin minimizasyonu, ikinci aşamada ise θ_B değerini optimal amaç değeri olan θ_B 'de tutarak, girdi fazlalıklarının ve çıktı eksikliklerinin maksimizasyonu şeklindedir.

Buna göre BCC modelinde BCC-verimliliği ve başvuru grupları aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

4.5.1 BCC-Verimliliği

Eğer (BCC₀) modelinin optimal çözüm kümesi $(\theta_B^*, \lambda^*, s^{*-}, s^{+*})$ (s^{*-} en fazla girdi fazlalığını, s^{+*} ise en fazla çıktı eksikliğini simgelemektedir) $\theta_B^* = 1$ ve ($s^{*-} = 0, s^{+*} = 0$) şartlarını sağlarsa, söz konusu olan KVB₀ BCC-verimli, sağlamazsa BCC-verimsizdir.

4.5.2 Başvuru Grubu

BCC-verimsiz bir KVB₀'ın başvuru grubu, λ^* optimal çözümünü temel alarak aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$E_o = \{ j \mid \lambda_j^* > 0 \} \quad (j \in \{1, \dots, n\}).$$

Birden fazla optimal çözüm bulunması durumunda, başvuru grubunu oluşturan KVB_j'lerin kombinasyonları ve KVB₀ arasında aşağıdaki ilişki kurulabilir:

$$\begin{aligned} \theta_B^* x_o &\bullet \sum_{j \in E_o} \theta_j^* x_j \leq \theta_B^* x_o \\ y_o &\bullet \sum_{j \in E_o} \theta_j^* y_j \geq y_o \end{aligned}$$

Şu halde, KVB₀'da girdi ve çıktı miktarlarında iyileştirme yaparak verimliliğe ulaşabilmek için, BCC-projeksiyonu $((x_o, y_o)$ noktasının verimlilik sınırına olan projeksiyonu) denilen

aşağıdaki dönüşüm kullanılabilir:

$$\begin{aligned}\hat{x}_o &= c_B^* x_o + s^* \\ \hat{y}_o &= y_o + s^*\end{aligned}$$

Bu projeksiyon sonucu elde edilen $(\hat{x}_o, \hat{y}_o)$ noktası, BCC-verimlidir.

4.5.3 Çıktı Odaklı BCC Modeli

Çıktı odaklı BCC modeli,

(BCC_o) Max: η_B

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$X \lambda \leq x_o, \quad (1)$$

$$\eta_B y_o - Y \lambda \leq 0, \quad (2)$$

$$e \lambda = 1, \quad (3)$$

$$\lambda \geq 0. \quad (4)$$

Bu formülasyon, çıktı odaklı BCC modelinin birincil formülasyonudur. İkincil formülasyon ise aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

Min: $z = vx_o - v_o$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$uy_o = 1, \quad (1)$$

$$vX - uY - v_o e \geq 0, \quad (2)$$

$$v \geq 0, u \geq 0, \quad (3)$$

u_o : serbest işaretli değişken

Bu formülasyona eşdeğer olan kesirsel programlama formülasyonu ise aşağıdaki gibidir:

$$\text{Min: } \frac{vx_o - v_o}{uy_o}$$

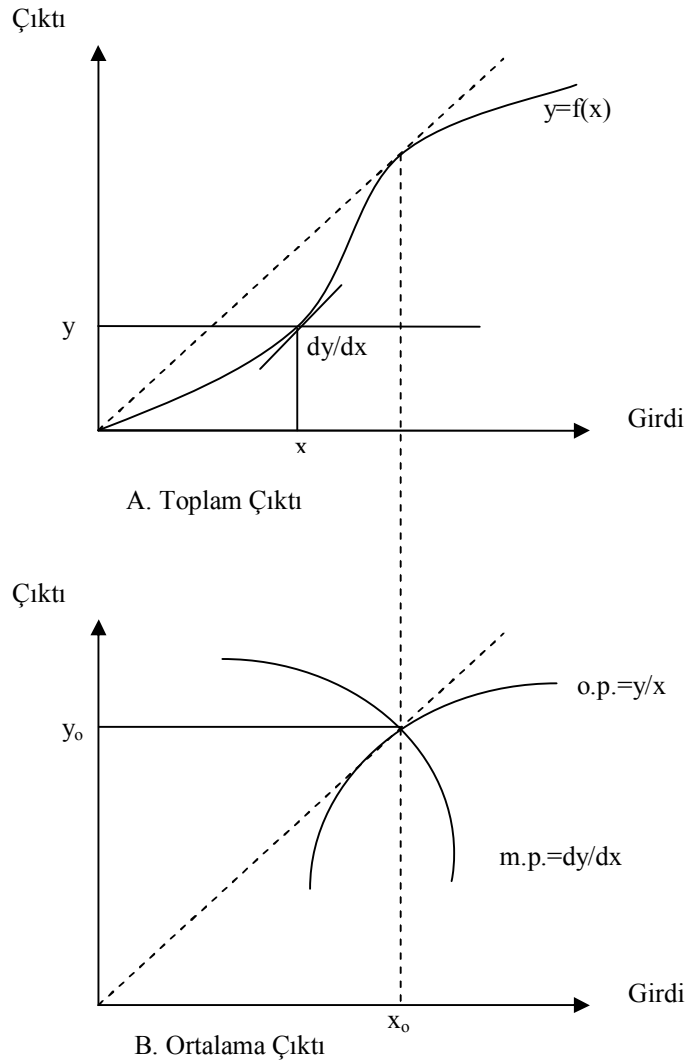
Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\frac{v x_j}{u y_j} = 1 \quad j=(1,2,\dots,n) \quad (1)$$

$$v \geq 0, u \geq 0, v_o : \text{işaret sınırı yok} \quad (2)$$

4.6 Ölçeğe Dönüşüm Kavramı

Ölçeğe dönüşüm kavramı, Şekil 4.10 üzerinde, kavramsal formülasyonlar yardımıyla açıklanabilir (Aydemir, 2002):



Şekil 4.10 Ölçeğe dönüşüm kavramı, ortalama üretkenlik, marjinal üretkenlik

$y=f(x)$ fonksiyonu, her bir x için maksimum y değerini alabilecek şekilde bir “üretim

fonksiyonu” olarak tanımlanmıştır. Şekil üzerindeki A grafiği marjinal üretkenlik, B grafiği ise ortalama üretkenlik davranışını sergilemektedir.

Grafikler incelenecek olursa, (x_0, y_0) noktasına gelene kadar, x değeri arttıkça $y = f(x)$ eğrisine teğet olan doğruların eğiminin de arttığı, (x_0, y_0) noktasından sonra ise eğimlerin azaldığı görülebilir. Aynı şekilde, marjinal prodüktivite eğrisinin (x_0, y_0) noktasına kadar olan kısmının ortalama prodüktivite değerinden yüksek olduğu, bu noktadan sonra ise ortalama prodüktivitenin altına düştüğü gözlemlenebilir. Bunun anlamı, x_0 ’dan daha küçük girdiler için çıktının girdiye göre oransal olarak daha hızlı değiştiği, x_0 ’dan daha büyük girdiler için ise çıktının girdiye göre değişimin yavaşladığı şeklindedir (Aydemir, 2002).

Bu kavram, aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

$$\frac{d(y/x)}{d(x)} \bullet \frac{xdy/dx}{x^2} \bullet 0,$$

Eğer $x > 0$ ise,

$$e(x) \bullet \frac{xd(y)}{yd(x)} \bullet \frac{d \ln y}{d \ln x} \bullet 1$$

Burada $e(x)$, oransal değişimlerin ifade edilebilmesi için logaritmik türev olarak tanımlanmıştır. Ekonomide “esneklik” olarak tanımlanan bu kavram, girdideki görece değişimi baz alarak, çıktıdaki görece değişimi ölçmeye yarayan bir kavramdır. Örneğin x_0 noktasında, $e(x)$ 1’e eşittir ve x_0 noktasında çıktıdaki değişimin girdideki değişime oranla sabit olduğunu söylemektedir.

Daha farklı bir şekilde ifade edilecek olursa, $e(x) = 1$ sabit dönüşümlü ölçeği ifade eder. x_0 ’ın solunda kalan girdi miktarları için $e(x) > 1$ olup artan dönüşümlü ölçeği, x_0 ’ın sağında kalan girdi miktarları için $e(x) < 1$ olup azalan dönüşümlü ölçeği ifade eder.

VZA’nde ölçeğe dönüşüm kavramı, CCR ve BCC modellerinde ele alınmış, ve ölçek verimliliği kapsamında teorisyenler tarafından değerlendirilmiştir. Konuyla ilgili teorinin ışığında yapılan çalışmalar, aşağıdaki sonuçları vermiştir (Li ve Butler, 2005).:

1. BCC-verimsiz bir KVB₀’ın (x_0, y_0) başvuru kümesi E_0 olsun. E_0 , aşağıda sıralanan BCC-verimli KVB kombinasyonlarından oluşmaktadır: (IRS, CRS, DRS sırasıyla artan dönüşümlü ölçek, sabit dönüşümlü ölçek ve azalan dönüşümlü ölçek kavramlarının kısaltmalarıdır)

- i. Bütün KVB'ler IRS özelliği gösterirler.
- ii. Bütün KVB'ler IRS ve CRS özelliği gösterirler.
- iii. Bütün KVB'ler CRS özelliği gösterirler.
- iv. Bütün KVB'ler CRS ve DRS özelliği gösterirler.
- v. Bütün KVB'ler DRS özelliği gösterirler.

2. Bu sonuçlar temek alınarak, aşağıdaki teori sunulmuştur:

Ölçek Dönüşümü Teorisi:

(x_o^*, y_o^*) , BCC-verimsiz olan KVB_o 'ın $((x_o, y_o))$ verimlilik sınır çizgisindeki projeksiyonu, E_o ise başvuru grubu olsun (Li ve Butler, 2005). Bu durumda;

- a. Eğer E_o , (i) ve (ii) kategorilerine dahil olan KVB'lerden oluşuyorsa, (x_o^*, y_o^*) IRS özelliğine sahiptir.
- b. Eğer E_o , (iii) kategorisine dahil olan KVB'lerden oluşuyorsa, (x_o^*, y_o^*) CRS özelliğine sahiptir.
- c. Eğer E_o , (iv) ve (v) kategorilerine dahil olan KVB'lerden oluşuyorsa, (x_o^*, y_o^*) DRS özelliğine sahiptir.

3. Bu teoremin BCC modelinin algoritması içerisine yansımaları aşağıdaki şekildedir:

1.1. Eğer KVB_o BCC-verimli ise, u_o^* ikincil değişkeninin optimal değeri hesaplanır. KVB_o , $u_o^* = 0$ olması durumunda CRS özelliği, $u_o^* < 0$ durumunda IRS özelliği, $u_o^* > 0$ olması durumunda DRS özelliği gösterir.

1.2. Eğer KVB_o BCC-verimsiz ise, KVB_o 'ın verimlilik sınır çizgisine projekte edilmiş hali olan (x_o^*, y_o^*) , başvuru grubu olan E_o 'ın tamamının CRS özelliği taşıyan KVB'lerden oluşması durumunda CRS, tamamının IRS ya da CRS özelliklerini taşıyan KVB'lerden oluşması durumunda IRS, tamamının DRS ya da CRS özelliklerini taşıyan KVB'lerden oluşması durumunda DRS özelliği gösterir.

Yukarıda listelenen maddelerden yola çıkılarak, teknik verimlilik, ölçek verimliliği kavramını da içerecek şekilde bileşenlerine ayrılabilir. Aşağıdaki bölüm, bu bileşenleri incelemektedir.

4.6.1 Teknik Verimliliğin Bileşenleri

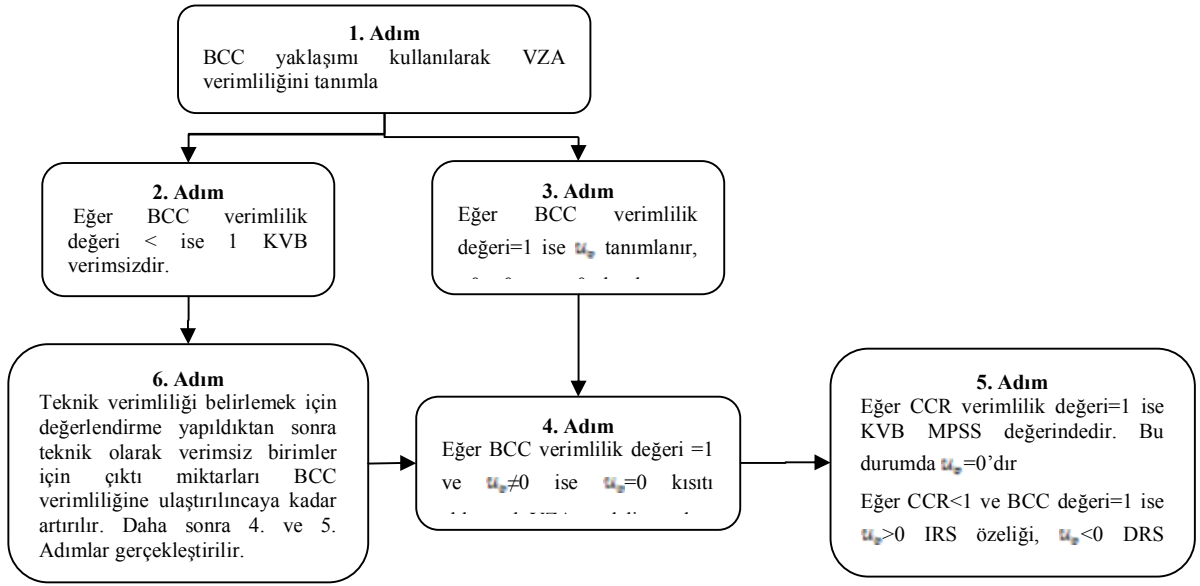
Bir KVB'nin verimsiz çıkmasının altında yatan nedenler araştırılacak olursa, bu nedenlerin temel olarak iki gruba ayrıştırılabileceği görülecektir:

- KVB'nin kendisinin verimsiz çalışmasından kaynaklanan nedenler
- KVB'nin içinde bulunduğu çalışma şartlarından dolayı görece olarak dezavantajlı bir pozisyonda bulunması

Bu amaca yönelik olarak, CCR ve BCC (girdi odaklı) modellerinin verimlilik değerleri karşılaştırılmıştır. CCR modeli sabit dönüşümlü ölçek üzerine kurulu olan bir üretim olasılık kümesi varsayımı yapar. Bu varsayımın altında bütün gözlemlenen KVB'lerin dairesel olarak genişlemesi, küçülmesi ve bu KVB'lerin negatif olmayan kombinasyonları mümkün olmaktadır. CCR modelinden elde edilen verimlilik değeri "*genel teknik verimlilik*" olarak adlandırılır. Diğer taraftan, BCC modeli gözlemlenen KVB'lerin içbükey kombinasyonlarını üretim olanak kümesi olarak varsayar ve BCC modelinden elde edilen verimlilik değeri "*lokal (yerel) teknik verimlilik*" olarak adlandırılır. Literatürdeki konu hakkındaki teoriler, eğer bir KVB hem CCR modelinde, hem de BCC modelinde tam verimli (verimlilik değeri: %100) olarak çıkarsa, söz konusu KVB'nin "*en üretken ölçek büyüklüğü*"nde hizmet verdiğini kanıtlamaktadır. Aynı teoriler, bir KVB'nin BCC modeline göre tam verimli, CCR modeline göre verimsiz çıkması durumunda ise, söz konusu KVB'nin yerel olarak verimli çalıştığı, ancak genel olarak verimli çalışmadığını söylemektedir. Bu noktadan hareketle, CCR modelinden elde edilen verimlilik değerinin BCC modelinden elde edilen verimlilik değerine oranı, "*ölçek verimliliği*" olarak adlandırılmaktadır:

$$\text{Ölçek Verimliliği} = \text{ÖV} = \frac{\theta_{CCR}}{\theta_{BCC}}$$

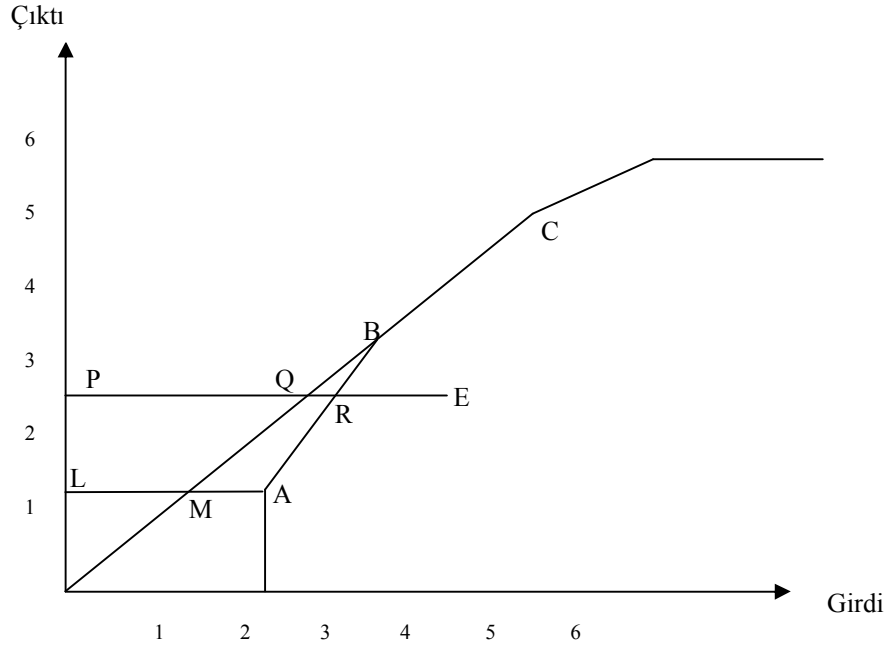
ÖV, BCC-verimli ve CRS karakteri sergileyen, yani en üretken ölçek büyüklüğüne sahip bir KVB için, 1'e eşittir. CCR verimlilik değerinin genel teknik verimlilik (GTV) olarak adlandırılmasının nedeni, ölçek etkisini dikkate almamasındandır. Diğer taraftan, BCC modeli, değişken ölçek dönüşümlerini dikkate alarak lokal teknik verimliliği (LTV) ifade etmektedir. Bu kavramlar kullanılarak, genel teknik verimlilik (yani CCR modelindeki saf teknik verimlilik), aşağıdaki şekilde bileşenlerine ayrıştırılabilir ve verimlilik durumunun belirlenmesine yönelik izlenecek yöntem Şekil 4.11'de gösterilmiştir (Li ve Butler, 2005).



