

T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ PROGRAMI

BAYESYEN STOKASTİK SINIR ANALİZİ İLE KAMU
HASTANELERİNDE ETKİNLİK ANALİZİ

Özge ATAŞ

Danışman
Doç. Dr. Kadir KARAGÖZ

MANİSA

	T.C. MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ	Doküman Kodu	FRYL-031
	YÜKSEK LİSANS EĞİTİMİ FORMLARI Tez Savunma Sınavı Tutanağı	Yayınlanma Tarihi	26/03/2018
		Revizyon No/Tarih	2/23/03/2018
		Sayfa	1/1

TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü 28.05.2019 tarih ve 18/23 sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Manisa Celal Bayar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin 9. Maddesi gereğince Enstitümüz Ekonometri Anabilim Dalı Ekonometri Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Özge ATAŞ'ın "Bayesyen Stokastik Sınır Analizi İle Kamu Hastanelerinde Etkinlik Analizi" konulu tezi incelenmiş ve aday 24.06.2019 tarihinde saat 10:00'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 60 dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI olduğuna



OY BİRLİĞİ



DÜZELTME yapılmasına



OY ÇOKLUĞU



RED edilmesine



ile karar verilmiştir.

BAŞKAN

Doç. Dr. Kadir KARAGÖZ

ÜYE

Prof. Dr. Yoldaş Akpınar

ÜYE

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kaya

Evet

Hayır

Tez, burs, ödül veya Teşvik programına (Tüba, Fullbright vb.) aday olabilir.



Tez, mutlaka basılmalıdır.



Tez, mevcut haliyle basılmalıdır.



Tez, gözden geçirildikten sonra basılmalıdır.



Tez, basımı gereksizdir.



* Bu halde adaya 3 ay süre verilir. İkinci tez savunma sınavında da başarısız olan öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir.

** Bu halde adayın Enstitü ile ilişkisi kesilir.

Hazırlayan
Enstitü Sekreteri

Onaylayan
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Bayesyen Stokastik Sınır Analizi ile Kamu Hastanelerinde Etkinlik Analizi” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

.../.../2019

Özge ATAŞ



ÖZET

BAYESYEN STOKASTİK SINIR ANALİZİ İLE KAMU HASTANELERİNDE ETKİNLİK ANALİZİ

Etkinlik kavramı, pahalı bir hizmet türü olan sağlık hizmetleri için özel bir önem taşımaktadır. Günümüz sosyal devlet anlayışı çerçevesinde sağlık hizmetleri hükümet harcamaları içinde önemli bir pay oluşturmaktadır. Dolayısıyla etkinlik düzeyinin yükselmesi, sağlık hizmetlerinin maliyetini düşürerek devletin daha iyi kaynak planlaması yapabilmesi ve sağlık hizmetlerinde adaleti daha kolay sağlamasına imkân verebilecektir.

Performans ölçümü ve takibi özellikle sağlık hizmetlerinde oldukça önemli bir konudur. Bir sağlık sisteminin performans hedeflerinin en önemli boyutlarından biri etkinliktir. Son 30 yılda, sağlık hizmetlerinin performans değerlendirmesinde kullanılmak üzere parametrik ve parametrik olmayan birçok yöntem geliştirilmiştir. Etkinliğin ampirik olarak ölçümü konusunda kullanılan iki başat metot Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Stokastik Sınır Analizi'dir (SSA). Bayesyen SSA ise ön-bilgiyi dikkate aldığı için daha gerçekçi tahminler elde etme imkânı sunmaktadır.

Türkiye'de sağlık sektöründe bir etkin(siz)lik sorunu bulunduğu bugüne kadar yapılan gözlemler ve ampirik çalışmalarla ortaya koyulmuştur. Bu çalışmada sağlık hizmetlerinde teknik etkinlik konusu kamu hastaneleri düzeyinde ele alınarak klasik SSA ve Bayesyen SSA yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır. Elde edilen bulgular klasik ve Bayesyen SSA'dan elde edilen etkinlik skorlarının önemli ölçüde farklılaştığını ortaya koymaktadır. Bayesyen SSA skorlarına göre kamu hastaneleri tam etkinlik sınırına yakın faaliyet göstermektedirler ve bu yüzden etkinliği artırmak açısından sınırlı bir potansiyele sahiptirler.

Anahtar kelimeler: Etkinlik, Hastane, Stokastik Sınır Analizi, Bayesyen Stokastik Sınır Analizi.

ABSTRACT

EFFICIENCY ANALYSIS IN PUPLIC HOSPITAL WITH BAYESYEN STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS

The concept of efficiency is of particular importance for health services, which is an expensive type of service. Within the framework of contemporary “social state” understanding, health services constitute a considerable share within total government spendings. Therefore, the increase in the level of efficiency will enable the state to make better resource planning and to provide justice in health services more easily by reducing the cost of health services.

Performance measurement and monitoring are particularly important issues in health care services. One of the most important aspects of the performance goals of a health system is efficiency. In the few decades, many parametric and non-parametric methods have been developed to be used in the performance evaluation of health services. The two main methods used for empirical measurement of efficiency are Data Envelopment Analysis (DEA) and Stochastic Frontier Analysis (SFA). Because Bayesian SFA takes a priori information into consideration, it provides more realistic estimates.

An (in)efficiency problem in the health sector in Turkey has been documented by observations and empirical studies conducted so far. In this study, technical efficiency in health services was investigated at the level of each public hospitals and it was investigated by using classical SFA and Bayesian SFA methods. The results show that the efficiency scores obtained from classical and Bayesian SFA differ significantly. According to the Bayesian efficiency scores, public hospitals operate close to the full efficiency limit and therefore have limited potential to increase efficiency.

Keywords: Efficiency, hospital, stochastic frontier analysis, Bayesian stochastic frontier analysis

TEŞEKKÜR

Çalıőmamın gerçekteőirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaőan, bütün aőamalarında bana yol gösteren, baőaracađıma inanıp beni teşvik eden ve desteğini hiç esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Kadir Karagöz ve analizin bir kısmının gerçekteőirilmesinde yardımcı olan hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Ziya Fırat başta olmak üzere eğitim hayatımda emeği olan tüm hocalarıma, bana inanan güvenen ve maddi manevi desteklerini eksik etmeyen haklarını asla ödeyemeyeceğim annem, babam ve ablama yürekten teşekkür ederim.