Şekil 4.11 Geri dönüş ölçüm alanını tanımlamak için sunulan prosedür

$$\text{Genel Teknik Verimlilik (GTV)} = \text{Lokal Teknik Verimlilik (LTV)} \times \text{Ölçek Verimliliği (ÖV)}$$

Bu ayrıştırma, verimsizliğin operasyonel sorunlardan mı, yoksa KVB'nin içinde bulunduğu dezavantajlı şartlardan mı ya da her iki sebepten de mi kaynaklandığı konusunda bilgi sunabilmesinden dolayı büyük önem taşımaktadır.



Şekil 4.12 Ölçek verimliliğinin grafik gösterimi

Şekil 4.12, bir girdili ve bir çıktılı sistem için ölçek verimliliğini yansıtmaktadır (Aydemir, 2002). BCC verimli olan A noktası ölçeğe artan dönüşüm sergilemektedir ve ölçek verimliliği:

$$\bar{OV}(A) = \bar{O}_{CCR}^* \cdot \frac{LM}{LA} = 1$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Bu durumda A noktası yerel olarak verimli (LTV = 1) iken, (genel) teknik verimsizlik göstermesinin sebebi, LM/LA ile ifade edilen ölçek verimsizliğinden kaynaklanmaktadır. Denilebilir ki A noktası, yerel anlamda operasyonel olarak verimli işlemekle birlikte, ölçeğe artan dönüşüm sergilemesinden dolayı performans olarak ulaşması gereken noktaya henüz ulaşamamış, büyüme potansiyeli yüksek olan bir noktadır. Diğer bir ifadeyle, A noktası için bir birim girdi bir birimden daha fazla çıktı üretebildiği için (yani IRS özelliği sergilediğinden dolayı), A noktasının kapasite arttırımı yoluyla büyümesi ve ölçek verimliliğini (CRS) yakalaması mümkün olabilir.

B ve C noktaları, tam ölçek verimliliğine sahip olan noktalardır (ÖV = 1), yani en üretken ölçek büyüklüğünde hizmet vermektedirler. BCC-verimsiz olan E noktasında ise ölçek verimliliği:

$$\bar{OV}(E) = \frac{PQ}{PE} \cdot \frac{PE}{PR} \cdot \frac{PQ}{PR}$$

olmaktadır. Bu değer aynı zamanda, BCC-verimli olan R noktasının da ölçek verimliliğine eşittir.

E noktasındaki teknik verimsizliğin ayrıştırılması:

$$GTV(E) = LTV(E) \times \bar{OV}(E)$$

$$\frac{PQ}{PE} \cdot \frac{PR}{PE} \cdot \frac{PQ}{PR}$$

Şu halde E'nin genel verimsizliği, hem E noktasının verimsiz olarak işletilmesi (yani kaynaklarını verimli değerlendirememesi), hem de sahip olduğu dezavantajlı koşullardan (ölçeğe artan dönüşüm özelliğini değerlendirememiş olmasından) kaynaklanmaktadır.

4.7 VZA Uygulama Aşamaları

VZA analizinin uygulamasında izlenilecek yol için gerekli olan adımlar detaylı bir şekilde

açıklanmıştır.

4.7.1 Karar Birimlerinin Seçimi

Yapılacak çalışma için hangi karar biriminin uygun olduğu, çalışmanın ana temasını hangi konunun oluşturduğuna bağlıdır. Karar birimleri girdileri çıktılarına dönüştürmekle sorumlu herhangi bir ekonomik birim olabilir.

Ahn (1987), iki seçim prensibi belirlemiştir:

1. Her bir karar birimi kullandığı kaynaklar ve ürettiği çıktılarından sorumlu bir birim olarak tanımlanmış olmalıdır;
2. Verimlilik sınır tahminleme sonucunun anlamlı çıkabilmesi için örnekleme yer alan karar birimi sayısı yeterince büyük olmalıdır.

Bu karar birimlerinin birbirlerine, yaptıkları üretim açısından yeterince benzer olmaları, aynı girdileri aynı çıktılarına dönüştürmeleri ve benzer ortamlarda yer alıyor olmaları gereklidir.

4.7.2 Girdi ve Çıktıların Seçimi

VZA'da kullanılan girdi ve çıktılar çalışmadaki karar birimlerini karşılaştırmanın temelini oluşturduklarından büyük bir dikkatle seçilmelidir. Her ne kadar fonksiyonel bir varsayım bulunmasa da, aynı karar birimi için farklı girdi ve çıktı grupları farklı verimlilik değerleri alacağından, üretim sürecine nedensel olarak bağlı girdi ve çıktıların belirlenmesi gereklidir.

Bununla birlikte, modele çok fazla girdi ve çıktı eklenmesi, VZA'nın verimli ve verimsiz birimleri birbirinden ayırıştırma yeteneğini düşürmektedir. Girdi ve çıktı sayılarının artabilmesi için, karar birimlerinin sayısının da artması gerekmektedir ($n = \text{gözlem sayısı}$, $m = \text{girdi sayısı}$, $s = \text{çıkıtı sayısı}$ iken, $n > m+s$ (Sherman, H.D. (1984)).

Seçilen girdi sayısı m ve çıktı sayısı p ise, en az $m+p+1$ tane karar biriminin alınması, araştırmanın güvenilirliği açısından önemli bir kısıttır. Diğer bir kısıt ise, araştırma kapsamına alınan karar birimi sayısının, toplam değişken sayısının en az iki katı olması gerektiğidir (Boussofiance, 1991).

4.7.3 Verilerin Güvenilirliği

VZA için girdi ve çıktılar tanımlandıktan sonra, tüm karar birimleri için bu girdi ve çıktı

verilerinin elde edilmesi gereklidir. Herhangi bir birim için güvenilir verilerin elde edilememesi durumunda, hem söz konusu birimin verimlilik değeri, hem de görel verimlilik hesaplaması nedeniyle tüm birimlerin verimlilik değerleri tartışmalı hale geleceğinden, söz konusu birim çalışmadan çıkarılır.

4.7.4 Görel Verimliliğin Ölçülmesi

Karar birimleri ile girdi ve çıktılar belirlendikten sonra sıra uygulamanın etkinlik değerlerinin hesaplanması aşamasına gelir. Uygulamacı, incelediği üretim teknolojisi için en uygun VZA modelini hesaplamada kullanır.

Doğrusal programların çözümünde bilgisayardan yararlanılmaktadır. Modelleri çözmek için doğrusal programlama paket programlarından herhangi biri kullanılabilir. Ancak son yıllarda piyasaya sürülen ve Windows altında çalışabilen özel VZA programları da bulunmaktadır. Bunların özellikle raporlama ve sunum olanakları açısından oldukça gelişmiş olduğu gözlenmektedir. Ayrıca bu tür programların çoğalması, VZA yaklaşımının giderek daha fazla kullanılmakta olduğuna da işaret etmektedir.

Görel verimlilik ölçümü doğrusal programlamaya dayandığından, optimizasyon programlarından (GAMS; LINDO, vb.) ya da Windows altında çalışabilen özel VZA programlarından (EMS, Frontier Analyst, Warwick DEA software, vs.) yararlanılabilir.

4.7.5 Verimlilik Değerleri

Charnes ve Cooper'in formülize ettiği üzere, herhangi bir karar birimi için %100 verimlilik aşağıdaki durumlarda söz konusudur (Aydağün, 2003):

a) Hiçbir çıktısı aşağıdaki durumlar haricinde artırılamaz:

- i. bir ya da birden fazla girdisinin artırılması veya
- ii. diğer çıktılardan bazılarının azaltılması.

b) Hiçbir girdisi aşağıdaki durumlar haricinde azaltılamaz:

- i. çıktılarından bazılarının azaltılması veya
- ii. diğer bazı girdilerinin artırılması

Verimlilik hesaplamaları sonucunda her bir karar verme birimi için 0 ve 1 arasında (ya da % cinsinden 0 ile 100 arasında) bir verimlilik değeri bulunur. Verimlilik değeri 1'e (%100) eşit

olan birimler “en iyi gözlem” kümesini oluştururlar. Verimlilik değeri 1’den küçük olan karar birimleri ise göreceli olarak verimsizdir. Göreceli olarak verimsiz karar birimlerinin birden sapma oranı göreceli verimsizlik ölçüsünü verir.

4.7.6 Başvuru Grupları

VZA, verimli olmayan karar birimlerinin de göreceli olarak verimli birimlerin uyguladığı yönetsel ya da organizasyonel yöntemleri uygulayarak aynı verimlilik seviyesine ulaşabilecekleri varsayımı üzerine kuruludur. Bu varsayıma göre, verimsiz bir KVB için aynı girdi-çıktı kombinasyonları ile daha iyi bir üretim performansı tutturulabileceğinin kanıtı, verimli karar birimlerinin varlığıdır.

Literatürde, verimsiz bir karar verme biriminin başvuru grubunda yer alan birimlerle, yalnızca girdi-çıktı kombinasyonu olarak değil, yönetsel uygulamalar açısından derinlemesine incelemeler yapılarak karşılaştırılması gerektiği yer almaktadır.

4.7.7 Verimli Olmayan Karar Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi

VZA’nın uygulanmasından elde edilen en büyük fayda, verimli olmayan karar birimlerine performanslarını iyileştirebilmeleri için ulaşılabilir hedefler koymasındır. Çünkü hesaplamalarla, verimli birimlerin ekle edilebilir bir teknoloji kullandıkları varsayımı yapıldığından, verimli birimlerin teknolojisi verimsiz birim için de ulaşılabilir kabul edilmektedir.

4.7.8 Sonuçların Değerlendirilmesi

Karar verme birimleri detaylı olarak incelendikten sonra, her bir karar verme birimi için bütün girdi ve çıktıların dikkate alındığı genel bir değerlendirmeye geçilir. VZA ile belirlenen hedeflere (verimsiz kaynak kullanımının azaltılması, vb.), karar vericilere ait çeşitli tercihler nedeni ile ulaşılmasa bile, elde edilen bilginin daha sonraki çalışmalarda değerlendirilebilmesi, iyileştirmelere açık olunması anlayışı önemli kazanımlardır.

4.7.9 VZA’nın Güçlü ve Zayıf Yönleri

VZA’nın güçlü ve zayıf yönleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Aydağün, 2003):

Güçlü Yönler:

- VZA, verimsiz bir karar verme biriminin performansını, kümesindeki görel olarak verimli olan karar verme birimlerinin seviyesine çıkarmak için bir tek yol değil, alternatif yollar belirler. Burada karar verme birimine uygun iyileştirme yolunu seçmek, karar vericinin yargısı ve tecrübesi ile şekillenir.
- VZA'nın uygulanması, özellikle karar vericilerin üretim sürecini, ilgili tüm ilgili girdi ve çıktıları tanımlamak suretiyle daha iyi tanımlarını sağlar.
- VZA çalışmasında gereksinim duyulan veriler ve analiz sonuçlarını içerecek detaylı bir veri tabanı yaratılabilir. Böylelikle konu ile ilgili belgeleme güçlenir.
- VZA, girdi ve çıktı verilerinin rassal bir mekanizma ile üretilmediğini, yani deterministik olduğunu varsaymaktadır. Bu sebepten dolayı parametrik olmayan, ve verilerin belirli bir fonksiyonel dağılım kuralına uyması gibi bir varsayımı taşımayan bir yöntem olarak deterministik durumlar için daha avantajlı bir verimlilik analizi yöntemi olarak kullanılmaktadır.
- Verimlilik analizi, istatistiksel sınır tahminleme yöntemlerinin ortaya çıkardığı ortalama fonksiyonun yerine, en iyi gözlemlerce oluşturulan sınır fonksiyonuna göre yapıldığı için, belirlenen hedefler, en iyi performans göstermiş birimler örnek alınarak yapılmaktadır. Bu da VZA ile yapılan verimlilik analizinin anlamını ve geçerliliğini güçlendirmektedir.

Zayıf Yönler:

- VZA genel olarak fiziksel girdi ve çıktı ölçüleri ile test edildiğinden teknik girdi-çıkta verimliliği ile sınırlıdır. Yöntemin yetenekleri çıktı ve girdilere (eğer mümkünse) görel fiyatlar veya öncelikli ağırlıklar atanarak güçlendirilebilir.
- Kalitatif girdi ve çıktı ölçüleri sonuçları zayıflatabilmektedir.
- İlgili girdi ve çıktıların üretim sürecini doğru olarak yansıtabilmesi, yöntemin sağlıklı sonuçlar vermesi açısından hayatsal öneme sahiptir. Kritik bir girdi ya da çıktı inceleme dışı bırakıldığında yöntemin verdiği sonuçlar yanıltıcı ve yanıltıcı olabilir.
- VZA'da, gözlemlenen performansın en iyi performansla olan farkı, sadece verimsizliğe bağlanmakta ve uç gözlem noktaları için ölçüm hataları göz ardı edilmektedir. Dışsalılıkların gözardı edilmesi yanıltıcı sonuçlar doğurabilir.
- VZA modelleri, statik (durağan) ve tek zaman kesitinde değerlendirilen modellerdir. Gerçek hayatta ise karar verme birimlerinin bazı girdilerini çıktılarına dönüştürebilmesi

bir periyottan daha uzun bir süre alacağından, üretim süreci dinamik bir özellik göstermektedir. Bu sebeple farklı periyotlardaki veriler için uygun indirgeme oranlarının kullanılması gerekecektir.

- Başvuru grubuna dahil olan karar verme birimlerinin diğerlerine göre üstünlüğünün göreceli olması, bu birimlerinin kendi başlarında değerlendirildiğinde de gerçekten verimli olup olmadıkları hakkında bir yorum yapılabilmesini güçleştirmektedir. Bu sebeple VZA verimlilik sonuçları, görecelilik çerçevesinde değerlendirilmelidir.

5. İSTANBUL İLİ HİZMET İHTİYALARININ BELİRLENMESİNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ UYGULAMASI

Bu bölümde 4. Bölümde anlatılan VZA analizinin İstanbul iline ait 32 ilçe üzerinde sağlık, çevre ve eğitim hizmet alanlarında uygulaması gerçekleştirilmiştir ve sonuçları paylaşılmıştır. Sonuçlar daha sonra yapılacak çalışmalara yol göstermesi açısından önem taşımaktadır.

5.1 Amaç ve Kapsam

İstanbul ilinin hizmet ihtiyaçlarının belirlenmesinde, ilçeler arası farklılıklarının azaltılması yönünde oluşturulacak strateji ve planların hazırlanması aşamasında, ilçelerin belirlenen hizmet sektörleri içerisindeki durumlarının değişkenler yardımıyla ölçülmesi ve birbirleriyle analitik olarak karşılaştırılmasından hareket edilmektedir.

Türkiye’de günümüze kadar benimsenmiş bölgesel gelişme ve yatırım politikaları, kaynaklarda eşitlik yaratarak bölgesel rekabet edebilirliği güçlendirmek yönünde olmuştur. Kamu tarafından alınan yatırım ve teşvik kararları, genellikle az gelişmiş olan bölgelere doğru bir kaynak transferi niteliğinde olmuştur. Ancak bu politikalar izlenirken, çeşitli bölgelere aktarılan kamu kaynağının ne derecede verimli kullanıldığı konusu öncelikli olmamıştır. Oysa ki, gerçek anlamda bölgesel eşitsizliklerin giderilmesi, ancak kaynakların en verimli kullanıldığı yerlere ve en doğru miktarlarda aktarılması ile mümkün olabilmektedir. Gelişmemiş bir bölgeye refah seviyesinin arttırılması amacı ile aktarılan kaynaklar, verimli bir şekilde kullanılmama durumunda o bölgede geri kazanılmayacak, söz konusu kaynakları çok daha verimli değerlendirebilecek bir başka bölgenin bu kaynağa ulaşamamasına, dolayısıyla da ülke genelinde olması gerekenden çok daha düşük katma değer üretilmesine sebep olacaktır.

Bu noktadan hareketle, VZA tekniği kullanılarak, İstanbul’da ilçeler itibariyle bir verimlilik analizinin yapılmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Verimlilik analizi çerçevesinde, katma değer üretme sürecinde göreceli olarak hangi ilçelerin hangi kaynaklarını en verimli şekilde kullandığı ve hangi kaynaklarını daha az verimli kullandığı belirlenmiş, böylelikle rekabet edebilirlik kapsamında her bir ilçenin göreceli olarak hangi alanlarda diğerlerine göre daha güçlü ve daha zayıf olduğu tespit edilmiştir. Böyle bir bilgi, ileriki yıllarda benimsenecek yatırım ve teşvik politikalarında kaynakların en doğru olarak hangi ilçelere ve hangi

miktarlarla aktarılması gerektiği konusunda karar vericilere yol gösterici olması açısından büyük önem taşımaktadır.

5.2 Araştırmanın Kapsamı

Araştırma, 2000 yılındaki idari yapı esas alınarak İstanbul ili hudutları içerisinde yerleşke toplam 32 ilçesini kapsamaktadır. Tek bir bileşen içerisinde büyük ölçüde etkili olan gözlem(ler); her bir değişkene tek değişkenli tekniklerin uygulanması ile kolayca belirlenmekle beraber çok değişkenli veri içerisinde bu gözlemlerin belirlenmesi o kadar kolay değildir. Bu gözlemler ancak her bir değişken içerisindeki gözlemin diğer değişkenlerle olan ilişkisi birlikte düşünüldüğü zaman belirlenebilir.

Çalışmanın temelinde yer alacak konular eğitim, sağlık ve çevre hizmet alanları altında gerçekleştirilmiştir. Yerleşim birimlerinin mevcut gelişme düzeylerinin tespiti ve yer aldığı il sınırları içerisindeki diğer yerleşimlere kıyasla gelişmişlik düzeylerinin ölçülebilir ve karşılaştırılabilir göstergeler aracılığı ile saptanması; kamusal politikaların oluşturulması, gelişmenin yönlendirilmesi ile strateji ve planların hazırlanmasında önemli bir etki gösterecektir.

Sonuç olarak, araştırma İstanbul da 32 ilçe esas alınarak yapılmış, belirlene 3 hizmet alanında bu ilçeler verimlilik durumlarına göre sıralanmış ve geliştirmesi gereken girdi çıktı değerleri hedef değerleri ile gösterilmiştir.

5.3 Örneklem – Karar Verme Birimleri

Çalışmada analiz edilen karar verme birimleri (KVB), 32 ilçeden oluşmaktadır. Bazı ilçelere ait veri eksikliklerinin bulunması nedeniyle o verinin değeri 0 olarak alınmıştır.

5.4 Girdi ve Çıktılar

VZA’da kullanılacak girdi ve çıktıların seçimi, ilçelerin verimlilik karşılaştırmasında temel oluşturdukları için büyük önem arz etmektedir. Bunun sebebi, aynı ilçe için farklı bir girdi ve çıktı kümesinin, tamamen farklı bir verimlilik değeri ile sonuçlanabileceğidir. Bu nedenle girdi ve çıktılar büyük özenle seçilmelidir.

Çalışmanın temel olarak incelemeye alacağı 3 hizmet alanı vardır. Girdi ve çıktılar tanımlanırken her bir hizmet alanlarının altında ayrı ayrı tanımlanmıştır(Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 Uygulamada kullanılacak değişkenlerin hizmet alanlarına dağılımı

Sağlık	
<i>Girdi Göstergeleri</i>	<i>Çıktı Göstergeleri</i>
Km ² 'ye düşen kişi sayısı Sağlık kurumu sayısı Doktor sayısı Dişhekimisi sayısı Eczane sayısı Özel muayenehane sayısı Fiili yatak sayısı Poliklinik sayısı	Yatan hasta sayısı Taburcu kişi sayısı Ölen kişi sayısı Yatırılan gün Ameliyat sayısı Doğum sayısı
Eğitim	
<i>Girdi Göstergeleri</i>	<i>Çıktı Göstergeleri</i>
Km ² 'ye düşen kişi sayısı Kurum sayısı Derslik sayısı Öğretmen sayısı	Öğrenci sayısı
Çevre	
<i>Girdi Göstergeleri</i>	<i>Çıktı Göstergeleri</i>
Km ² 'ye düşen kişi sayısı Park sayısı Toplam alan	Kişi başına düşen yeşil alan miktarı

5.5 İlçeler Bazında Kaynak Kullanım Görece Verimliliğin Ölçülmesi

Verimlilik ölçümü için VZA çerçevesinde geliştirilmiş olan Girdi-Çıktı Odaklı CCR ve BCC modelleri, 32 ilçe için, katma değer sürecine uygulanmıştır. Girdi-odaklı olan modelin çıktı-odaklı olan modele göre tercih edilmesinin genel sebebi, girdi-odaklı olan modelin hedef fonksiyonunun mevcut girdileri minimize etmesidir. Mevcut çıktıyı en az girdiyle üretme amacına yönelik olan girdi-odaklı model, bu sebeple tasarruf yönelimli bir model olma özelliğini taşımaktadır. Bu özelliğinden dolayı da kamu sektöründe en çok tercih edilen VZA modeli olmuştur. Mevcut çalışmamızda her açıdan (Girdi-Çıktı Odaklı CCR ve BCC modelleri) inceleme gerçekleştirilmiştir.

Verilerin işlenmesi için kullanılan program EMS'dir. Bu program kullanılan diğer programlardan farklı olarak ücretsiz olmakla birlikte sadece veri analizi noktasında sonuçları üretmektedir. Program akademik çevrelerce de geniş ölçüde kabul görmüştür.

Çalışmanın analiz aşamasına geçilemeden önce incelenecek hizmet alanaları belirlenmiştir. Bu hizmet alanlarında hangi girdi ve çıktıların kullanacağı tanımlanmış ve belirlenen girdi çıktıları ilgili kamu kuruluşlarından talep edilmiştir. İstenilen her veriye ulaşılamamış ve gelen veriler üzerinden analiz yürütülmüştür.

İlk aşamada model, söz konusu girdiler ve çıktılarıyla, girdi-çıkıtı odaklı CCR modeli uygulanarak çözülmüştür. CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımını taşımaktadır. Öncelikle CCR modelinin tercih edilmesinin sebebi, sabit getiri varsayımı altında elde edilebilecek verimlilik değerlerinin, değişken getirili verimlilik değerlerine göre daha düşük çıkmasıdır. Daha gerçekçi ve fazla iyimser olmadan yapılacak bir analizin, ileriki çalışmalara ışık tutabilecek daha anlamlı sonuçlar doğuracağından hareketle, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı taşıyan CCR modeli benimsenmiş, değişken getirili girdi-çıkıtı odaklı BCC modelinin sonuçları ise ölçek verimliliğinin hesaplanması amacıyla kullanılmıştır.

Modelin sonuçlarını yorumlarken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, verimlilik sonuçlarının sadece göreceli verimlilik değerlerini yansıttığıdır.

Veri Zarflama Analizi Uygulaması analiz sonuçlarına göre bir ilçenin %100 verimli çıkması, sadece karşılaştırıldığı diğer ilçelere göre ve söz konusu girdi ve çıktılar çerçevesinde %100 verimliliği ifade etmektedir. Bu sonuç, söz konusu olan ilçenin kendi başına değerlendirildiğinde kaynak kullanımında %100 verimli olduğu anlamına gelmemektedir. Analiz sonuçlarının değerlendirildiği ilerleyen bölümlerde, verimlilik ve verimsizlik kavramları, görece verimlilik ve görece verimsizlik anlamında kullanılmaktadır.

5.5.1 Sağlık Hizmeti

Bu bölümde sağlık hizmeti alanı için ilçeler arasında karşılaştırma yapılmış, verimli ve verimsiz olan ilçeler belirlenmiş, verimsiz ilçeler için hedef değerler atanmıştır. Ayrıca verimli ve verimsiz ilçeler için girdi-çıkıtı kaynak kullanım durumları belirlenmiş ve verimlilik noktasında etkin olanlar belirtilmiştir. Sağlık hizmeti alanında Tuzla ilçesine ait verilere ulaşılamadığından değerlendirme dışında tutulmuştur. Ayrıca toplam poliklinik sayına özel muayenehane verileri eklenmemiştir. Kullanılan veri kümesi Ek A'da verilmiştir.

5.5.1.1 Sağlık Hizmet Alanında İlçelere göre Verimlilik Analizi

8 girdi ve 6 çıktı ile yapılan hesaplamalar sonucunda, 31 ilçe için girdi-çıkıtı odaklı ölçeğe

göre sabit getiri (CCR modeli) ve girdi-çıktı odaklı ölçeğe göre değişken getiri (BCC modeli) varsayımları altında CCR ve BCC verimlilikleri hesaplanmıştır. Burada CCR verimlilik değerleri, toplam (genel) teknik verimliliği, BCC verimlilik değerleri ise salt (lokal) teknik verimliliği vermektedir. Çalışmanın bulguları Çizelge 5.2’de verilmektedir:

Çizelge 5.2 Sağlık hizmeti alanında ilçeler arasındaki verimlilik düzeyleri

İLÇE	CCR Girdi	CCR Çıktı	BCC Girdi	BCC Çıktı
ADALAR	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
AVCILAR	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
BAĞCILAR	54.64%	183.02%	66.52%	179.75%
BAHÇELİEVLER	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
BAKIRKÖY	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
BAYRAMPAŞA	74.84%	133.62%	80.77%	128.28%
BEŞİKTAŞ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
BEYKOZ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
BEYOĞLU	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
BÜYÜKÇEKMECE	98.65%	101.37%	100.00%	100.00%
ÇATALCA	73.07%	136.85%	100.00%	100.00%
EMİNÖNÜ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ESENLER	53.07%	188.44%	95.12%	115.19%
EYÜP	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
FATİH	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
GAZİOSMANPAŞA	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
GÜNGÖREN	52.64%	189.98%	70.02%	180.68%
KADIKÖY	90.37%	110.66%	98.11%	101.68%
KAĞITHANE	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
KARTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
KÜÇÜKÇEKMECE	78.71%	127.06%	86.96%	119.76%
MALTEPE	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
PENDİK	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
SARIYER	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
SİLİVRİ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
SULTANBEYLİ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ŞİLE	15.91%	628.49%	100.00%	100.00%
ŞİŞLİ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ÜMRANİYE	58.47%	171.04%	62.24%	170.42%
ÜSKÜDAR	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ZEYTİNBURNU	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Çizelge 5.2’de, 0 ve 1 arasında olan verimlilik değerlerinin yüzde olarak eşdeğeridir. Görülmektedir ki BCC verimliliği, daha iyimser sonuçlar vermektedir. Daha gerçekçi olmak

adına CCR ve BCC verimlilik sonuçları esas alınmıştır. Çizelge 5.3’de verimlilik analizinin özet sonuçları görülmektedir:

Çizelge 5.3 CCR ve BCC modeli verimlilik sonuçları özeti

	CCR	BCC
Toplam İlçe sayısı	31	31
Verimli İlçe sayısı	21	24
Verimsiz İlçe sayısı	10	7
Ortalama Verimlilik	88.72%	95.48%
En düşük verimlilik	15.91%	62.24%
En yüksek verimlilik	100.00%	100.00%
Standart Sapma	0.2102507	0.106115
Verimsiz İlçe Ortalama değeri	65.04%	79.96%
Verimsiz İlçeler standart sapma	0.2352482	0.141559

8 girdi ve 6 çıktıdan oluşan katma değer üretim sürecinde, 31 ilçemizden 21 tanesi, girdileri çıktıya dönüştürmede diğer ilçelere göre %100,00 verimli bulunmuştur. Verimli olduğu tespit edilen 21 ilçe, katma değer üretim teknolojisinin verimlilik sınırı üzerinde yer almakta ve en iyi gözlem kümesini oluşturmaktadır. BCC modelinin sonuçlarında ise 31 ilçeden 24’ünün salt teknik verimliliğe sahip olduğu görülmektedir.

Daha önce de açıklandığı üzere Farrell, genel teknik verimliliğin (Toplam teknik verimlilik ya da CCR verimliliği olarak da adlandırılır), lokal teknik verimlilik (Salt teknik verimlilik ya da CCR verimliliği olarak da adlandırılır) ve ölçek verimliliği olmak üzere iki bileşeni olduğunu göstermiştir. ($GTV = LTV \times \ddot{O}V$) Buna göre, CCR verimlilik değerini bildiğimiz bir ilçe için ölçek verimliliğini basit bir bölme işlemi ile hesaplamak mümkündür. Çizelge 5.3’de, 31 ilçe için toplam verimlilik, salt teknik verimlilik ve ölçek verimliliği değerleri sıra ile yer almaktadır. Tablodan gözlemlenebileceği gibi, 21 ilçe ölçek verimliliğine sahiptir.

Bir ilin toplam teknik verimliliği kadar, ölçek verimliliği hakkında da bilgi sahibi olmakta yarar vardır. Çizelge 5.2’den de görülebileceği gibi, BCC-verimli ya da BCC-verimsiz olan ilçelerden CCR verimlilik sınırına uzak bulunan, yani CCR-verimsiz olan noktalar için ölçek verimsizliği söz konusu olmaktadır. Bu gibi noktalar, BCC verimlilik sınırının üzerinde ya da yakınlarında olmalarına rağmen, CCR verimlilik sınırına göre çok uzakta kalmalarından dolayı daha düşük toplam teknik verimlilik değerlerine sahiptirler. Lokal olarak BCC verimlilik sınırına göre incelendiğinde bu noktaların daha yüksek verimlilik değerlerine sahip oldukları, genel anlamda örneklem kümesinin tüm elemanlarına göre, yani CCR verimlilik

sınırına göre değerlendirildiklerinde ise daha düşük verimlilik değerlerine sahip oldukları gözlemlenmektedir.

Bunun sebebi, ölçek verimsizliği kavramı ile açıklanmaktadır. Ölçek verimsizliği, bir KVB'nin verimsizliğinin operasyonel sorunların yanı sıra, üretim sürecinde tercih ettiği, ya da birtakım dışsal unsurlar sebebiyle tercih etmek zorunda kaldığı ölçek büyüklüğünden kaynaklandığını söylemektedir. Ölçek verimsizliğine sahip olan bir KVB için tercih edilmiş olan ölçek büyüklüğü, ya ölçeğe göre artan getiri, ya da ölçeğe göre azalan getiri özelliğini taşımaktadır.

Ölçeğe göre artan getiri özelliğini taşıyan verimsiz bir KVB, sembolik olarak anlatılırsa, bir birim girdi ile bir birimden daha fazla çıktı üretebilecekken, bir birim çıktı üretmeyi tercih etmektedir. Bu demektir ki söz konusu olan KVB, bir birimden fazla çıktı üretilip büyüme ve gelişme potansiyelini sonuna kadar kullanabilecekken, birtakım dışsal nedenlerden dolayı (ki bu nedenler dezavantajlı coğrafi konum, iklim şartları, vb. şeklinde sıralanabilir) kapasitesinin altında üretmeyi tercih etmekte ve bu nedenden dolayı da verimsizliğini arttırmaktadır.

5.5.1.2 Verimsiz İlçeler için Başvuru Grupları ve İyileştirme Hedefleri

VZA, incelemeye alınan üretim teknolojisi çerçevesinde belirlenen göreceli olarak verimli KVB'ler ile bu KVB'lerin oluşturduğu verimlilik sınırını belirlemekte, daha sonra ise görece olarak verimsiz olan KVB'ler üzerinde birtakım yorumlar yapmaya imkan sağlamaktadır. Göreceli olarak verimsiz olan her bir KVB için verimliliğin iyileştirilebileceği varsayımı mevcuttur ve verimsiz bir KVB'nin bunu yapabilmesi için, yani verimlilik sınırı üzerinde yer alabilmesi için, daha az oranda tüketmesi gereken girdi miktarları ile daha fazla üretmesi gereken çıktı miktarları, yöntemin bize sağladığı bulgular arasında yer alır. Verimsiz KVB'lerin girdi ve çıktılarını ne derecede ve hangi miktarlarda verimsiz kullandığı sorusunun yanıtı, verimli KVB'ler ile karşılaştırılma sonucu, en iyi gözlem kümesinde yer alan KVB'lerden en uygunlarının bir bileşimi (ağırlıklı bileşimi) hesaplanarak verilmektedir. İşte her bir verimsiz birim için ulaşabileceği hedefleri göstermeyi sağlamak için, verimlilik sınırında yer alan ve “sanal bir üretici” oluşturmak üzere verinin kendisinden çıkarılan ağırlıklar yardımıyla birleştirilerek hesaplamalara dahil edilen verimli KVB'lerden, incelenen verimsiz KVB'ye en benzer özellikler (girdi ve çıktı gözlemleri açısından) taşıyanlar, başvuru grubunu oluştururlar. Her bir verimsiz KVB'nin başvuru grubundaki birimlerin tümünün

verimlilik değeri 1'e eşittir. (Bu çalışmada verimlilik değerleri yüzde ile ifade edildiği için 100,00'e eşittir.)

Bu çalışmada, her bir verimsiz ilçe için başvuru grubunu oluşturan verimli ilçeler ve bu ilçelerin kullandıkları girdi miktarları ile ürettikleri çıktının verimsiz olan ilçe ile karşılaştırılması, ayrıca verimsiz ilçe girdi çıktı değerleri için hedef girdi çıktı değerleri ve verimlilik değerine girdi çıktılarına ilişkin yüzdelik değerleri sadece irdelenen örnekler için çalışma içerisinde sunulmuştur.

VZA'nın verimsiz ilçeler için üretebileceği yorumlara bir örnek teşkil etmesi açısından Şile ilçesinin analiz sonuçları ele alınabilir. Çizelge 5.2'den de görüleceği üzere CCR girdi odaklı model için verimlilik değeri 15,91% ile düşük bir değere sahiptir. Çizelge 5.4 girdi değerleri için yapılması gereken iyileştirmeleri göstermektedir.

Çizelge 5.4 Şile ilçesinin sağlık hizmet alanında CCR girdi modelinin girdi hedefleri

CCR Girdi odaklı	Yoğunluk {I}	Sağlık Kurumu sayısı {I}	Doktor sayısı {I}	Dişhekimisi sayısı {I}	Eczane sayısı {I}	Özel Muayenehane sayısı {I}	Fiili Yatak Sayısı {I}	Poliklinik Sayısı {I}
Şile	36	1	24	7	100	74	25	45049
Şile hedef	5,7276	0,0791	3,4984	0,5337	1,05	1,6834	3,9775	4660,876

Çizelge 5.4'den de görüleceği gibi $5,7276 \times 903 = 5172$ nüfusa düşürüldüğünde, 24 doktor yerine 4 doktor, 7 diş hekimi yerine 1 diş hekimi, 100 eczane yerine 1 eczane 74 özel muayenehane yerine 2 özel muayenehane 25 fiili yatak yerine 4 fiili yatak, 45049 poliklinik sayısı yerine 4661 poliklinik kullanıldığında ve çıktılarda da yatan hasta sayısını 133'den 266'ya, 130 taburcu yerine 260 taburcu yapıldığında, ameliyat sayısını 35'den 110'a ve doğum sayısı 21'den 36'ya çıkarıldığında diğer ilçelerle aynı verimlilik düzeyinde olacağı Çizelge 5.5'de görülmektedir.