Ayrıca bu araőtırmayı BAP 2018-070 no'lu proje ile kısmen destekleyen Manisa Celal Bayar Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine de teőekkürlerimi sunarım.

Özge ATAŞ

Manisa, 2019

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
EKLER LİSTESİ	x
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

FİRMA ÜRETİM TEKNOLOJİSİ VE İKTİSADİ ETKİNLİK

1.1. TEORİK YAPI: ÜRETİM TEKNOLOJİSİ	3
1.1.1. Girdi Kümesi	6
1.1.2. Çıktı Kümesi	8
1.2. UZAKLIK FONKSİYONLARI	9
1.2.1. Girdi Uzaklık Fonksiyonu	9
1.2.2. Çıktı Uzaklık Fonksiyonu	10
1.3. TEKNİK ETKİNLİK	11
1.3.1. Girdi Yönlü Teknik Etkinlik	11
1.3.2. Çıktı Yönlü Teknik Etkinlik	13
1.4. MALİYET SINIRLARI VE MALİYET ETKİNLİĞİ	15

İKİNCİ BÖLÜM

ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

2.1. PARAMETRİK YÖNTEMLER	20
2.1.1. Stokastik Sınır Analizi	
2.1.1.1. Stokastik Üretim Sınır Fonksiyonu	20
2.1.1.2. Parametre Tahminleri	23
2.1.1.3. Teknik Etkinliğin Tahmini	26
2.1.1.4. Hipotez Testleri	28
2.1.1.5. Panel Veri Modelleri	30

2.1.1.6. Etkinsizlik Etkilerinin Araştırılması	31
2.1.2. Kalın Sınır Yaklaşımı	34
2.1.3. Serbest Dağılım Yaklaşımı	34
2.1.4. Bayesyen Stokastik Sınır Analizi	
2.1.4.1. Bayesyen Çıkarsama	35
2.1.4.1.1 Ön Dağılımın Belirlenmesi.....	37
2.1.4.1.2. Son Dağılımın Belirlenmesi.....	41
2.1.4.2. Bayesyen Stokastik Sınır Analizinin İşleyişi	41
2.2. PARAMETRİK OLMAYAN YÖNTEMLER	
2.2.1. Veri Zarflama Analizi.....	48
2.2.2. Stokastik Sınır Analizi ve Veri Zarflama Analizi Karşılaştırması.....	50

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

HASTANE ETKİNLİK ANALİZİ

3.1.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	53
3.2.TÜRKİYE’DE KAMU HASTANELERİNDE ETKİNLİK KONUSUNDAKİ ÇALIŞMALAR.....	59

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE’DE KAMU HASTANELERİNİN ETKİNLİK ANALİZİ

4.1. TÜRK SAĞLIK SİSTEMİ.....	65
4.2. VERİ, DEĞİŞKENLER VE MODEL	81
4.3. MODEL TAHMİNLERİ.....	84
4.3.1. Klasik Stokastik Sınır Analizi Bulguları.....	85
4.3.2. Bayesyen Stokastik Sınır Analizi Bulguları	88
4.4. ETKİNLİK ANALİZİ SONUÇLARI.....	90
SONUÇ	94
KAYNAKLAR	96
EKLER.....	113

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Eşlenik önsel dağılımlar.....	40
Tablo 4.1. Sağlık harcamalarının GSYİH içindeki payı.....	73
Tablo 4.2. Rol grubuna göre hastanelerin sınıflandırılması.....	77
Tablo 4.3. Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler.....	84
Tablo 4.4. Model 1'in klasik SSA tahmin sonuçları	86
Tablo 4.5. Model 2'in klasik SSA tahmin sonuçları	86
Tablo 4.6. Model 3'ün klasik SSA tahmin sonuçları	87
Tablo 4.7. Model 4'ün klasik SSA tahmin sonuçları	87
Tablo 4.8. Model 1'in Bayesyen tahmin sonuçları	88
Tablo 4.9. Model 2'nin Bayesyen tahmin sonuçları	88
Tablo 4.10. Model 3'ün Bayesyen tahmin sonuçları	89
Tablo 4.11. Model 4'in Bayesyen tahmin sonuçları	89
Tablo 4.12. Rol ve konumun hastane etkinliğine etkileri.....	92

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Teknik etkinlik ve tahsis etkinliği	4
Şekil 1.2. Üretim teknolojisi ve üretim olanakları, girdi ve çıktı kümeleri	5
Şekil 1.3. Üretim Teknolojisi Girdi Kümesi	7
Şekil 1.4. Üretim Teknolojisinin Çıktı Kümesi	8
Şekil 1.5. Girdi Uzaklık Fonksiyonu	10
Şekil 1.6. Çıktı Uzaklık Fonksiyonu	11
Şekil 1.7. Girdi Yönlü Teknik Etkinlik	12
Şekil 1.8. Çıktı Yönlü Teknik Etkinlik	14
Şekil 1.9. Maliyet sınırı.....	15
Şekil 1.10. Maliyet etkinliğinin bileşenleri ve ölçümü.....	17
Şekil 2.1. Stokastik Üretim Sınırı	23
Şekil 4.1. Yıllara ve sektörlere göre hastane sayısı	67
Şekil 4.2. Yıllara ve sektörlere göre hastane yatağı sayısı	68
Şekil 4.3. Yıllara ve hizmet kapsamına göre kişi başı hekime müracaat sayısı..	69
Şekil 4.4. Yıllara göre sağlık hizmetinden genel memnuniyet oranı.....	70
Şekil 4.5. Yıllara göre kişi başı kamu ve özel sağlık harcaması.....	71
Şekil 4.6. Yıllara göre kamu ve özel sağlık harcamasının GSYİH içindeki payı	72
Şekil 4.7. İBBS-1'e göre 10000 kişiye düşen hastane yatağı sayısı.....	74
Şekil 4.8. İBBS-1'e göre hastanelerde yatak doluluk oranı.....	74
Şekil 4.9. İBBS-1'e göre 100000 kişiye düşen toplam hekim sayısı.....	75
Şekil 4.10. Yıllara göre hastanelerde yatan hasta ortalama kalış günü.....	76
Şekil 4.11. Analizde kullanılan hastanelerin rollere göre dağılımı.....	81
Şekil 4.12. Analizde kullanılan hastanelerin coğrafi bölgelere göre dağılımı....	82
Şekil 4.13. Klasik SSA etkinlik skorlarının frekans dağılımı.....	90
Şekil 4.14. Bayesyen SSA etkinlik skorlarının frekans dağılımı.....	91