Çizelge 5.5 Şile ilçesinin sağlık hizmet alanında CCR girdi modelinin çıktı hedefleri

CCR Girdi odaklı	Yatan Hasta {O}	Taburcu {O}	Ölen {O}	Yatırılan Gün {O}	Ameliyat Sayısı {O}	Doğum Sayısı {O}
Şile	133	130	3	795	35	21
Şile hedef	265,29	260,4	3	795	109,95	36,25

Bu tür çıktıların sağlanması için sağlık hizmet alanında personel kapasitesi ve teknolojik kapasitenin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca verimliliğe etki noktasında 0 değerine sahip olan (girdi değerlerinde: sağlık kurumları, doktor sayısı, dişhekimisi sayısı, eczane sayısı, özel muayenehane sayısı, fiili yatak sayısı, poliklinik sayısı çıktı değerlerinde: yatan hasta,

taburcu, ölen, yatırılan gün, doğum sayısı) değişkenleri göreceli olarak iyi değerlendirilemeyen bu kaynaklar, Şile ilçesinin verimsiz çıkmasının temel sebebi durumundadır. Bu kaynakların verimlilik değerlendirmesinde aldığı ağırlık 0'dır.

Aynı durum CCR modelinin çıktı odaklı yaklaşımıyla incelendiğinde girdi değerleri için oluşan sonuçlar Çizelge 5.6'da sunulmuştur.

Çizelge 5.6 Şile ilçesinin sağlık hizmet alanında CCR girdi değerleri için hedefleri

CCR çıktı odaklı	Yoğunluk {I}	Sağlık Kurumu sayısı {I}	Doktor sayısı {I}	Dişhekimisi sayısı {I}	Eczane sayısı {I}	Özel Muayenehane sayısı {I}	Fiili Yatak Sayısı {I}	Poliklinik Sayısı {I}
Şile	36	1	24	7	100	74	25	45049
Şile hedef	36	0,5	22,01	3,37	6,61	10,58	25	29296,47

Çizelge 5.6'da da görüldüğü üzere yoğunluk, sağlık kurumu ve fiili yatak sayısı sabit tutulup, doktor sayısı 24'den 22'ye, diş hekimisi sayısı 24'den 22'ye, eczane sayısı 100'den 7'ye, özel muayenehane sayısı 74'den 11'e ve poliklinik sayısı 45049'dan 29297'ye düşürüldüğünde ve Çizelge 5.7'de de görüldüğü üzere çıktı değişkenlerinde yatan hasta sayısı 133'den 1667'ye, tabur edilen hasta sayısı 130'dan 1636'ya, ölen hasta sayısı 3'den 19'a yatırılan gün sayısı 795'den 4997'ye, yapılan ameliyat sayısı 35'den 691'e ve gerçekleştirilen doğum sayısında 21'den 228'e çıkarıldığında referans grubundaki ilçelerle aynı verimlilik düzeyinde olacakları görülmektedir.

Çizelge 5.7 Şile ilçesinin sağlık hizmet alanında CCR çıktı değerleri için hedefleri

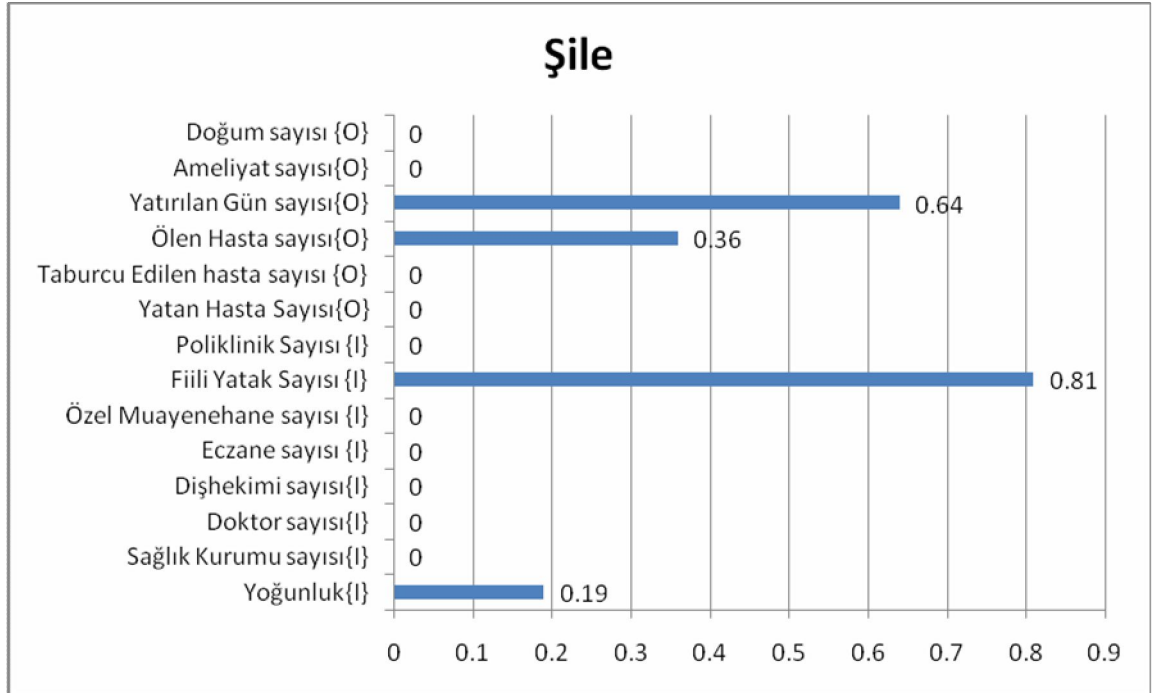
CCR çıktı odaklı	Yatan Hasta sayısı {O}	Taburcu Edilen Hasta Sayısı {O}	Ölen Kişi Sayısı {O}	Yatırılan Gün Sayısı {O}	Ameliyat Sayısı {O}	Doğum Sayısı {O}
Şile	133	130	3	795	35	21
Şile hedef	1667,302	1636,577	18,8547	4996,496	691,0515	227,8029

Ayrıca verimliliğe etki noktasında 0 değerine sahip olan (girdi değerlerinde: sağlık kurumları, doktor sayısı, dişhekimisi sayısı, eczane sayısı, özel muayenehane sayısı, poliklinik sayısı çıktı değerlerinde: yatan hasta, taburcu, ameliyat sayısı, doğum sayısı) değişkenleri göreceli olarak iyi değerlendirilemeyen bu kaynaklar, Şile ilçesinin verimsiz çıkmasının temel sebebi durumundadır. Bu kaynakların verimlilik değerlendirmesinde aldığı ağırlık 0'dır.

Şile ilçesi, her iki durum içinde sayılan kaynakları iyi değerlendiremediği ve çıktıya dönüştürebileceğinden fazla miktarına sahip olduğu için, fazladan bulunan bu kaynakların ilçe için bir değeri yoktur. Dualite teorisi çerçevesinde bir açıklama getirilecek olursa, bu

kaynakların gölge fiyatları 0'a eşittir. Pareto-Koopmans Verimliliği'nin tanımından ve dualite teorisinin tamamlayıcılık ilkesinden yola çıkılarak, bu kaynakların verimlilik tespitindeki ağırlıklarının 0 olmasından dolayı yarattıkları fazlalık vardır. Bu fazlalık da Şile için söz konusu kaynaklarda verimsizliği ifade etmektedir.

Şile'nin referans gruplarıda Bakırköy, Silivri ve Üsküdar'dır. Bunlara ait λ değerleri ise sırasıyla girdi odaklı için 0.0002, 0.0252 ve 0.0001 ve çıktı odaklı içinde 0.011, 0.1584 ve 0.0009'dur.



Şekil 5.1 Şile ilçesinin kaynaklarını kullanım etkinlik düzeyi

Şekil 5.1'de, Şile ilçesinin kullandığı girdi ve çıktıların verimliliğe olan katkıları görülmektedir. Şile ilçesi, yoğunluk düzeyini ve fiili yatak sayısını diğer ilçelere göre verimli kullanabilmektedir. Kaynak kullanım durumu CCR modelinin girdi ve çıktı odaklı durumları farklılık göstermemektedir. Bu girdiler, yukarıdaki 0 ağırlık (0 gölge fiyat) alan ve fazlalık gösteren girdilerin aksine, pozitif ağırlıklar alan ve katma değer üretiminde değeri ve önemi olan girdilerdir. Bu sebeple bu girdiler verimlilik değerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Şekilde bu girdilerin verimliliğe olan toplam katkıları, anlaşılma ve yorumlanma kolaylığı açısından, toplamaları 100,00 olacak şekilde normalize edilmiştir. Buna göre, Şile'nin katma değer üretim sürecinde verimliliğinin maksimize edilebilmesi için, sahip olduğu yoğunluk

düzeyi için 19%, fiili yatak sayısı ise 81% toplam katkı sağlamışlardır.

Verimlilik hesaplamasında aldıkları pozitif ağırlıklarla bu girdiler, Şile ilçesinin güçlü yanlarını oluşturmaktadır. Şile ilçesi ulaştığı 15,91%'lik verimlilik seviyesine, bu kaynakları diğer ilçelere göre daha iyi değerlendirebilmesi sonucu ulaşmıştır. Bu verimlilik seviyesine ulaşmasını (ki bu seviye, Şile'nin mevcut girdi ve çıktı kombinasyonu ile ulaşabileceği maksimum verimlilik seviyesidir), bu kaynaklara verdiği değerle sağlayabilmektedir.

Şile ilçesinin girdilerindeki fazlalıklar ve çıktı seviyesindeki eksiklik tespit edilirken, başvuru grubundaki ilçelerin (Bakırköy, Silivri ve Üsküdar'dır) girdi ve çıktı seviyelerinden faydalanılmıştır.

Şile ilçesinin başvuru grubuna bu ilçelerin dahil olmasının nedeni, teorik olarak iki farklı yolla açıklanabilir:

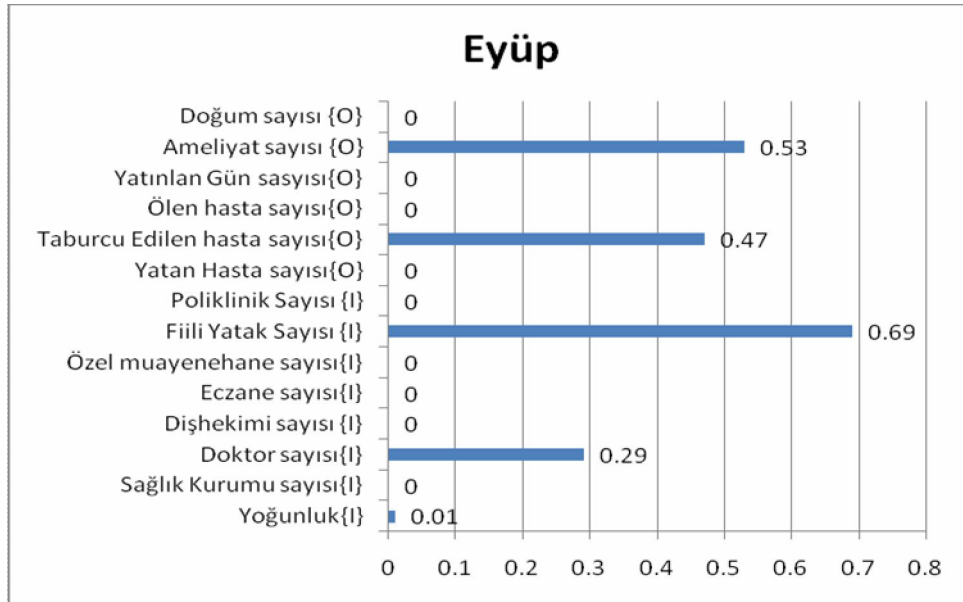
1. Şile ilçesinin verimliliğini maksimize etmek üzere (yani en az mevcut çıktı seviyesini garantileyerek girdilerini minimize etmek üzere) CCR girdi-odaklı optimizasyon modeli çözülürken, optimal çözüm bulunduğunda (yani Şile ilçesi, mevcut girdi ve çıktı bileşimi ile sahip olabileceği en yüksek verimlilik değerine ulaşınca) diğer ilçelerin verimliliklerinin 0 ile 1 arasında sınırlandırıldığı kısıtlar arasında, başvuru grubuna dahil olan ilçelere ait olan kısıtların sınırlayıcı kısıtlar (yani optimal değeri 1'e eşit olan kısıtlar) olduğu görülür. Bu demektir ki, Şile ilçesinin verimlilik değeri, başvuru grubuna dahil olan bu ilçelerin varlığı sebebiyle sınırlandırılmakta Şile ilçesinin verimlilik değerini, gerçekleştirilebilir çözüm kümesi bu ilçelerle sınırlandırıldığından dolayı en fazla optimal verimlilik değeri olan %15,91'e ulaşabilmektedir. Diğer bir ifadeyle, Şile ilçesinin verimlilik değerini maksimize eden ağırlıklar, Bakırköy, Silivri ve Üsküdar ilçelerinin verimlilik değerlerini %100,00'e eşitlemektedir. Bu sebeple bu ilçeler, Şile ilçesine iyileştirmeler konusunda örnek oluşturabilecek başvuru grubunu oluşturmaktadır.

2. Yukarıdaki teorik çerçeve dahilinde, 8 girdi ve 6 çıktıdan oluşan çok boyutlu bir uzayda, her bir ilçenin her bir girdisinin çıktı başına düşen değeri 8 boyutlu bir koordinat sistemine işlenirse, ortaya çıkan çok boyutlu resimde, Bakırköy, Silivri ve Üsküdar ilçelerinin verimlilik sınır hiper-düzlemine dahil noktalar olduğu ve Şile ilçesinin bu düzleme dahil olmayan bir nokta olup, bu düzleme en yakın olarak, Bakırköy, Silivri ve Üsküdar ilçelerinin bulunduğu tarafta yer aldığı düşünülebilir.

Aynı durum BCC girdi ve çıktı odaklı modelinde incelendiğinde 100% verimlilik düzeyine sahiptir ve hedef değerlerinde herhangi değişikliğe gerek yoktur.

5.5.1.3 Görece Olarak Verimli Olan İlçelerin Analizi

VZA sonucunda %100,00 verimli çıkan ilçeler Çizelge 5.2’de görülmektedir. Verimli ilçeler, diğer ilçelere göre kaynaklarını %100,00 verimli kullanmaktadırlar. Çizelge 5.2’de görece verimliliğe sahip ilçelerin, %100,00 verimliliğe ulaşmak için hangi kaynaklarını en iyi değerlendirebildiklerini göstermektedir. Verimlilik hesaplanması sırasında bu kaynakların ağırlıkları (yani gölge fiyatları) 0’dan farklı bir değer almakta ve verimliliğe doğrudan katkıda bulunmaktadır.



Şekil 5.2 Eyüp ilçesinin CCR ve BCC modelleri için kaynaklarını kullanım etkinlik düzeyi

Şekil 5.2’de verimli olan ilçelerden Eyüp ilçesinin verimlilik değerini 100%’e çıkartmak için hangi kaynakları ne kadar kullandığı görülmektedir. Girdilerinden yoğunluğu 1%, doktor sayısını 29% ve fiili yatak sayısını 70% oranında etkin kullanmaktadır. Eyüp ilçesinin verimlilik düzeyinin 100% olmasında yukarıda bahsedilen girdileri etkin kullanmasıyla alakalıdır. Ayrıca çıktılarında taburcu edilen hasta sayısı 47% ve ameliyat sayısında 53% değeri ile diğer ilçelere nazaran etkin kullanım sağlamaktadır.

Eyüp ilçesi için, yukarıda sıralanan girdileri kullanmada gösterdiği başarı, Eyüp’ün diğer ilçelere göre güçlü yanını ortaya çıkarmaktadır. Bu girdilerin verimli kullanılması, Eyüp’ün

görece olarak rekabet edebilirliğini güçlendiren girdilerdir.

Sonuç olarak denilebilir ki, görece olarak verimsiz çıkan ilçeler, verimsiz kullandıkları kaynakların kullanımını hedeflenmiş oranlar dahilinde indirerek ya da görece olarak daha verimli kullandıkları kaynakların kullanımını arttırarak diğer ilçelerle rekabet edebilme becerilerini geliştirebilir. Verimli olan ilçeler ise, rekabetçi yapılarının korunabilmesi için, kullanımında en başarılı oldukları kaynaklar açısından desteklenebilir.

5.5.2 Eğitim Hizmeti

Bu bölümde eğitim hizmeti alanı için ilçeler arasında karşılaştırma yapılmış, verimli ve verimsiz olan ilçeler belirlenmiş, verimsiz ilçeler için hedef değerler atanmıştır. Ayrıca verimli ve verimsiz ilçeler için girdi-çıktı kaynak kullanım durumları belirlenmiş ve verimlilik noktasında etkin olanlar belirtilmiştir. Adalar ilçesi analizde sapmalara neden olduğu için değerlendirmeye tabi tutulmamıştır. Kullanılan veri kümesi Ek B’de verilmiştir.