EKLER LİSTESİ

Ek 1. Klasik SSA Etkinlik Skorları

Ek 2. Bayesyen SSA Etkinlik Skorları

Ek 3. Bayesyen model tahminlerinde ve SSA'da kullanılan WinBUGS kodu

Ek 4. Klasik ve Bayes Etkinlik Skorları Arasındaki Korelasyonlar



GİRİŞ

Etkinlik kavramı, pahalı bir hizmet türü olan sağlık hizmetleri için özel bir önem taşımaktadır. Günümüz sosyal devlet anlayışı çerçevesinde sağlık hizmetleri hükümet harcamaları içinde önemli bir pay oluşturmaktadır. Dolayısıyla etkinlik düzeyinin yükselmesi, sağlık hizmetlerinin maliyetini düşürerek devletin daha iyi kaynak planlaması yapabilmesi ve sağlık hizmetlerinde adaleti daha kolay sağlamasına imkân verebilecektir.

Türkiye’de 2003 yılından bu yana, sağlık hizmetlerinin organizasyonu, sunumu ve finansmanında etkililik, etkinlik ve eşitlik sağlanması amacıyla ciddi bir Sağlıkta Dönüşüm Programı (SDP) uygulanmaktadır. Bu bağlamda aile hekimliği uygulamasına geçiş, performans dayalı ücret sistemi uygulanması, Sosyal Sigortalar Kurumu hastanelerinin Sağlık Bakanlığı hastaneleri ile birleştirilmesi ve hastaneler arası koordinasyonun sağlanması amacıyla Kamu Hastaneleri Birliği’nin ihdas edilmesi gibi önemli değişiklikler gerçekleştirilmiştir. SDP sonrası dönemde kamu hastanelerine yönelik talep artmıştır. Bu durum sağlık personelinin performansına da yansımıştır. Sağlık personelinin performansı ise temelde ürettikleri çıktı ile ölçülmektedir.

Performans ölçümü ve takibi özellikle sağlık hizmetlerinde oldukça önemli bir konudur. Bir sağlık sisteminin performans hedeflerinin en önemli boyutlarından biri etkinliktir. Son 30 yılda, sağlık hizmetlerinin performans değerlendirmesinde kullanılmak üzere parametrik ve parametrik olmayan birçok yöntem geliştirilmiştir. Etkinliğin ampirik olarak ölçümü konusunda kullanılan iki başlıca metot Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Stokastik Sınır Analizi’dir (SSA). VZA matematiksel programlamaya dayalı iken SSA ekonometrik bir yöntemdir.

Türkiye’de sağlık sektöründe bir etkinlik sorunu bulunduğu bugüne kadar yapılan gözlemler ve ampirik çalışmalarla ortaya koyulmuştur. Bu çalışmada sağlık hizmetlerinde teknik etkinlik konusu kamu hastaneleri düzeyinde ve farklı bir yöntem kullanılarak araştırılmaktadır. Türkiye’de 2014 yılına ait veriler kullanılarak hastane düzeyinde teknik etkinlik araştırması Bayesyen SSA yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde etkinlik kavramının teorik altyapısı hakkında bilgi verilmiştir. Araştırma kapsamında kullanılan teknik etkinliğin dayandığı üretim

olanakları kümesi, girdi ve çıktı kümeleri, uzaklık fonksiyonlarının tanımları ve kapsamı üzerinde durulmuş, aynı zamanda etkinliğin bir diğer kolu olan tahsis etkinliği hakkında da bilgi verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde etkinlik ölçme yöntemleri tanıtılmaktadır. Parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olarak ikiye ayrılan yöntemlerden araştırma kapsamında kullanılan parametrik yöntemler SSA ve Bayesyen SSA'nın teorik yapısı detaylı şekilde anlatılmıştır. Ayrıca diğer parametrik yöntemler Serbest Dağılım Yaklaşımı (SDY) ve Kalın Sınır Yaklaşımına (KSY) da kısaca değinilmiştir. Daha sonra etkinlik ölçme yöntemlerinden en sık kullanılan VZA hakkında bilgi verilmiş ve VZA ile SSA yöntemlerinin karşılaştırılması yapılmış, literatürde bulunun karşılaştırmalara yer verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde hastane etkinlikleri üzerine yapılan çalışmalar araştırılmıştır. Hastane etkinlikleri alanında Türkiye ve diğer ülkelerde yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Hastane etkinlik araştırmaları Türkiye'de SSA yöntemiyle sınırlı sayıda, Bayesyen SSA yöntemiyle ise yapılan bir çalışma bulunmadığı için VZA yöntemiyle yapılan çalışmalardan daha çok bahsedilmiştir. Diğer ülkelerde de yine SSA ve Bayesyen SSA ile daha az iken VZA ile yapılan çalışma daha fazladır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde öncelikle Türk sağlık sistemi hakkında bilgi verilip ampirik analiz sunulmuştur. Türk sağlık sisteminin tarihi gelişiminden bahsedilip Sağlık Bakanlığı istatistik yıllıklarından elde edilen grafiklerle güncel sağlık sistemi hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri ve modeller sunulmuş ardından ekonometrik analize geçilmiştir. Analizde kullanılan SSA yöntemi tek bir çıktı kullanımına izin verdiği için iki çıktı için dört ayrı model kurulmuştur. Son olarak Klasik SSA ve Bayesyen SSA yöntemleriyle yapılan hastane etkinlikleri bulguları değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 1. FİRMA ÜRETİM TEKNOLOJİSİ VE İKTİSADİ ETKİNLİK

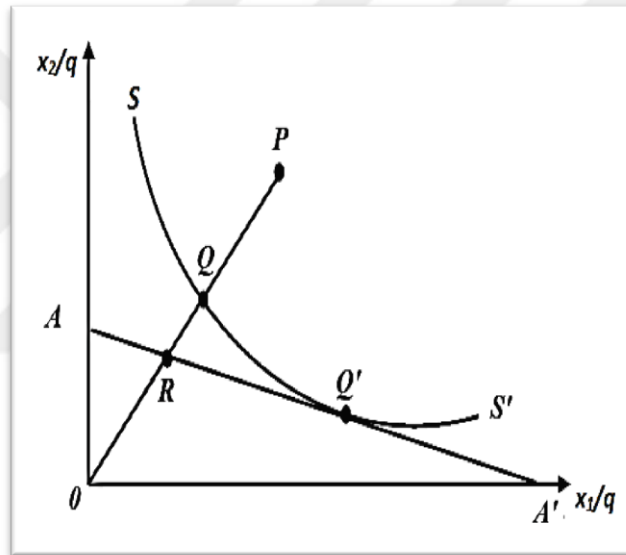
Üreticilerin temel amacı, çıktılarını üretmek için gerekli asgari girdiyi kullanarak ve üretimi gerçekleştirmek için gereken harcamayı en düşük düzeye indirerek, ayrıca üretim faaliyetlerinden kaynaklanan kârı en üst düzeye çıkararak üretimi sağlamaktır. Üreticilerin bu amaçlarına ulaşmak için çeşitli optimizasyon problemlerini aşması gerekirken gerçek hayatta tüm üreticilerin bu problemleri çözüp amaçlarına ulaşması mümkün olmayacaktır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 2). Böyle bir durumda firmalarda üretim/ maliyet/ hasılat/ kâr sınırlarından sapmalar söz konusu olacak yani etkinsizlik meydana gelecektir. Başka bir ifadeyle firmaların üretim/ maliyet/ hasılat/ kâr sınırlarında ya da optimum düzeyde faaliyet göstermesi de etkinlik olarak ifade edilebilir (Atılğan, 2012: 4).

Etkinlik ve verimlilik kavramları çoğu zaman eş anlamlı olarak kullanılmasına rağmen, birbirinden farklı kavramlardır. Verimlilik en basit ifadeyle bir firmanın çıktı miktarının girdi miktarına oranıdır. Tek bir girdi ve çıktının olduğu durumlarda verimliliği hesaplamak kolayken çoklu girdi ve çıktının olduğu durumda, bunların birleştirilerek bir endeks çerçevesinde hesaplanması gerekir. Burada bahsedilen verimlilik, verimliliğin kısmi ölçümlerinin (işgücü verimliliği, arazi verimliliği vb.) kastedilmediği toplam faktör verimliliğidir (Coelli vd., 2005: 2-3). Etkinlik ise, veri bir teknolojiye kaynakların dağılımı ile ilgilenmektedir (Viscusi vd., 2005: 66). Bir başka deyişle, verimlilik bütün hâlinde kaynak etkinliğini ölçerken, etkinlik her bir üretim kaynağı başına elde edilen çıktı olarak değerlendirilebilir (Kök ve Deliktaş, 2003: 56). Etkinlik ve verimlilik arasındaki bir diğer fark da oluşum sürecidir. Etkinlik daha çok kısa dönemli bir olgu iken, verimlilik uzun dönemli bir olgudur.

Etkinlik kavramı, fiyat bilgisi göz ardı edilerek ölçülen teknik etkinlik (technical efficiency) ve fiyatlarla ilgili bilgi ve üreticilerin davranışsal hedefleri konusunda varsayım yapılabilen tahsis etkinliği (allocative efficiency) olarak ayrılabilir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 16-17). Ayrıca bu ayrım içinde de etkinliğe girdi yönünden (input-oriented) ve çıktı yönünden (output-oriented) yaklaşımlar da mevcuttur. Teknik etkinlik ve tahsis etkinliği birlikte ele alındığında ekonomik etkinlik elde edilir (Coelli vd., 2005: 5).

Teknik ve tahsis etkinliği arasındaki farkı ilk olarak ölçen kişi Farrell (1957)'dir. Farrell'in yönteminden yola çıkarak Şekil 1.1'de basit bir şekilde aradaki fark ele alınmıştır. Bir firmanın ölçeğe göre sabit getirinin olduğu varsayımı altında iki girdi (x_1 ve x_2) ile tek bir çıktı (y) ürettiği varsayılmaktadır. SS' eğrisi, belli miktarda çıktı elde edebilmek için gereken minimum girdi miktarını gösteren eş ürün eğrisi olup teknik etkinliğin ölçülmesini de sağlamaktadır. Şekil 1.1'e göre Q noktası ile P noktasında aynı oranda faktör kullanılıyorken, P noktasında birim üretimi gerçekleştirmek için her faktörden OQ/OP kadar daha fazla kullanılmaktadır. Buradan yola çıkarak P noktasında faaliyet gösteren bir firma için teknik etkinlik OQ/OP olacaktır.

Şekil 1.1 Teknik Etkinlik ve Tahsis Etkinliği



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

Şekilde eş ürün eğrisi üzerinde bulunan Q ve Q' noktaları teknik etkindir. Aynı zamanda eş maliyet eğrisi AA' doğrusuna teğet olan Q' noktasında üretim maliyeti minimum düzeydedir. Teknik etkin olan Q noktasında ise üretim maliyeti RQ kadar daha fazladır. Bu durumda maliyet etkinliği P ve Q' noktalarıyla ilişkilendirilmiş girdi vektörleriyle girdi maliyetlerinin oranı (OR/OQ) olarak hesaplanır. Firmanın toplam etkinliği de teknik etkinlik ve tahsis etkinliği çarpımına eşittir (Farrell,1957: 255).