5.5.2.1 Eğitim Hizmet Alanında İlçelere göre Verimlilik Analizi

4 girdi ve 1 çıktı ile yapılan hesaplamalar sonucunda, 31 ilçe için girdi-çıktı odaklı ölçeğe göre sabit getiri (CCR modeli) ve girdi-çıktı odaklı ölçeğe göre değişken getiri (BCC modeli) varsayımları altında CCR ve BCC verimlilikleri hesaplanmıştır. Burada CCR verimlilik değerleri, toplam (genel) teknik verimliliği, BCC verimlilik değerleri ise salt teknik verimliliği vermektedir. Çalışmanın bulguları Çizelge 5.8’de verilmiştir:

Çizelge 5.8 Eğitim hizmet alanında ilçeler arasındaki verimlilik düzeyleri

İLÇE	CCR Girdi	CCR Çıktı	BCC Girdi	BCC Çıktı
AVCILAR	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
BAĞCILAR	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
BAHÇELİEVLER	74.63%	133.99%	86.29%	103.96%
BAKIRKÖY	64.99%	153.86%	65.38%	151.90%
BAYRAMPAŞA	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
BEŞİKTAŞ	56.25%	177.78%	56.61%	173.27%
BEYKOZ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
BEYOĞLU	47.16%	212.05%	47.33%	200.06%
BÜYÜKÇEKMECE	81.01%	123.44%	100.00%	100.00%
ÇATALCA	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
EMİNÖNÜ	84.64%	118.15%	86.80%	116.26%
ESENLER	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
EYÜP	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

İLÇE	CCR Girdi	CCR Çıktı	BCC Girdi	BCC Çıktı
FATİH	65.47%	152.74%	66.89%	139.25%
GAZİOSMANPAŞA	96.24%	103.91%	96.71%	102.68%
GÜNGÖREN	80.12%	124.82%	80.37%	121.66%
KADIKÖY	59.19%	168.94%	82.92%	103.19%
KAĞITHANE	68.88%	145.19%	69.44%	143.49%
KARTAL	79.37%	126.00%	88.63%	105.75%
KÜÇÜKÇEKMECE	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
MALTEPE	73.12%	136.77%	73.37%	131.90%
PENDİK	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
SARIYER	59.84%	167.10%	59.86%	148.84%
SİLİVRİ	87.87%	113.81%	88.11%	113.77%
SULTANBEYLİ	83.99%	119.06%	86.89%	115.96%
ŞİLE	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ŞİŞLİ	77.84%	128.46%	78.11%	120.73%
TUZLA	80.68%	123.95%	84.02%	120.66%
ÜMRANİYE	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ÜSKÜDAR	77.01%	129.85%	100.00%	100.00%
ZEYTİNBURNU	71.23%	140.40%	72.49%	139.81%

Çizelge 5.8’de, 0 ve 1 arasında olan verimlilik değerlerinin yüzde olarak eşdeğeridir. Görülmektedir ki BCC verimliliği, daha iyimser sonuçlar vermektedir. Daha gerçekçi olmak adına CCR ve BCC verimlilik sonuçları esas alınmıştır. Aşağıda, verimlilik analizinin özet sonuçları Çizelge 5.9’da görülmektedir:

Çizelge 5.9 CCR ve BCC modeli verimlilik sonuçları özeti

	CCR	BCC
Toplam İlçe sayısı	31	31
Verimli İlçe sayısı	10	13
Verimsiz İlçe sayısı	21	18
Ortalama verimlilik	82.89%	86.14%
En düşük verimlilik	47.16%	47.33%
En yüksek verimlilik	100,00%	100,00%
Standart sapma	0.16037	0.15526
Verimsiz İlçe ortalama değeri	73.48%	78.51%
Verimsiz İlçe standart sapma	0.11971	0.14426

4 girdi ve 1 çıktıdan oluşan katma değer üretim sürecinde, 31 ilçemizden 10 tanesi, girdileri çıktıya dönüştürmede diğer ilçelere göre 100% verimli bulunmuştur. Verimli olduğu tespit edilen 10 ilçe, katma değer üretim teknolojisinin verimlilik sınırı üzerinde yer almakta ve en iyi gözlem kümesini oluşturmaktadır. BCC modelinin sonuçlarında ise 31 ilçeden 13’ünün salt teknik verimliliğe sahip olduğu görülmektedir.

5.5.2.2 Verimsiz İlçeler için Başvuru Grupları ve İyileştirme Hedefleri

Bu çalışmada, her bir verimsiz ilçe için başvuru grubunu oluşturan verimli ilçeler ve bu ilçelerin kullandıkları girdi miktarları ile ürettikleri çıktının verimsiz olan ilçe ile karşılaştırılması, ayrıca verimsiz ilçe girdi çıktı değerleri için hedef girdi çıktı değerleri ve verimlilik değerine girdi çıktılarına ilişkin yüzdelik değerleri Çizelge 5.8’de görülebilir.

VZA’nın verimsiz ilçeler için üretebileceği yorumlara bir örnek teşkil etmesi açısından Bakırköy ilçesinin analiz sonuçları ele alınabilir. Çizelge 5.8’den de görüleceği üzere CCR girdi odaklı model için verimlilik değeri 64.99% ile yüksek bir değere sahiptir. Çizelge 5.10 girdi ve çıktı değerleri için yapılması gereken iyileştirmeleri göstermektedir.

Çizelge 5.10 Bakırköy ilçesinin eğitim hizmet alanında CCR girdi modeli için girdi-çıkıtı hedefleri

CCR-girdi	Yoğunluk {I}	Kurum sayısı {I}	Derslik sayısı {I}	Öğretmen sayısı {I}	Öğrenci sayısı {O}
Bakırköy	6512	25	543	935	16140
Bakırköy hedef	4232,149	15,9775	352,8957	607,6565	16140

Çizelge 5.10’da da görüleceği üzere girdi değerlerinde, yoğunluk değeri 6512’den 4232’ye, 25 olan eğitim kurumu sayısı 16’ya, 543 dolan derslik sayısı 353’e, 935 olan öğretmen sayısı 608’e düşürüldüğünde ve çıktı değerinde ise öğrenci sayısı sabit tutulduğunda 100% verimliliğe ulaşılmış olacaktır.

CCR çıktı odaklı model için verimlilik değeri 153.86% ile 100%’e yakınlık noktasında yüksek bir değere sahiptir. Çizelge 5.11 girdi ve çıktı değerleri için yapılması gereken iyileştirmeleri göstermektedir.

Çizelge 5.11 Bakırköy ilçesinin eğitim hizmet alanında CCR çıktı modeli için girdi-çıkıtı hedefleri

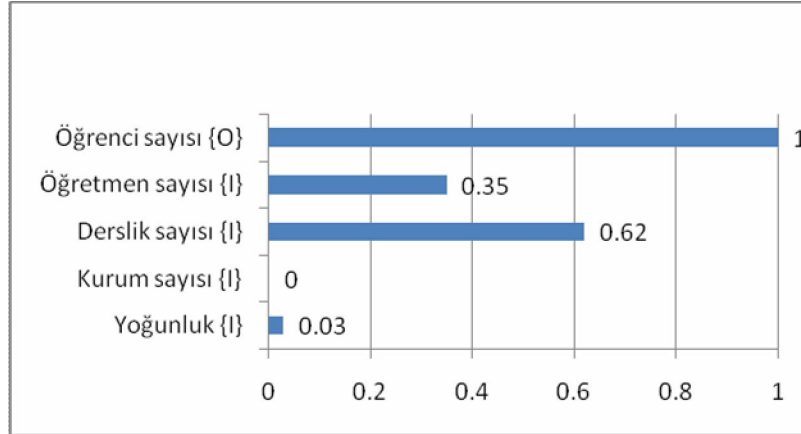
CCR çıktı	Yoğunluk {I}	Kurum sayısı {I}	Derslik sayısı {I}	Öğretmen sayısı {I}	Öğrenci sayısı {O}
Bakırköy	6512	25	543	935	16140
Bakırköy hedef	6512	24,59	543	935	24833

Girdi değerlerinden yoğunluk değeri, derslik sayısı, öğretmen sayısı ve kurum sayısı sabit tutularak çıktı değerinde ise 16140 olan öğrenci sayısı 24833 değerine artırılarak 100% verimlilik değerine ulaşılmış olacaktır.

Ayrıca verimliliğe etki noktasında 0 değerine sahip olan (girdi değerlerinde: kurum sayısı)

değişkenleri göreceli olarak iyi değerlendirilemeyen bu kaynaklar, Bakırköy ilçesinin verimsiz çıkmasının temel sebebi durumundadır. Bu kaynağın verimlilik değerlendirmesinde aldığı ağırlık 0'dır. CCR girdi çıktı durumları için aynı özelliklere sahiptir.

Bakırköy'ün referans grupları Bağcılar, Küçükçekmece ve Pendik'tir. Bunlara ait λ değerleri ise sırasıyla girdi odaklı için 0.04, 0.46, 0.23 ve çıktı odaklı içinde 0.06, 0.71 , 0.36'dur.



Şekil 5.3 Bakırköy ilçesinin CCR girdi-çıkı modelleri için kaynak kullanımı etkinlik düzeyi

Şekil 5.3'de, Bakırköy ilçesinin kullandığı girdi ve çıktıların verimliliğe olan katkıları görülmektedir. Bakırköy ilçesi, yoğunluk düzeyini, derslik sayısı ve öğretmen sayısını diğer ilçelere göre verimli kullanabilmektedir. Bu girdiler, yukarıdaki 0 ağırlık alan ve fazlalık gösteren girdilerin aksine, pozitif ağırlıklar alan ve katma değer üretiminde değeri ve önemi olan girdilerdir. Bu sebeple bu girdiler verimlilik değerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Buna göre, Bakırköy'ün katma değer üretim sürecinde verimliliğinin maksimize edilebilmesi için, sahip olduğu yoğunluk düzeyi için 3%, derslik sayısı için 62% ve öğretmen sayısı için 35% toplam katkı sağlamışlardır.

BCC girdi odaklı model için verimlilik değeri 65.38% ile yüksek bir değere sahiptir. Çizelge 5.12 girdi ve çıktı değerleri için yapılması gereken iyileştirmeleri göstermektedir.

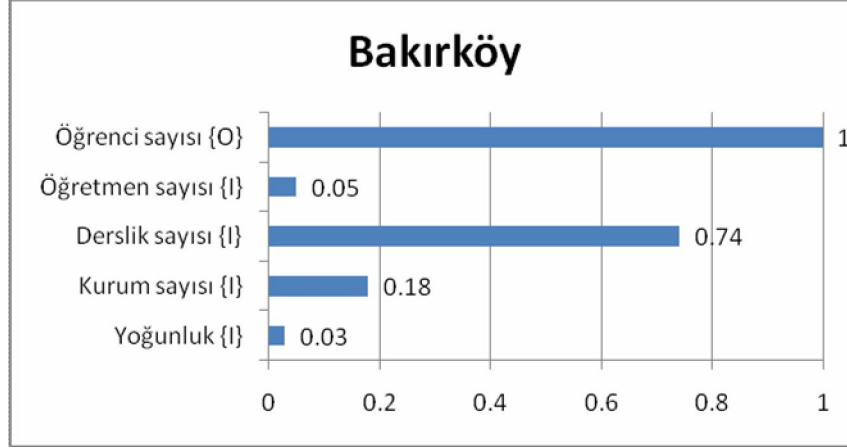
Çizelge 5.12 Bakırköy ilçesinin eğitim hizmet alanında BCC girdi modeli için girdi-çıkı hedefleri

BCC girdi	Yoğunluk {I}	Kurum sayısı {I}	Derslik sayısı {I}	Öğretmen sayısı {I}	Öğrenci sayısı {O}
Bakırköy	6512	25	543	935	16140
Bakırköy hedef	4257,546	16,345	355,0134	611,303	16140

100% verimlilik düzeyine ulaşılması için girdi değerlerinde yoğunluk değerini 6512'den

4258'e, kurum sayısını 25'den 16'ya, 543 olan derslik sayısını 355'e, 935 olan öğretmen sayısını 611'e düşürülmeli ve çıktı değerinde ise herhangi bir değişiklik yapmaya gerek kalmamaktadır.

Ayrıca verimliliğe etki noktasında 0 değerine sahip olan herhangi bir değişken bulunmamaktadır. BCC girdi odaklı durum için kaynaklarını daha etkin kullanmalıdır.



Şekil 5.4 Bakırköy ilçesinin BCC girdi modeli için kaynak kullanımı etkinlik düzeyi

Bakırköy'ün referans grupları Bağcılar, Bayrampaşa, Beykoz, Küçükçekmece, Pendik ve Şile'dir. Bunlara ait λ değerleri ise girdi odaklı için sırasıyla 0.05, 0.01, 0.44, 0.24, 0.27'dir.

Şekil 5.4'de, Bakırköy ilçesinin kullandığı girdi ve çıktıların verimliliğe olan katkıları görülmektedir. Bakırköy ilçesi, öğrenci sayısını, öğretmen sayısını, derslik sayısını ve kurum sayısını diğer ilçelere göre verimli kullanabilmektedir. Şekilde bu girdilerin verimliliğe olan toplam katkıları, anlaşılma ve yorumlanma kolaylığı açısından, toplamaları 1 olacak şekilde normalize edilmiştir. Buna göre, Bakırköy'ün katma değer üretim sürecinde verimliliğinin maksimize edilebilmesi için, sahip olduğu öğretmen sayısını için 5%, derslik sayısını 74%, yoğunluk değerini 3% ve kurum sayısını toplam 18% katkı sağlamışlardır.

Verimlilik hesaplamasında aldıkları pozitif ağırlıklarla bu girdiler, Bakırköy ilçesinin güçlü yanlarını oluşturmaktadır. Bakırköy ilçesi ulaştığı 65.38%'lik verimlilik seviyesine, bu kaynakları diğer ilçelere göre daha iyi değerlendirebilmesi sonucu ulaşmıştır. Bu verimlilik seviyesine ulaşmasını bu kaynaklara verdiği değerle sağlayabilmektedir.

Bakırköy ilçesinin girdilerindeki fazlalıklar ve çıktı seviyesindeki eksiklik tespit edilirken, başvuru grubundaki ilçelerin (Bağcılar, Bayrampaşa, Beykoz, Küçükçekmece, Pendik ve Şile)

girdi ve çıktı seviyelerinden faydalanılmıştır.

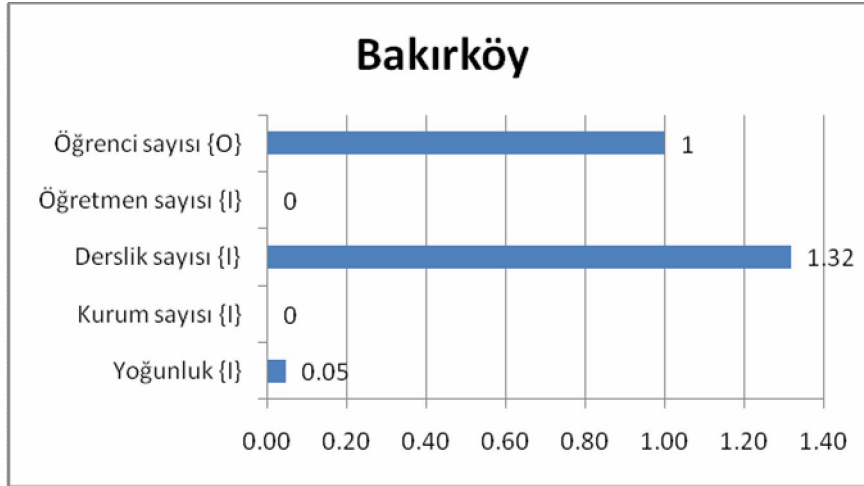
BCC çıktı odaklı model için verimlilik değeri 151.90%, 100%'e yaklaşma noktasında yüksek bir değere sahiptir. Çizelge 5.13 girdi ve çıktı değerleri için yapılması gereken iyileştirmeleri göstermektedir.

Çizelge 5.13 Bakırköy ilçesinin eğitim hizmet alanında BCC çıktı modeli için girdi-çıkıtı hedefleri

BCC çıktı	Yoğunluk {I}	Kurum sayısı {I}	Derslik sayısı {I}	Öğretmen sayısı {I}	Öğrenci sayısı {O}
Bakırköy	6512	25	543	935	16140
Bakırköy hedef	6512	22,74	543	900,67	24516,66

100% verimlilik düzeyine ulaşılması için girdi değerlerinde yoğunluk değeri ve derslik sayısında herhangi bir değişiklik yapmadan kurum sayısını 25'den 23'e, öğretmen sayısını 935'den 901'e düşürülmesi gerekmektedir. Çıktı değeri içinde 161440 olan öğrenci sayısının 24517'ye çıkarılması gerekmektedir.

Bakırköy'ün referans grupları Bağcılar, Küçükçekmece ve Pendik'tir. Bunlara ait λ değerleri ise sırasıyla girdi odaklı için 0.05, 0.93, 0.02'dir.



Şekil 5.5 Bakırköy ilçesinin BCC çıktı modeli için kaynak kullanımı etkinlik düzeyi

Şekil 5.5'de, Bakırköy ilçesinin kullandığı girdi ve çıktıların verimliliğe olan katkıları görülmektedir. Bakırköy ilçesi, yoğunluk ve derslik sayısını diğer ilçelere göre verimli kullanabilmektedir. Şekilde bu girdilerin verimliliğe olan toplam katkıları, anlaşılma ve yorumlanma kolaylığı açısından, toplamaları 1 olacak şekilde normalize edilmiştir. Buna göre, Bakırköy'ün katma değer üretim sürecinde verimliliğinin maksimize edilebilmesi için, sahip

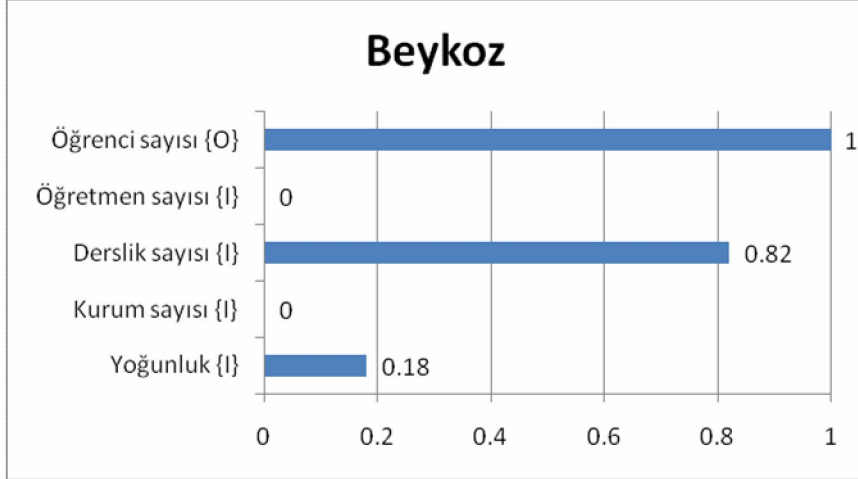
olduğu yoğunluk değeri 5%, derslik sayısı ise 132% katkı sağlamıştır.

Verimlilik hesaplamasında aldıkları pozitif ağırlıklarla bu girdiler, Bakırköy ilçesinin güçlü yanlarını oluşturmaktadır. Bakırköy ilçesi ulaştığı 151.90%'lık verimlilik seviyesine, bu kaynakları diğer ilçelere göre daha iyi değerlendirebilmesi sonucu ulaşmıştır. Bu verimlilik seviyesine ulaşmasını bu kaynaklara verdiği değerle sağlayabilmektedir.

Bakırköy ilçesinin girdilerindeki fazlalıklar ve çıktı seviyesindeki eksiklik tespit edilirken, başvuru grubundaki ilçelerin (Bağcılar, Küçükçekmece ve Pendik) girdi ve çıktı seviyelerinden faydalanılmıştır.