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

1.1. TEORİK YAPI: ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

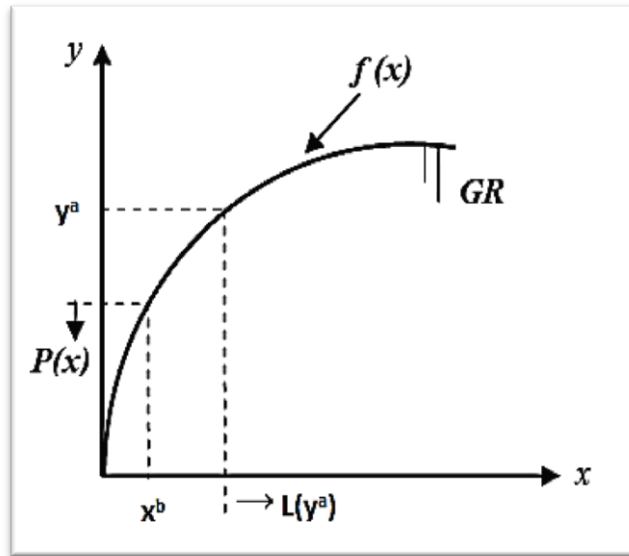
Üretim olanakları kümesi, etkinlik kavramının belirlenebilmesi için önemli noktalardan ilkidir. Üreticilerin negatif olmayan girdi vektörü, $x = (x_1, \dots, x_N) \in R_+^N$ kullanarak negatif olmayan çıktı vektörü, $y = (y_1, \dots, y_M) \in R_+^M$ elde ettikleri varsayıldığında üretim olanakları kümesi (GR),

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

olarak tanımlanabilir. Denklem 1.2 GR uygulanabilir girdi-çıkıtı vektörlerinin kümesini tanımlamaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 18). Bir başka ifadeyle üretim olanakları eğrisi, bir firmanın karşı karşıya olduğu teknolojik imkânları tanımlamaktadır (Varian, 1992: 2).

Şekil 1.2’de üretim teknolojisi tek girdi ve tek çıktı durumuna göre tanımlanmaktadır. Üretim olanakları eğrisi GR , X-ekseni ile orijinden çıkan eğri arasında sınırlandırılmış girdi-çıkıtı kombinasyonları kümesidir. Firmalar bu küme içerisinde üretim gerçekleştirebilirler ve bu kümenin sınırlarının üstünde gerçekleşen bir üretim etkin olarak ifade edilirken, sınırdan uzaklaşan üretimler etkinsizliği gösterecektir. Etkinsizliğin boyutu ise uzaklık fonksiyonları temelinde belirlenmektedir.

Şekil 1.2 Üretim Teknolojisi ve Üretim Olanakları Girdi ve Çıkıtı Kümeleri



Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 19-20)

Üretim olanakları kümesinin (GR) aşağıdaki özellikleri taşıdığı varsayılmaktadır:

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

$G2: GR$ kapalı bir kümedir.

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

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

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

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

$G7: GR$ konveks bir kümedir.

$G1$, negatif olmayan girdi vektörünün en az sıfır çıktı üretebileceğini içerir, $G2$ teknik etkin girdi ve çıktıların varlığını kesinleştirmektedir. $G3$ sonsuz bir çıktının olamayacağını ifade eder, $G4$ ve $G5$ zayıf tekdüzelik özelliklerini içermektedir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 19). $G6$ nadiren $G4$ ve $G5$ 'in yerini alır ve gerçekleştirilebilir girdilerdeki artış ve gerçekleştirilebilir çıktılardaki azalışın mümkün olabileceğini garanti altına alır. Aynı zamanda $G6$ güçlü tekdüzelik olarak kabul edilmektedir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 20).

Bir firmanın üretim süreci tek bir girdi ve tek bir çıktıyla oluşması neredeyse mümkün değildir. Bu durumda birden fazla girdi ve birden fazla çıktının kullanılması gerekebilir. Böyle bir yapıda teknik etkinlik ölçütleri üretim sınırı yerine Malmquist (1953) ve Shephard (1953,1970) tarafından literatüre kazandırılan uzaklık fonksiyonları kullanılmaktadır. Bunlardan girdi uzaklık fonksiyonları girdi kümelerinin yapısını, çıktı uzaklık fonksiyonları da çıktı kümelerinin yapısını meydana getirmektedir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 28).

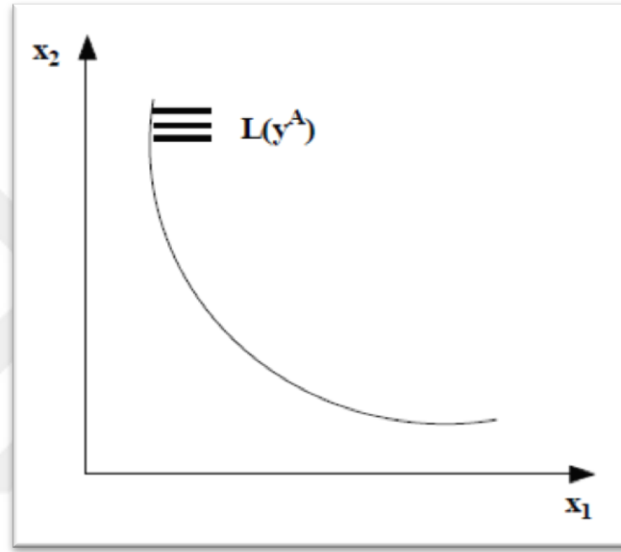
1.1.1. Girdi Kümesi

Üretim teknolojisi girdi kümesi, her bir çıktı vektörünü (y) üretebilecek tüm girdi vektörleri (x) kümesinden oluşmaktadır. Üretim olanakları kümesinde tanımlı her çıktı vektörü $y \in R_+^M$ için girdi kümesi şu şekilde tanımlanmaktadır (Lovell, 1993; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 21):

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

Şekil 1.3'te, $L(y^A)$ eğri ile alttan sınırlanmış alanı ifade etmektedir. $L(y^A)$, $[x^A, +\infty)$ aralığındaki girdi kümesidir (Coelli vd., 2005: 43; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 21). Her bir y çıktı vektörünü üretemeyen girdi vektörlerini tanımlayan 'girdi eşürün kümesi' ve y çıktı vektörünü üretebilen ancak herhangi bir boyutta küçültüldüğünde y çıktı vektörünü üretemeyen girdi vektörünü tanımlayan 'etkin girdi alt kümesi' girdi kümesinin alt kümeleridir (Fare vd., 1983: 183; Lovell, 1993; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 24).

Şekil 1.3 Üretim Teknolojisi Girdi Kümesi



Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 24)

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

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

$L2: L(y)$ kümesi kapalıdır.