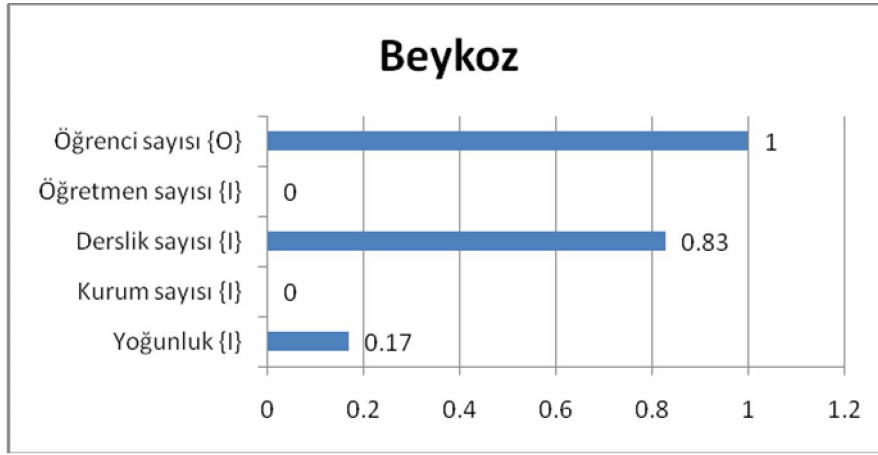
5.5.2.3 Görece Olarak Verimli Olan İlçelerin Analizi

VZA sonucunda %100,00 verimli çıkan ilçeler Çizelge 5.7'de görülmektedir. Verimli ilçeler, diğer ilçelere göre kaynaklarını verimli kullanmaktadırlar. Çizelge 5.7'de görece verimliliğe sahip ilçelerin hangi kaynaklarını en iyi değerlendirebildiklerini göstermektedir. Verimlilik hesaplanması sırasında bu kaynakların ağırlıkları (yani gölge fiyatları) 0'dan farklı bir değer almakta ve verimliliğe doğrudan katkıda bulunmaktadır.



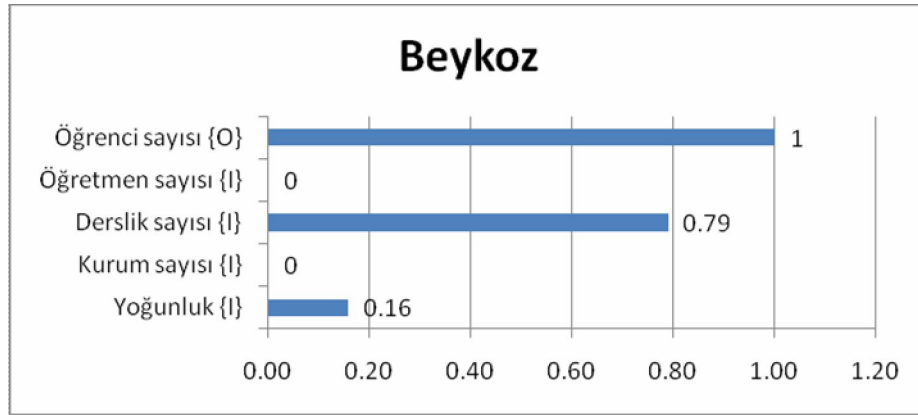
Şekil 5.6 Beykoz ilçesinin CCR girdi-çıkıtlı modelleri için kaynak kullanımı etkinlik düzeyi

Şekil 5.6'da verimli olan ilçelerden Beykoz ilçesinin verimlilik değerini 100%'e çıkartmak için hangi kaynakları ne kadar kullandığı görülmektedir. CCR'nin girdi ve çıktı modelleri için girdilerinden, yoğunluğu 18% ve derslik sayısını 82% oranında etkin kullanmaktadır. Beykoz ilçesinin verimlilik düzeyinin 100% olmasında bahsedilen girdileri etkin kullanması etkili olmuştur.



Şekil 5.7 Bakırköy ilçesinin BCC girdi modeli için kaynak kullanımı etkinlik düzeyi

Şekil 5.7’de verimli olan ilçelerden Beykoz ilçesinin verimlilik değerini 100%’e çıkartmak için hangi kaynakları ne kadar kullandığı görülmektedir. BCC’nin girdi modeli için girdilerinden yoğunluğu 17% ve derslik sayısını 83% oranında etkin kullanmaktadır. Beykoz ilçesinin verimlilik düzeyinin 100% olmasında yukarıda bahsedilen girdileri etkin kullanmasıyla alakalıdır.



Şekil 5.8 Bakırköy ilçesinin BCC çıktı modeli için kaynak kullanımı etkinlik düzeyi

Şekil 5.8’de verimli olan ilçelerden Beykoz ilçesinin verimlilik değerini 100%’e çıkartmak için hangi kaynakları ne kadar kullandığı görülmektedir. BCC’nin çıktı modeli için girdilerinden yoğunluğu 16% ve derslik sayısını 79% oranında etkin kullanmaktadır. Beykoz ilçesinin verimlilik düzeyinin 100% olmasında yukarıda bahsedilen girdileri etkin kullanmasıyla alakalıdır.

Beykoz ilçesi için, yukarıda sıralanan girdileri kullanmada gösterdiği başarı, Beykoz’un diğer

ilçelere göre güçlü yanını ortaya çıkarmaktadır. Bu girdilerin verimli kullanılması, Beykoz'un görece olarak rekabet edebilirliğini güçlendiren girdilerdir.

Sonuç olarak denilebilir ki, görece olarak verimsiz çıkan ilçeler, verimsiz kullandıkları kaynakların kullanımını hedeflenmiş oranlar dahilinde indirerek ya da görece olarak daha verimli kullandıkları kaynakların kullanımını arttırarak diğer ilçelerle rekabet edebilme becerilerini geliştirebilir. Verimli olan ilçeler ise, rekabetçi yapılarının korunabilmesi için, kullanımında en başarılı oldukları kaynaklar açısından desteklenebilir.

5.5.3 Çevre Hizmeti

Bu bölümde çevre hizmeti alanı için ilçeler arasında karşılaştırma yapılmış, verimli ve verimsiz olan ilçeler belirlenmiş, verimsiz ilçeler için hedef değerler atanmıştır. Ayrıca verimli ve verimsiz ilçeler için girdi-çıktı kaynak kullanım durumları belirlenmiş ve verimlilik noktasında etkin olanlar belirtilmiştir. Kullanılan veri kümesi Ek C'de verilmiştir.

5.5.3.1 Çevre Hizmet Alanında İlçelere göre Verimlilik Analizi

3 girdi ve 1 çıktı ile yapılan hesaplamalar sonucunda, 27 ilçe için girdi-çıktı odaklı CCR modeli ve girdi-çıktı odaklı BCC modeli varsayımları altında verimlilikleri hesaplanmıştır. Burada CCR verimlilik değerleri, toplam (genel) teknik verimliliği, BCC verimlilik değerleri ise salt (lokal) teknik verimliliği vermektedir. Çalışmanın bulguları Çizelge 5.14 çevre hizmeti alanında ilçeler arasındaki verimlilik düzeylerinde gösterildiği gibidir.

Çizelge 5.14 Çevre hizmeti alanında ilçeler arasındaki verimlilik düzeyleri

İLÇE	CCR Girdi	CCR Çıktı	BCC Girdi	BCC Çıktı
ADALAR	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
AVCILAR	33.76%	296.21%	92.91%	168.05%
BAĞCILAR	3.71%	2695.35%	87.58%	2019.61%
BAHÇELİEVLER	7.65%	1306.83%	100.00%	100.00%
BAKIRKÖY	65.51%	152.65%	83.61%	142.03%
BAYRAMPAŞA	27.02%	370.15%	68.01%	325.64%
BEŞİKTAŞ	36.39%	274.84%	53.47%	176.54%
BEYKOZ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
BEYOĞLU	21.24%	470.86%	77.45%	331.80%
EMİNÖNÜ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

İLÇE	CCR Girdi	CCR Çıktı	BCC Girdi	BCC Çıktı
ESENLER	36.01%	277.66%	100.00%	100.00%
EYÜP	23.02%	434.40%	100.00%	100.00%
FATİH	10.15%	984.77%	55.76%	904.63%
GAZİOSMANPAŞA	2.90%	3453.46%	65.90%	2613.57%
GÜNGÖREN	9.60%	1041.85%	100.00%	100.00%
KADIKÖY	7.68%	1301.69%	33.64%	706.48%
KAĞITHANE	59.08%	169.25%	77.71%	157.93%
KARTAL	9.88%	1012.62%	57.61%	961.17%
KÜÇÜKÇEKMECE	5.75%	1739.53%	100.00%	100.00%
MALTEPE	14.49%	690.10%	100.00%	100.00%
PENDİK	28.43%	351.77%	46.38%	164.62%
SARIYER	24.26%	412.25%	80.55%	339.85%
ŞİŞLİ	17.13%	583.78%	62.96%	541.14%
TUZLA	38.22%	261.65%	62.93%	165.97%
ÜMRANİYE	4.86%	2057.14%	57.51%	1328.83%
ÜSKÜDAR	11.62%	860.70%	29.24%	309.05%
ZEYTİNBURNU	16.37%	610.91%	59.63%	568.17%

Çizelge 5.14’de, 0 ve 1 arasında olan verimlilik değerlerinin yüzde olarak eşdeğerleri verilmiştir. Çevre hizmet alanına ilişkin olarak gerçekleştirilen analizin özet sonuçları Çizelge 5.15 ile belirtilmiştir.

Çizelge 5.15 Çevre hizmet alanına ilişkin CCR ve BCC modeli verimlilik sonuçları özeti

	CCR	BCC
Toplam İlçe sayısı	27	27
Verimli İlçe sayısı	3	9
Verimsiz İlçe sayısı	24	18
Ortalama Verimlilik	65.51%	83.61%
En düşük verimlilik	2.90%	29.24%
En yüksek verimlilik	100.00%	100.00%
Standart Sapma	0.296922	0.2229
Verimsiz İlçe Ortalama değeri	28.22%	71.66%
Verimsiz İlçeler standart sapma	0.273796	0.240084

Çevre hizmet alanında 3 girdi ve 1 çıktıdan oluşan katma değer üretim sürecinde, 27 ilçenin 3 tanesi, girdileri çıktıya dönüştürmede diğer ilçelere göre %100,00 verimli bulunmuştur. Verimli olduğu tespit edilen 3 ilçe, katma değer üretim teknolojisinin verimlilik sınırı

üzerinde yer almakta ve en iyi gözlem kümesini oluşturmaktadır. BCC modelinin sonuçlarında ise 27 ilçeden 9'unun salt teknik verimliliğe sahip olduğu görülmektedir.

5.5.3.2 Çevre Hizmet Alanında Verimsiz İlçeler İçin Belirlenen Başvuru Grupları, İyileştirme Hedefleri ve Verimsiz Kullanılan Girdi ve Çıktılar

Bu çalışmada, her bir verimsiz ilçe için başvuru grubunu oluşturan verimli ilçeler ve bu ilçelerin kullandıkları girdi miktarları ile ürettikleri çıktının verimsiz olan ilçe ile karşılaştırılması, ayrıca verimsiz ilçe girdi çıktı değerleri için hedef girdi çıktı değerleri ve verimlilik değerine girdi çıktılarına ilişkin yüzdelik değerleri Çizelge 5.7' de görülebilir.

VZA'nın verimsiz ilçeler için üretebileceği yorumlara bir örnek teşkil etmesi açısından Kağıthane ilçesinin çevre hizmet alanındaki verimlilik analiz sonuçları ele alınmıştır. Çizelge 5.7'den de görüleceği üzere Kağıthane ilçesinin CCR girdi odaklı model için verimlilik değeri 59.08% ile düşük bir değere sahiptir. Çizelge 5.16 ile girdi ve çıktılarda yapılması gereken iyileştirmeler gösterilmektedir.

Çizelge 5.16 Kağıthane ilçesinin çevre hizmet alanında CCR girdi modeline göre girdi ve çıktı hedef değerleri

CCR girdi	Aktif yeşil alan sayısı {I}	Yoğunluk {I}	Aktif yeşil alan metrekare {I}	Kişi başına düşen yeşil alan miktarı {O}
Kağıthane	80	24660	2367933.75	6.858824611
Kağıthane hedef	47.264	3651.448	381528.7895	6.858824611

Çizelge 5.16'da görüleceği gibi Kağıthane ilçesinin 80 aktif yeşil alan yerine 48 aktif yeşil alan, 24660 yoğunluk değeri yerine 3652 yoğunluk değeri, 2367934 metrekare yerine 381529 metrekare kullanıldığında ve çıktı değeri sabit tutulduğunda Kağıthane ilçesinin verimliliği diğer ilçelerle aynı verimlilik düzeyinde gerçekleşecektir.

Kağıthane ilçesinin verimlilik analizi CCR modelinin çıktı odaklı yaklaşımıyla gerçekleştirildiğinde oluşan girdi ve çıktı değerleri Çizelge 5.17'de belirtilen şekilde ortaya çıkmıştır.

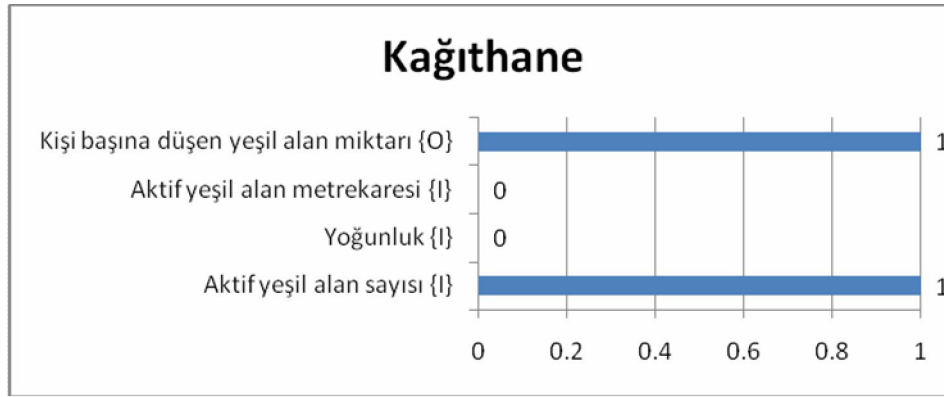
Çizelge 5.17 Kağıthane ilçesinin çevre hizmet alanında CCR çıktı modeline göre girdi ve çıktı hedef değerleri

CCR çıktı	Aktif yeşil alan sayısı {I}	Yoğunluk {I}	Aktif yeşil alan metrekaresi {I}	Kişi başına düşen yeşil alan miktar {O}
Kağıthane	80	24660	2367933.75	6.858824611
Kağıthane hedef	80	6181.33	645859.56	11.60856065

Çizelge 5.17’de görüldüğü gibi aktif yeşil alan sayısı 80 değerinde sabit tutulduğu, yoğunluk değeri 24660’dan 6182’ye indirildiği, Aktif yeşil alan metrekare değeri 2367933.75’den 645860’a azaltıldığı ve çıktı değeri olan kişi başına düşen yeşil alan miktarı da 6.859 metrekareden 11.609 metrekareye çıkartıldığı durumda Kağıthane ilçesinin referans grubundaki ilçelerle aynı verimlilik düzeyinde olacağı görülmektedir.

CCR girdi ve çıktı yaklaşımına göre verimliliğe etki noktasında 0 değerine sahip olan (yoğunluk ve aktif yeşil alan metrekaresi girdi değerleri) değişkenler göreceli olarak iyi değerlendirilemeyen kaynaklardır. Bu kaynaklar, Kağıthane ilçesinin verimsiz çıkmasının temel sebebi durumundadır. Bu kaynakların verimlilik değerlendirmesinde aldığı ağırlık 0’dır.

Kağıthane ilçesinin CCR modeline göre incelendiğinde referans grubunu Eminönü ilçesi oluşturmaktadır. Bu refans ilçeye ait λ değerleri sırasıyla girdi odaklı için 0.53, çıktı odaklı için ise 0.89 olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 5.9 Kağıthane ilçesi çevre hizmet alanındaki girdi ve çıktıların CCR girdi modeline göre verimliliğe katkısı

Kağıthane ilçesi için çevre hizmet alanındaki girdi ve çıktıların bu hizmet alanı bağlamındaki verimliliklerinin CCR girdi modeline göre katkısı Şekil 5.9’da görüldüğü gibidir. Kağıthane ilçesinin aktif yeşil alan sayısını diğer ilçelere göre verimli kullandığı söylenebilmektedir. Bu girdi, yukarıdaki 0 ağırlık (0 gölge fiyat) alan ve fazlalık gösteren girdilerin aksine pozitif değer alan ve katma değer oluşturmada değeri ve önemi olan girdiler. Bu nedenle bu girdi verimlilik değerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. İlgili şekilde bu girdinin verimliliğe olan toplam katkısı anlaşılma ve yorumlanma kolaylığı açısından, toplamaları 100,00 olacak şekilde normalize edilmiştir. Verimliliğe katkısı olan tek girdi olan aktif yeşil alan sayısının

verimliliğe etkisi %100 düzeyindedir.

Verimlilik hesaplamasında aldığı pozitif ağırlık ile aktif yeşil alan sayısı girdisi güçlü bir yön oluşturmaktadır. Kağıthane ilçesi ulaştığı 59.08%'lik verimlilik seviyesine bu kaynağı diğer ilçelere göre daha iyi değerlendirebilmesinin sonucunda ulaşmıştır. Bu verimlilik seviyesine ulaşılmasına, bu kaynağa verilen değerle sağlanabilmektedir.

Kağıthane ilçesinin girdilerindeki fazlalıklar ve çıktı seviyesindeki eksiklik tespit edilirken, başvuru grubundaki Eminönü ilçesinin girdi ve çıktı seviyelerinden faydalanılmıştır.

BCC girdi modeline göre Kağıthane ilçesinin verimliliği incelendiğinde ise; ilçenin verimlilik değerinin diğer ilçeler ile kıyasla 77.71% olduğu görülmektedir. Bu bağlamda incelendiğinde; Kağıthane ilçesinin mevcut durumda 80 olan aktif yeşil alan sayısının 63'e, 24660 olan yoğunluk değerinin 8549.2'ye, 2367933.75 metrekare olan metrekare değeri 777254.49'a indirildiği ve çıktı değeri olan kişi başına düşen yeşil alan miktarı 6.858824611 metrekare olarak sabit tutulduğunda diğer ilçeler ile aynı verimlilik düzeyinde gerçekleşeceği Çizelge 5.18'de ifade edilen şekilde görülmektedir.

Çizelge 5.18 Kağıthane ilçesinin çevre hizmet alanında girdi ve çıktıların BCC girdi yaklaşımına göre hedef değerleri

BCC girdi	Aktif yeşil alan sayısı {I}	Yoğunluk {I}	Aktif yeşil alan metrekaresi {I}	Kişi başına düşen yeşil alan miktarı {O}
Kağıthane	80	24660	2367933.75	6.858824611
Kağıthane hedef	62.168	8549.186	777254.4871	6.858824611

BCC girdi yaklaşımına göre verimliliğe etki noktasında 0 değerine sahip olan (yoğunluk ve aktif yeşil alan metrekaresi girdi değerleri) değişkenler göreceli olarak iyi değerlendirilemeyen kaynaklardır. Bu kaynaklar, Kağıthane ilçesinin verimsiz çıkmasının temel sebebi durumundadır. Bu kaynakların verimlilik değerlendirmesinde aldığı ağırlık 0'dır.

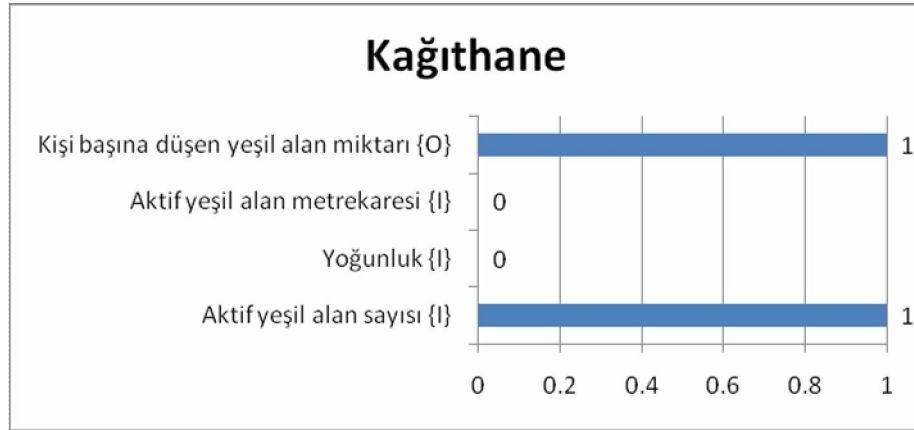
Kağıthane ilçesinin verimlilik analizi BCC modelinin çıktı odaklı yaklaşımıyla gerçekleştirildiğinde oluşan girdi ve çıktı değerleri Çizelge 5.19'da belirtilen şekilde ortaya çıkmıştır. Kağıthane ilçesinde girdi değerlerinden aktif yeşil alan miktarı 80 değerinde sabit tutulup, yoğunluk değeri 24660'den 7527.06'e azaltılıp, metrekaresi değeri 2367933.75'den 744787.48'e metrekaresi değerine azaltıldığında ve çıktı değeri olan kişi başına düşen yeşil alan miktarı 6.858824611 metrekareden 10.83214171 metrekare değerine çıkartıldığında diğer ilçelerle aynı verimlilik düzeyinde olacağı görülmektedir.

Çizelge 5.19 Kağıthane ilçesinin çevre hizmet alanında girdi ve çıktıların BCC çıktı yaklaşımına göre hedef değerleri

BCC çıktı	Aktif yeşil alan sayısı {I}	Yoğunluk {I}	Aktif yeşil alan metrekaresi {I}	Kişi başına düşen yeşil alan miktarı {O}
Kağıthane	80	24660	2367933.75	6.858824611
Kağıthane Hedef	80	7527.06	744787.48	10.83214171

BCC çıktı yaklaşımına göre, diğer yaklaşımlarda da olduğu gibi, verimliliğe etki noktasında 0 değerine sahip olan (yoğunluk ve aktif yeşil alan metrekaresi girdi değerleri) değişkenler göreceli olarak iyi değerlendirilemeyen kaynaklardır. Bu kaynaklar, Kağıthane ilçesinin verimsiz çıkmasının temel sebebi durumundadır. Bu kaynakların verimlilik değerlendirmesinde aldığı ağırlık 0'dır.

Kağıthane ilçesinin BCC modeline göre incelendiğinde referans grubunu Eminönü ve Esenler ilçeleri oluşturmaktadır. Bu refans ilçelerine ait λ değerleri sırasıyla girdi odaklı için 0,43 ve 0.57, çıktı odaklı için ise 0.80 ve 0.20 olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 5.10 Kağıthane ilçesi çevre hizmet alanındaki girdi ve çıktıların BCC girdi modeline göre verimliliğe katkısı

Kağıthane ilçesi için çevre hizmet alanındaki girdi ve çıktıların bu hizmet alanı bağlamındaki verimliliklerinin BCC girdi modeline göre katkısı Şekil 5.10'da görüldüğü gibidir. Kağıthane ilçesinin aktif yeşil alan sayısını diğer ilçelere göre verimli kullandığı söylenebilmektedir. Bu girdi, yukarıdaki 0 ağırlık (0 gölge fiyat) alan ve fazlalık gösteren girdilerin aksine pozitif değer alan ve katma değer oluşturmada değeri ve önemi olan girdiler. Bu nedenle bu girdi verimlilik değerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. İlgili şekilde bu girdinin verimliliğe olan toplam katkısı anlaşılma ve yorumlanma kolaylığı açısından, toplamları 100,00 olacak

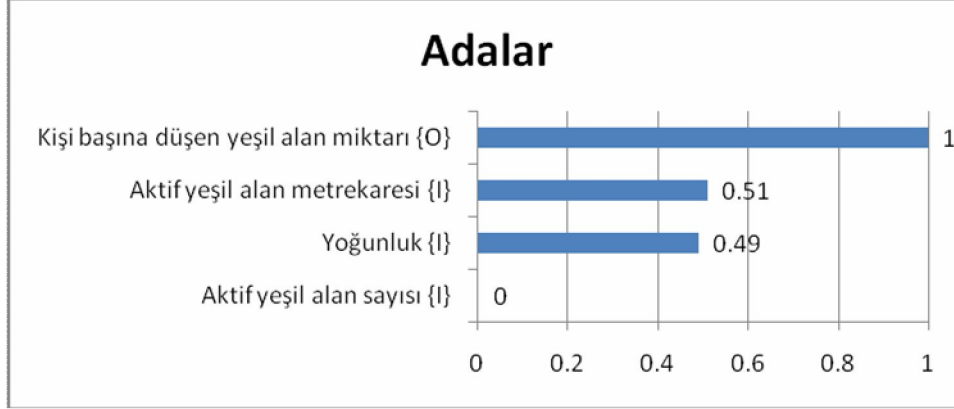
şekilde normalize edilmiştir. Verimliliğe katkısı olan tek girdi olan aktif yeşil alan sayısının verimliliğe etkisi %100 düzeyindedir.

Verimlilik hesaplamasında aldığı pozitif ağırlık ile aktif yeşil alan sayısı girdisi BCC girdi modelinde CCR girdi modelinde olduğu gibi Kağıthane ilçesinin güçlü yönünü oluşturduğu görülmektedir. Kağıthane ilçesi ulaştığı 77.71%'lik verimlilik seviyesine bu kaynağı diğer ilçelere göre daha iyi değerlendirebilmesinin sonucunda ulaşmıştır. Bu verimlilik seviyesine ulaşılmasına (ki bu seviye mevcut durumdaki girdi çıktı kombinasyonu ile ulaşılabilir maksimum verimlilik seviyesidir), bu kaynağa verilen değerle sağlanabilmektedir.

Kağıthane ilçesinin girdilerindeki fazlalıklar ve çıktı seviyesindeki eksiklik tespit edilirken, başvuru grubundaki Eminönü ve Esenler ilçelerinin girdi ve çıktı seviyelerinden faydalanılmıştır.

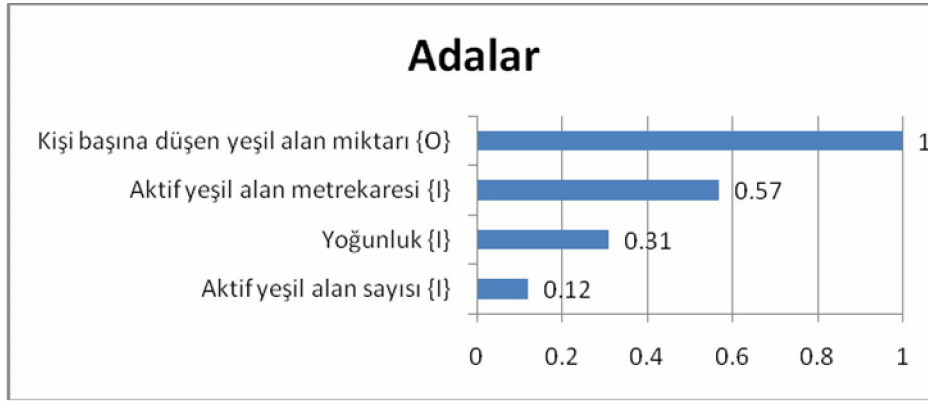
5.5.3.3 Görece Olarak Verimli Olan İlçelerin Analizi

VZA sonucunda %100,00 verimli çıkan ilçeler Çizelge 11.13'de görülmektedir. Verimli ilçeler, diğer ilçelere göre kaynaklarını %100 verimli kullanmaktadırlar.



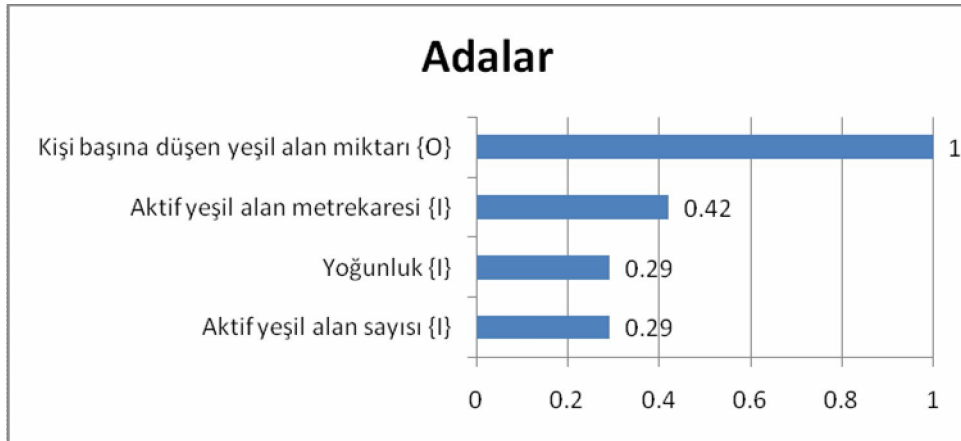
Şekil 5.11 Adalar ilçesinin CCR girdi ve çıktı modelleri için kaynak kullanım etkinlik düzeyi

Şekil 5.11'de verimli olan ilçelerden Adalar ilçesinin verimlilik değerini 100%'e çıkartmak için hangi kaynakları ne kadar kullandığı görülmektedir. CCR'nin girdi ve çıktı modelleri için girdilerinden yoğunluğu 49% ve aktif yeşil alan metrekaresi 51% oranında etkin kullanılmaktadır. Adalar ilçesinin verimlilik düzeyinin 100% olmasında yukarıda bahsedilen girdileri etkin kullanmasıyla alakalıdır.



Şekil 5.12 Adalar ilçesinin BCC girdi modeli için kaynak kullanım etkinlik düzeyi

Şekil 5.12’de Adalar ilçesinin BCC’nin girdi modeli için girdilerinden yoğunluğu 31%, aktif yeşil alan metrekaresi 57% ve aktif yeşil alan sayısını 12% oranında etkin kullanmaktadır. Adalar ilçesinin verimlilik düzeyinin 100% olmasında yukarıda bahsedilen girdileri etkin kullanmasıyla alakalıdır.



Şekil 5.13 Adalar ilçesinin BCC çıktı modeli için kaynak kullanım etkinlik düzeyi

Şekil 5.13’de Adalar ilçesinin BCC’nin çıktı modeli için girdilerinden yoğunluğu 29%, aktif yeşil alan metrekaresi 42% ve aktif yeşil alan sayısını 29% oranında etkin kullanmaktadır. Adalar ilçesinin verimlilik düzeyinin 100% olmasında yukarıda bahsedilen girdileri etkin kullanmasıyla alakalıdır.

Adalar ilçesi için, yukarıda sıralanan girdileri kullanmada gösterdiği başarı, Adalar’ın diğer ilçelere göre güçlü yanını ortaya çıkarmaktadır. Bu girdilerin verimli kullanılması, Adalar’ın görece olarak rekabet edebilirliğini güçlendiren girdilerdir.

Sonuç olarak denilebilir ki, görece olarak verimsiz çıkan ilçeler, verimsiz kullandıkları kaynakların kullanımını hedeflenmiş oranlar dahilinde indirerek ya da görece olarak daha verimli kullandıkları kaynakların kullanımını arttırarak diğ er ilçelerle rekabet edebilme becerilerini geliştirebilir. Verimli olan ilçeler ise, rekabetçi yapılarının korunabilmesi için, kullanımında en başarılı oldukları kaynaklar açısından desteklenebilir.

6. SONUÇ

Bu proje, İstanbul ili ilçeleri bazında yatırımlar yapılırken ilçenin gerçekten bu tür bir yatırıma ihtiyacının olup olmadığının diğer ilçelerle karşılaştırması yapılarak, mevcut kaynakların kullanım verimliliğini artırmak amacıyla yapılmıştır.

Küreselleşmenin bir sonucu olarak ekonomilerin giderek karmaşıklaştığı ve rekabetin arttığı yeni dünya düzeninde, yerel dinamiklerin ekonomik kalkınma ve bölgesel gelişme sürecindeki artan önemi, kentsel ekonomilerin de küresel ekonomide birer aktör olarak yer almalarını sağlamıştır. Bu düzen içerisinde ülkelerin, bölgelerin ve şehirlerin rekabet edebilirliği, sahip olunan kaynakların daha verimsiz kullanım alanlarından daha verimli kullanım alanlarına doğru kaydırılarak optimum kaynak kullanımını sağlayan ve dolayısıyla da belirlenmiş hedeflere en etkin şekilde ulaşmayı destekleyen bölgesel planlama yaklaşımlarını gerektirmektedir.

Bu gereklilik çerçevesinde, Türkiye’de planlı gelişme politikalarının, bölgesel farklılıkların giderilmesi kadar verimli kaynak kullanımını da desteklemesinin uygun olduğu düşünülmüştür. Daha da önemlisi, verimsiz olan bölgelere yönlendirilerek geri kazanımı zorlaştırılan bu kaynakların, ülkenin bir başka yerinde verimli olarak değerlendirilip ülke ekonomisine kazandırılması ve ülke düzeyinde gerçekleşecek bir büyümenin sağlanması da engellenmiş olmaktadır. Planlama yaklaşımlarında genelde gözlemlenen bu eksiklik, aslında bölgesel eşitliğin bölgesel verimlilik ön şartını da beraberinde getirdiğidir. Bölgelerin belirlenen gelişmişlik seviyelerine ulaşabilmeleri için, kaynak arzının yeterli olmasının yanında, bölgenin sahip olduğu kaynakları verimli bir biçimde değerlendirerek gelişmişlik hedeflerine dönüştürebilmesi gereklidir. Bu, bölgelerin rekabet edebilme becerisinin ve sürdürülebilir bir bölgesel gelişmenin önemli bir şartıdır.

İstanbul’da bölgelerarası rekabet edebilirliğin ilçeler bazında incelendiği bu çalışmada, ilçelerin sahip oldukları kaynakları ne derece verimli bir şekilde katma değere dönüştürebildikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. İlçelerde gelişmişlik farklılıklarını gidermeye yönelik olarak gerçekleştirilmiş bu çalışmada sağlık hizmet alanı için sağlık verilerine ait girdileri sağlık çıktılarına dönüştürmede, CRR modeli için 21 ilçemizin göreceli olarak verimli, 11 ilçemizin ise göreceli olarak verimsiz olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmayı takip eder nitelikte gerçekleştirilecek olan diğer çalışmalarda, verimsiz ilçelerde verimsiz

kaynak kullanımının nedenleri ve söz konusu ilçelerde alınabilecek kapasite geliştirici önlem ve düzenlemeler araştırılabilir. Ayrıca daha sağlıklı, performans ölçümünü sağlayıcı veriler tutularak ve daha fazla girdi ve çıktı değerleri kullanılarak analiz bu veriler üzerinden yapıldığı takdirde daha gerçekçi sonuçlar elde edilecektir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı verimlilik esasına dayandığı için, bir ilçenin bireysel olarak verimli olup olmadığını yansıtmamaktadır. Verimlilik değerleri, ilçenin değerlendirildiği grup içerisindeki görece verimliliğini vermektedir. Bu sebeple çalışma sonuçları, konuya ilişkin diğer analitik çalışmalara ve uzman görüşüyle bütünleşerek değerlendirilmelidir.

Çalışma sonuçları, verimli çıkan, ya da ölçek verimliliğine sahip olan ilçelerde yapılacak yatırımların ilçe düzeyinde sağlayacağı faydanın en yüksek olacağına işaret etmektedir.

- Bölgelerin özellikleri, farklılıkları, temel sorunları ile potansiyellerinin belirlenmesi:

Çalışma sonuçları, ilçelerin hangi kaynakları kullanmada güçlü ve güçsüz olduğunu, kaynak kullanım miktarlarında ve verimliliğinde ilçeler arasındaki farklılıkları, verimsiz olup görece olarak yüksek gelişme potansiyeline sahip, verimsiz olup görece olarak düşük gelişme potansiyeline sahip ve görece olarak en üretken ölçek büyüklüğüne sahip olan ilçeleri belirlemektedir.