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

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

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

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

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

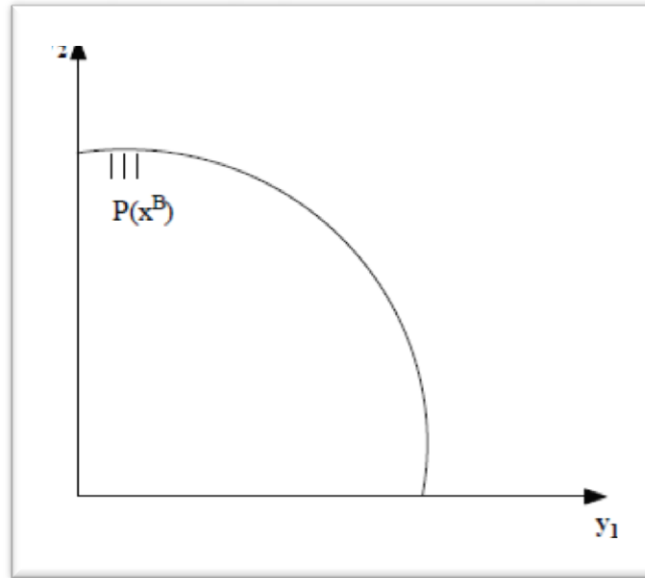
1.1.2. Çıktı Kümesi

Üretim teknolojisinin çıktı kümesi, tüm girdi vektörleri (x) kullanılarak üretilebilecek tüm çıktı vektörlerini (y) tanımlamaktadır. Üretim olanakları kümesinde tanımlı her girdi vektörü $x \in R_+^N$ için mümkün çıktı kümesi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 22-23):

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

Şekil 1.4'te $P(x^B)$, eğri tarafından yukarıdan sınırlanan bölgeyi gösterirken, $P(x^B)$, $[0, y^B]$ aralığı çıktı kümesini göstermektedir (Coelli vd., 2005: 42; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 22). Her bir x girdi vektörüyle üretilen, ancak merkezden kenarlara doğru genişletildiğinde x girdi vektörleriyle üretilmeyen çıktı vektör kümesini tanımlayan 'çıktı eşürün kümesi' ve her bir x girdi vektörüyle üretilen ancak herhangi bir boyutta genişletildiğinde x girdi vektörü ile üretilmeyen tüm çıktı vektörlerinin kümesini tanımlayan 'etkin çıktı alt kümesi' çıktı kümesinin alt kümeleridir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 24).

Şekil 1.4 Üretim Teknolojisinin Çıktı Kümesi



Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 22)

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

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

P2: $P(x)$ kümesi kapalıdır.

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

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

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

Eğer zayıf tekdüzelik özellikleri ($G4$ ve $G5$), $G6$ 'nın yerini alırsa, bu durumda $P4$ ve $P5$ güçlü tekdüzeliğin yerini alır:

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

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

1.2. UZAKLIK FONKSİYONLARI

Önceki bölümde belirtildiği üzere uzaklık fonksiyonları teknik etkinliğin ölçümünde kullanılmaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 28). Aynı zamanda tekli çıktı üretim fonksiyonlarında olan parametrik gösterim imkânının ortadan kalktığı durumda yani çoklu çıktıların üretilmesi için çoklu girdilerin kullanılması gereken durumlarda üretim teknolojisinin fonksiyonel yapısını belirlemek için uzaklık fonksiyonları kullanılmaktadır (Coelli vd., 2005: 47). Girdi uzaklık fonksiyonları ve çıktı uzaklık fonksiyonları olarak iki ana kategoride ele alınan uzaklık fonksiyonları, üretimin, üretim imkânları sınırına olan uzaklığının ölçümünü içermektedir.

1.2.1. Girdi Uzaklık Fonksiyonu

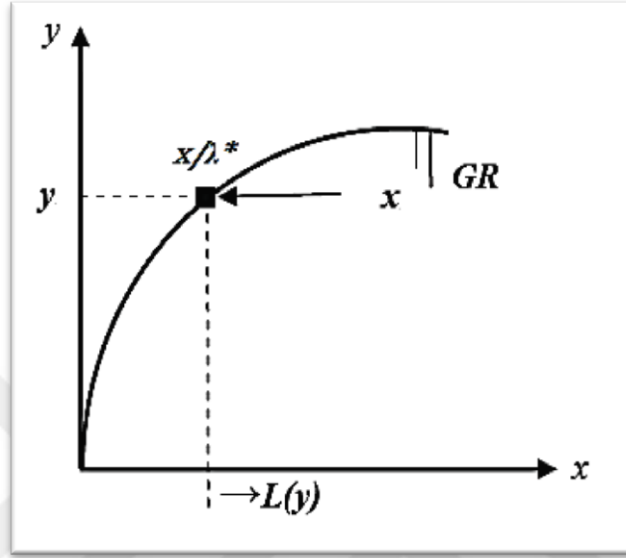
Girdi uzaklık fonksiyonu bir üreticinin girdi vektörünün radyal olarak küçültebildiği ve ürettiği çıktı vektörü için hâlâ elverişli kalacağı maksimum miktarı verir. Girdi uzaklık fonksiyonu bir üreticiden üretim olanaklarının sınırına kadar olan uzaklığın ölçülmesinde girdi koruyucu bir yaklaşım benimsemiştir. Bu durumda girdi uzaklık fonksiyonu;

$$D_i(y, x) = \max \left\{ \lambda: \left[\frac{1}{\lambda} \right] x \in L(y) \right\} \quad (1.5)$$

olarak tanımlanmaktadır (Greene, 2008: 102; Caves vd., 1982: 1395; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 28; Coelli vd., 2005: 49).

Şekil 1.5 girdi uzaklık fonksiyonunu Denklem 1.5 ile verilen tanımı göstermektedir. Şekilde x girdi vektörü y çıktısını üretebiliyorken aynı y çıktısı daha küçük olan (x/λ^*) girdi vektörüyle de üretilebilmektedir. Bu çerçevede girdi uzaklık fonksiyonu $D_i(y, x) = \lambda^* > 1$ olmaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 29).