- Rasyonel kaynak dağıtımını açısından önem taşıyan, ilçe düzeyinde gelişme planları yapılması:

Çalışmanın sonuçları, rasyonel kaynak dağıtımının yapılabilmesine ışık tutmak üzere, ilçelerde göreceli olarak hangi kaynakların israf edildiği ve göreceli olarak hangi kaynakların en verimli kullanıldığı hakkında bilgi vermektedir. Bu bilginin, ilçe düzeyinde gelişme planları hazırlama sürecinde akılcı kaynak kullanımını sağlamak için projelerin önceliklendirilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

- Gelişme potansiyeli yüksek, gelir yönünden çarpan etkisi yaratabilecek bölge merkezlerindeki altyapı yatırımlarına öncelik verilmesi

Çalışmada belirlenen ölçek özellikleri, yukarıda da açıklandığı gibi, ilçelerin gelişme potansiyelleri hakkında bilgi vermektedir.

Bu çalışma çerçevesinde vurgulanan verimlilik kavramı ve bu kavramın mekâna yansıtılması,

ülkemizin kısıtlı kaynaklarının dağıtımının planlandığı her türlü karar verme sürecinde benimsenmesi ve gözetilmesi gereken çok önemli bir konudur. Bu noktadan hareketle, çalışmada yararlanılan Veri Zarflama Analizi tekniğinin, aşağıda örneklenen alanlarda etkin bir biçimde kullanılması durumunda karar verme süreçlerinde konu ile ilgili uzmanlara, kaynak planlaması ile mekân planlaması bağlantısının daha güvenilir olarak kurulması bağlamında, analitik bir araç olarak faydalar sağlayacağı düşünülmektedir:

- Bu çalışmada gerçekleştirilen ilçeler itibariyle kaynak kullanım verimliliği analizinin, ayrıntılı sektörel veri temin edilebilmesi durumunda, sektörler bazında tekrar edilerek, ilçelerin sektörel verimlilik düzeylerinin ortaya çıkarılması sağlanmalıdır.
- Çalışmada sadece belirli hizmet alanları incelenmiş ve bunların birbirlerine olan etkisi dikkate alınmamıştır, bu kapsamda birbirlerine olan etkileri de incelenecek şekilde veri kümesi oluşturularak yeni verimlilik değerlendirmeleri gerçekleştirilmelidir.
- Çalışmada veri yetersizliğinden dolayı az sayıda girdi ve çıktı için inceleme sağlanmıştır. Kullanılan girdi ve çıktı değerlerinin sayısı artırılarak daha sağlıklı verimlilik karşılaştırılması sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akal, Z. (1992), İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi(Çok Yönlü Performans Göstergeleri), MPM Yayınları No: 454, s. 59-70, Ankara
- Allen, L. ve Rai, A. (1996), Operational Efficiency in Banking: An International Comparison, Journal of Banking and Finance, 1996 No 4.
- Alpugan, O., Demir, H., Oktay, M., Üner, N., İşletme Ekonomisi ve Yönetimi, Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş., İzmir, 1990
- Aydağün, A., (2003), Veri Zarflama Analizi, Hutten Yıl Sonu Semineri, Hava Harp Okulu Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü
- Aydemir, Z. C., (2002), Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması, Dpt – Uzmanlık Tezleri Yayın No : Dpt : 2664, Ankara
- Aydın, A., (1999), İmalat sanayi ve Alt Kollarında Verimlilik, Üretim, İstihdam, Ücret ve İşçi, Saat Göstergeleri, MPM Yayınları: 698, Ankara
- Baş, İ. M., Artar, A., (1990), İşletmelerde Verimlilik Denetimi, MPM Yayınları: 435, Ankara
- Başkan, A., (1971), Verimlilik Dergisi, MPM Yayınları, Yeni Çağ Basım, Ankara
- Beasley, J. E., (2005), Data Envelopment Analysis, <http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/or/dea.html>
- Berger, A. ve De Young, R. (1997), “Problem Loans and Cost Efficiency in Commercial Banks”, Journal of Banking and Finance, 1997 No 6.
- Berger, A. ve Humprey, D. (1997), “Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research”, European Journal of Operational Research, Vol 98.
- Besen, B. F., (1994), Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizinin Sağlık Sektöründe Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Boussofiene, A., R. Dyson, E. Rhodes (1991), “Applied Data Envelopment Analysis”, European Journal of Operational Research”, Vol. 2, No.6, 1-15
- Charnes, A., Cooper, W. ve Rhodes, E. (1979) “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, European Journal of Operations Research, 3, 339
- Charnes, A., Cooper, W. ve Rhodes, E. (1978) “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, European Journal of Operations Research, 2, 429-444
- De young, R. (1997), “Comment on Operational Efficiency in Banking: An International Perspective”, Journal of Banking and Finance, 1997 No 10.
- Diñçer, Ö., Fidan, Y., (1995), İşletme Yönetimine Giriş, s. 59, İstanbul
- Farrell, M. (1957) “The measurement of productive efficiency”, Journal of Royal Statistical Society, Series A, 120, 253-281
- Farrell, M. ve Fieldhouse, M. (1962) “Estimating efficient production functions under increasing returns to scale”, Journal of Royal Statistical Society, Series A, 2, 252-267

- Hammond, C. (1986), "Estimating the statistical cost curve: an application of the stochastic frontier technique", *Applied Economics*, 18, 971-984
- İbicioğlu, H., (1999), *İşletmelerde Verimlilik Analizi*, İstanbul Üniversitesi Doktora Tezi, İstanbul
- İnan, A. E., (2003), Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik, *Bankacılar Dergisi*, Sayı 34, s 82-96.
- Kobu, B., (1996), *Üretim Yönetimi*, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayın no: 01, s. 584-585, İstanbul
- Kök, R., (1991), *Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik*, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum
- Lee, L. ve Tyler, W. (1978), "The stochastic frontier production function and average efficiency: An empirical analysis", *Journal of Econometrics*, 7, 385-390
- Li, L. ve Butler, W. T., (2005), The utility of returns to scale in DEA programming: An analysis of Michigan rural hospitals, *European Journal of Operational Research* 161, 469-477
- Pekiner, K., (1971), *İşletmelerde Produktivite Denetimi*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- Rodoplu, G., Akdemir, A., (1998), *İşletme Bilimine Giriş*, s. 104, Isparta
- Sherman, H.D. (1984) "Data Envelopment Analysis as a New Managerial Audit Methodology- Test and Evaluation", *Auditing: A Journal of Practice and Theory*
- TİSK, (1991), *AT ve Türkiye’de Verimlilik ve Ücretler*, Türkiye İşverenler Sendikası Konfederasyonu, Ankara
- T.S. Ahn (1987) "Efficiency Related Issues in Higher Education: A Data Envelopment Analysis Approach, Ph.D. Thesis, The University of Texas at Austin
- Tuna, Y., (1993), *Tarımda Verimlilik Artışının Ekonomik Sonuçları: Türkiye İle İlgili Bir Değerlendirme*, MPM Yayınları: 487, Ankara
- Yolalan, R., (1993), *İşletmelerarası Görel Etkinlik Ölçümü*, MPM Yayınları No: 483, Ankara
- <http://www.banxia.com> (Frontier Analyst programını geliştiren Banxia Software Ltd şirketinin web sayfası)
- <http://www.deazone.com/> (Veri Zarflama Analizi kaynak sayfası)
- <http://www.emp.pdx.edu/dea/homedea.html> (Veri Zarflama Analizi kaynak sayfası)
- <http://www.tisk.org.tr/isveren/mart2001/istlmeyn.htm>

EKLER

Ek A. Sağlık Hizmet Alanı için Kullanılan Veri Kümesi

İLÇE	Yoğunluk {I}	Sağlık Kurumları Sayısı {I}	Doktor Sayısı {I}	Dişhekim Sayısı {I}	Eczane Sayısı {I}	Özel Muayenehane Sayısı {I}	Filili Yatak Sayısı {I}	Poliklinik Sayısı {I}	Yatan Hasta Sayısı {O}	Taburcu Edilen Kişi Sayısı {O}	Ölen Kişi Sayısı {O}	Yatınlan Gün {O}	Ameliyat Edilen Kişi Sayısı {O}	Doğum Sayısı {O}
ADALAR	1110	2	54	5	14	6	275	41192	2323	2351	24	63141	350	9
AVCILAR	5994	4	135	76	95	207	248	137856	13039	12904	173	26090	2113	3832
BAGCILAR	26501	5	240	76	136	275	213	82419	4951	4946	9	9034	1690	1432
BAHÇELİEVLER	29914	12	428	160	214	539	883	207142	27522	28569	175	130000	12075	5845
BAKIRKÖY	6512	10	865	371	177	973	2824	1661596	95666	92277	1056	822460	34085	25154
BAYRAMPAŞA	35144	4	196	93	101	197	197	328560	6733	6710	24	28964	5964	147
BEŞİKTAŞ	9086	4	348	296	160	646	128	102098	12976	12878	98	20491	9700	584
BEYKOZ	886	3	174	28	59	58	492	628322	17522	17495	112	116624	7541	1218
BEYOĞLU	25767	7	384	91	22	336	733	649797	32648	34341	387	131649	18903	2451
BUYUKÇEKMECE	1746	3	241	103	126	233	113	225092	4900	4848	14	12811	2534	1755
ÇATALCA	62	1	62	12	24	13	60	152128	1594	1587	7	6757	687	183
EMINONU	6954	3	194	52	59	113	344	79807	9883	9880	14	25371	2821	2717
ESENLER	9762	3	142	33	98	130	110	50747	2056	2049	7	3349	975	864
EYUP	1201	2	93	28	65	67	165	693131	8402	8344	76	32806	5680	697
FATİH	31039	15	616	383	323	1026	6086	3875861	197433	179529	4818	1483300	104234	9308
GAZIOSMANPAŞA	3467	12	346	128	221	431	546	318278	24525	24195	304	51155	9462	9652
GÜNGÖREN	34119	5	263	89	114	207	163	95153	4408	4378	30	7963	2309	1019
KADIKÖY	16582	18	936	1186	638	3611	2860	5584987	107325	104857	2420	627562	57495	10240
KAGITHANE	24660	2	156	71	116	142	49	9870	2826	2831	1	4592	1433	904
KARTAL	11996	7	431	35	147	222	1438	1783966	60829	59351	1479	371056	40291	7142
KUCUKÇEKMECE	5556	6	298	144	163	155	328	198916	11718	11519	174	24385	3683	2974
MALTEPE	3145	3	276	102	183	335	1121	175996	17609	17106	514	261430	2580	527

İLÇE	Yoğunluk {I}	Sağlık Kurumları Sayısı {I}	Doktor Sayısı {I}	Dişhekim Sayısı {I}	Eczane Sayısı {I}	Özel Muayenehane Sayısı {I}	Fiili Yatak Sayısı {I}	Poliklinik Sayısı {I}	Yatan Hasta Sayısı {O}	Taburcu Edilen Kişi Sayısı {O}	Ölen Kişi Sayısı {O}	Yatınlan Gün {O}	Ameliyat Edilen Kişi Sayısı {O}	Doğum Sayısı {O}
PENDİK	2466	5	294	97	138	265	331	480958	14598	14556	19	43471	14887	2054
SARIYER	1497	3	268	37	100	372	357	564385	11635	10924	73	92253	8572	719
SİLİVRİ	121	3	127	18	39	59	123	164240	9237	9093	94	22131	3800	1179
SULTANBEYLİ	7321	3	119	14	40	258	189	346770	10874	10852	12	33912	5279	1746
ŞİLE	36	1	24	7	100	74	25	45049	133	130	3	795	35	21
ŞİŞLİ	7734	19	1471	557	216	2072	3733	3386649	131559	127411	2657	815219	71724	10405
ÜMRANIYE	3960	5	406	98	196	286	296	369888	9336	9292	8	17678	4203	1975
ÜSKÜDAR	10763	14	1060	134	267	221	2741	1646035	111243	106554	3074	674060	57282	15681
ZEYTİNBURNU	20639	6	268	68	96	256	1058	261174	16534	15844	543	318328	3062	1786

Ek B. Eğitim Hizmet Alanı için Kullanılan Veri Kümesi

İLÇE	Yoğunluk {I}	Kurum sayısı {I}	Derslik sayısı {I}	Öğretmen sayısı {I}	Öğrenci sayısı {O}
AVCILAR	5994	9	315	487	12016
BAĞCILAR	26501	19	344	691	19096
BAHÇELİEVLER	29914	32	858	1204	25742
BAKIRKÖY	6512	25	543	935	16140
BAYRAMPAŞA	35144	10	282	583	16065
BEŞİKTAŞ	9086	26	534	1062	14100
BEYKOZ	886	11	190	456	8802
BEYOĞLU	25767	26	517	837	11484
BÜYÜKÇEKMECE	1746	29	590	844	16697
ÇATALCA	62	10	155	204	4509
EMİNÖNÜ	6954	11	218	548	9058
ESENLER	9762	9	190	228	7632
EYÜP	1201	14	286	490	12140
FATİH	31039	31	561	964	18052
GAZİOSMANPAŞA	3467	25	439	740	18673
GÜNGÖREN	34119	11	270	373	9212
KADIKÖY	16582	49	1107	2104	30096
KAĞITHANE	24660	13	291	515	10213
KARTAL	11996	28	759	1377	25837
KÜÇÜKÇEKMECE	5556	23	558	917	24990
MALTEPE	3145	25	499	999	16361
PENDİK	2466	20	356	682	16722
SARIYER	1497	24	385	658	9551
SİLİVRİ	121	10	191	231	4233
SULTANBEYLİ	7321	7	159	267	6338
ŞİLE	36	2	31	41	956
ŞİŞLİ	7734	25	617	1113	21471
TUZLA	1812	10	224	446	8031
ÜMRANİYE	3960	30	648	1439	28095
ÜSKÜDAR	10763	36	948	1900	31055
ZEYTİNBURNU	20639	14	311	614	11552

Ek C. Çevre Hizmet Alanı için Kullanılan Veri Kümesi

İLÇE	Aktif yeşil alan sayısı {I}	Yoğunluk {I}	İlçenin Metrekaresi {I}	Kişi başına düşen yeşil alan miktarı {O}
ADALAR	136	1110	245837	13.84217342
AVCILAR	73	5994	835925	3.576165032
BAĞCILAR	94	26501	202143	0.363227491
BAHÇELİEVLER	46	29914	201433	0.420859424
BAKIRKÖY	106	6512	1956229	9.38698548
BAYRAMPAŞA	75	35144	723327	2.940281944
BEŞİKTAŞ	164	9086	1496160	7.840975196
BEYKOZ	182	886	2705590	12.8329191
BEYOĞLU	67	25767	446764	1.926537301
EMİNÖNÜ	90	6954	726592	13.05998023
ESENLER	41	9762	815750	2.142712676
EYÜP	132	1201	796042	3.110608334
FATİH	95	31039	484952	1.201839864
GAZİOSMANPAŞA	174	3467	398486	0.529627626
GÜNGÖREN	51	34119	145685	0.533742444
KADIKÖY	185	16582	1299618	1.959324528
KAĞITHANE	80	24660	2367933.75	6.858824611
KARTAL	100	11996	498445	1.222083287
KÜÇÜKÇEKMECE	57	5556	227759	0.383094711
MALTEPE	93	3145	564498	1.588417036
PENDİK	290	2466	3276406	8.408436137
SARIYER	164	1497	987898	4.073083948
ŞİŞLİ	110	7734	670265	2.476281431
TUZLA	214	1812	1027720	8.340190708
ÜMRANİYE	196	3960	631110	1.041684892
ÜSKÜDAR	329	10763	2217625	4.478982788
ZEYTİNBURNU	97	20639	487870	1.969846852

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi : 25/02/1981

Doğum Yeri : İSTANBUL

Eğitim:

2004 – 2007 YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Sistem Mühendisliği Programı

1999 – 2004 YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Makine Fakültesi
Endüstri Mühendisliği

1994 - 1998 ERZURUM İBRAHİM HAKKI FEN LİSESİ

Deneyim:

2005 – 2007 İstanbul Büyükşehir Belediyesi
 2007 – *Stratejik Planlama Müdürlüğü – Stratejik Planlama Koordinatörü*
 2005 – 2006 *Stratejik Planlama Müdürlüğü – Stratejik Planlama Uzmanı*

2002 – 2003 İSTON AŞ
(1,5ay) Üretim Planlama Departmanı – Stajyer

2001 – 2002 TÜRK TELOKOM BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ
(1,5ay) Bilgi İşlem Müdürlüğü - Stajyer

2000 – 2001 ERZURUM ŞEKER FABRİKASI
(1,5ay) Talaşlı/Talaşsız İmalat Atölyeleri – Stajyer

Yabancı Dil:

İngilizce (İleri Seviye)

Almanca (Temel Seviye)

Hazırladığı Projeler:

1. İŞLETMELERDE MALZEME YÖNETİMİ SİSTEMİ VE BİR UYGULAMASI
 Haziran 2004
 Tez Danışmanı : Prof Dr. M. ÖZGÜRLER (YTÜ Endüstri Mühendisliği Bölümü)
2. SÜPER ABSORBAN JEL ÜRETİMİ İÇİN TESİS TASARIMI
 Ocak 2004
 Proje Danışmanı: Prof Dr. H. BAŞLIGİL (YTÜ Endüstri Mühendisliği Bölümü)

Bilgisayar Bilgisi:

Ms Office

1) MS Word, 2) MS Excel, 3)MS Power Point, 4)MS Visio, 5) Outlook, 6) MS Access, 7) MS Project, 8) Front Page, Simulasyon
9) SIMAN 3,5, 10) ARENA 7.0, Programlama
11) T. Pascal7.0, 12) Visula Basic 6.0, Çizim
13) PSPro 7.0 14) AutoCad 2000, 15) Flash MX, Süreç Analizi Modelleme Araçları
16) Control ES 6.4, 17) QPR

Akademik İlgi Alanları:

Stratejik Yönetim, Süreç Yönetimi, Kalite Yönetimi, Simülasyon