Şekil 1.5 Girdi Uzaklık Fonksiyonu



Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 25)

1.2.2. Çıktı Uzaklık Fonksiyonu

Çıktı uzaklık fonksiyonu, bir üreticiden üretim olanakları sınırına kadar olan mesafenin ölçülmesinde çıktı genişletici bir yaklaşım benimser. Bir çıktı vektörünün girdi vektörü hâlâ üretken iken çıktı vektörünün düşürülebileceği minimum miktarı verir. Bu durumda çıktı uzaklık fonksiyonu:

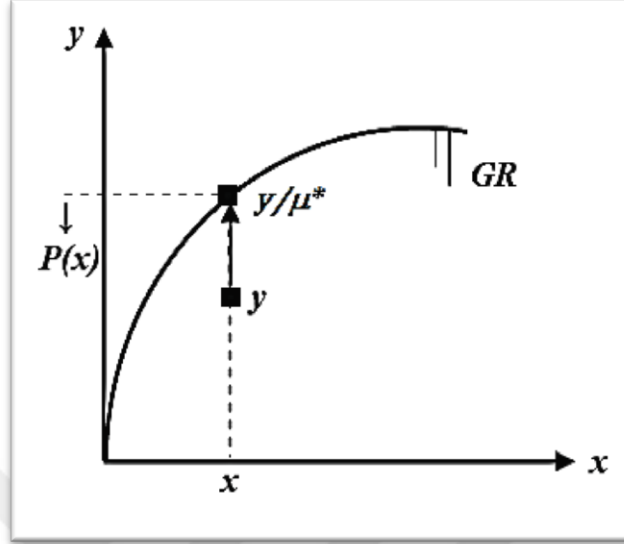
$$D_0(x, y) = \min\{\mu: y/\mu \in P(x)\} \quad (1.6)$$

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

Şekil 1.6 çıktı uzaklık fonksiyonunu Denklem 1.6 ile verilen tanımı üretim olanakları kümesi GR yardımıyla görsel olarak açıklamaktadır. Şekilde y çıktı x kadar girdi kullanılarak üretilebilmektedir. Ancak aynı girdi vektörü ile çıktının

(y/μ^*) düzeyine artırılması mümkündür. Bu çerçevede çıktı uzaklık fonksiyonu $D_0(x, y) = \mu^* < 1$ olmaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 30-31).

Şekil 1.6 Çıktı Uzaklık Fonksiyonu



Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 31)

1.3. TEKNİK ETKİNLİK

Genel anlamda teknik etkinlik veri bir çıktı vektörünün üretiminde minimum girdiyi kullanma yeteneğini ya da verilen bir girdi vektöründen maksimum çıktıyı elde etme yeteneğini ifade eder. İlk olarak Debreu (1951) ve Farrell (1957) tarafından yapılan tanımlamalarda teknik etkinlik girdi yönlü teknik etkinlik ve çıktı yönlü teknik etkinlik olarak ayrılmıştır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 42). Bu durumda teknik etkinlik girdi yönlü teknik etkinlik ve çıktı yönlü teknik etkinlik olarak iki ana başlıkta incelenmektedir.

1.3.1. Girdi Yönlü Teknik Etkinlik

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

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

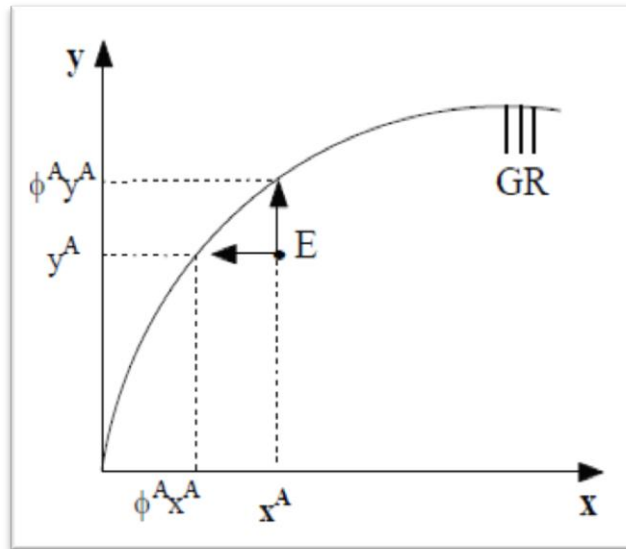
Denklem 1.7 tüm girdilerdeki eşit orantılı daralma kapsamında teknik etkinliği ölçer. Tüm girdilerde eşit orantılı bir daralma mümkün değilse, girdi vektörü teknik etkin olarak kabul edilmektedir. Aynı zamanda tek girdi ve çıktının olmadığı çoklu girdi ve çıktı vektörü olduğunda teknik etkinlik ölçümü için uzaklık fonksiyonlarından faydalanılacağı önceki bölümlerde bahsedilmiştir. Bu çerçevede teknik etkinlik ölçümünü, girdi yönlü teknik etkinlik ölçümü için,

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

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

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

Şekil 1.7 Girdi Yönlü Teknik Etkinlik



Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 47)

Şekil 1.7'de girdi yönlü teknik etkinlik $TE_i(y^A, x^A)$, y^A çıktısının üretimini sağlayacak şekilde x^A girdisinde gerçekleştirilecek maksimum küçülmeyi ölçmekte

olduğu için, “E” noktasında $y^A = f(\phi^A x^A)$ faaliyet gösteren bir firma için girdi yönlü teknik etkinlik ölçütü $TE_i(y^A, x^A) = \phi^A < 1$ olmaktadır. Buradan hareketle x^A girdisi kullanarak y^A çıktısı üreten bir firma “E” noktasında üretim sınırının altında faaliyet gösterdiği için etkin değildir diyebiliriz (Atılğan, 2012: 15 ; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 47-48).

1.3.2. Çıktı Yönlü Teknik Etkinlik

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

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

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

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

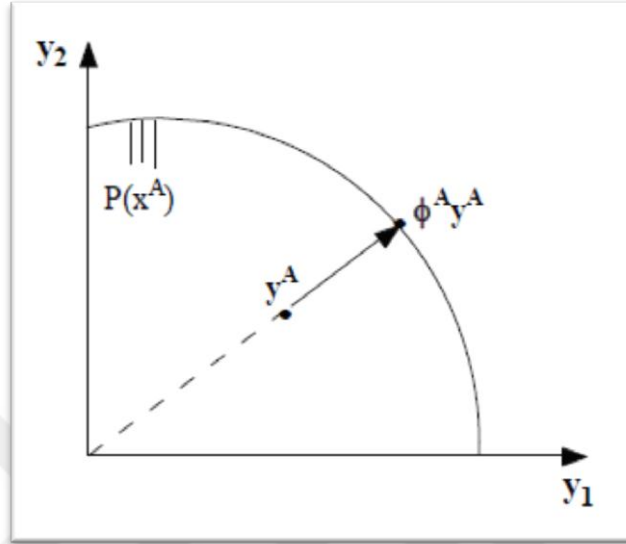
olarak gösterilebilir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 49). Çıktı yönlü teknik etkinlik ölçümü $TE_0(x, y)$ aşağıdaki özellikleri taşır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 44,45):

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

Şekil 1.8’de üretici y^A kadar çıktıyı x^A kadar girdi kullanarak üretmektedir. Ancak üretici x^A kadar girdiyle $\phi^A y^A$ çıktısını üretme imkânı vardır. Buradan yola

çıkarak üretici için çıktı yönlü teknik etkinlik ölçütü $TE_0(x^A, y^A) = (\phi^A)^{-1} < 1$ olmaktadır (Atılgan, 2012: 22; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 50-51).

Şekil 1.8 Çıktı Yönlü Teknik Etkinlik



Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 50)

Teknik etkinlik ölçümünde girdi yönlü yaklaşım ve çıktı yönlü yaklaşım bazı farklılıklar gösterebilir, hangi yaklaşımın daha uygun olduğuna karar vermek için bu iki yaklaşım arasında ilişkinin belirlenmesi gerekmektedir. Girdi yönlü yaklaşım ve çıktı yönlü yaklaşım arasındaki ilişki şu şekilde gösterilebilir;

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

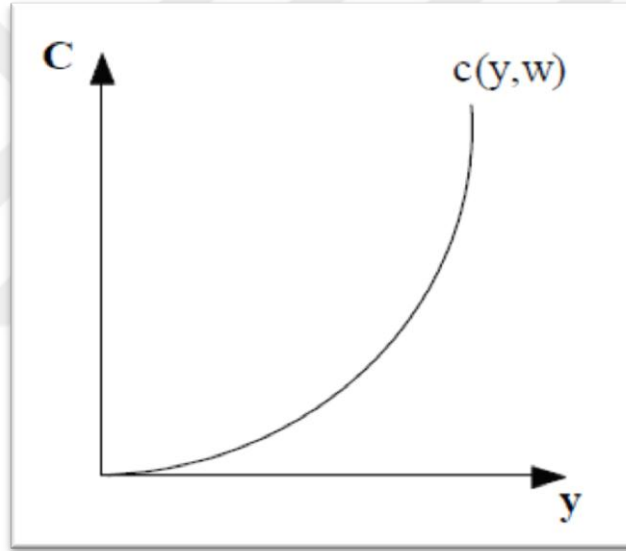
Buradan yola çıkarak girdi ve çıktı yönlü etkinlik ölçütleri teknolojinin birinci dereceden homojen olması durumunda aynı skorları verir, bu durum katıdır ve sonuçtan tatmin olma olasılığını düşürür. Sonuç olarak üreticilerin etkinlik ölçümünde girdi ve çıktı sıralamasına duyarlı hâle gelmesi olası bir durum oluşturur. Bu yüzden seçimlerde dikkatli olmak gerekir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 46).

1.4. MALİYET SINIRLARI VE MALİYET ETKİNLİĞİ

Üreticiler $w = (w_1, \dots, w_N) \in R_{++}^N$ kesin pozitif girdi fiyat vektörü ile karşı karşıya kalabilir. Böyle bir durumda üreticilerin karşılaştıkları maliyetin $w^T x = \sum_n w_n x_n$ olduğu varsayıldığında, y çıktı vektörünü minimum maliyetle üretmeyi hedefler. Bu durumda girdi kümeleri ve girdi uzaklık fonksiyonları yardımıyla firma için maliyet sınırı şu şekilde tanımlanabilir (Cornes, 1992: 128; Chambers, 1989: 262; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 33):

$$c(y, w) = \min_x \{w^T x : x \in L(y)\} = \min_x \{w^T x : D_i(y, x) \geq 1\} \quad (1.12)$$

Şekil 1.9 Maliyet Sınırı



Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 33)

Maliyet sınırı $c(y, w)$ veri girdi fiyatları ile herhangi bir birim çıktının üretilmesi için gerekli minimum harcama miktarını gösterir. Üreticiler harcamalarını maliyet sınırında ya da sınırın üst bölgesinde olmak zorundadır. Bu sınır Şekil 1.9'da gösterilmiştir. Bu nedenle maliyet sınırı, maliyet minimizasyonu varsayımının uygun görüleceği üreticilerin performansının ölçülmesine yönelik bir standart sağlar (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 33-34). Maliyet sınırında işlem gerçekleştiren bir üretici için toplam harcama minimize edileceğinden toplam harcama $w^T x = c(y, w)$ olacaktır. Bu durumda girdi vektörü $x = x(y, w)$ olur ve maliyeti minimize eden

girdi talep vektörüne eşit olur. Maliyet sınırının üst bölgesinde işlem gösteren bir üretici için ise $w^T x > c(y, w)$ olduğu için $x \neq x(y, w)$ olur (Atılgan, 2012: 24).

Üretim sürecinde tek bir çıktının üretilmesi durumunda maliyet sınırını tanımlayan denklem şu şekilde tanımlanır:

$$c(y, x) = \min_x \{w^T x : y \leq f(x)\} \quad (1.13)$$

Maliyet sınırı monosite ve süreklilik özelliklerini taşıyorsa, aynı özellikleri taşıyan girdi özellik fonksiyonu $D_i(y, x)$ ile dualite özelliğine sahiptir (Cornes, 1992: 128; Kumbhakar ve Lovell, 2000: 34).

$$D_i(y, x) = \min_x \{w^T x : c(y, w) \geq 1\} \quad (1.14)$$

Denklem 1.14'te dışsal olarak belirlenen girdi fiyatları ve maliyet minimizasyon davranışı varsayımı altında $D_i(y, x)$ ve $c(y, w)$ üretim teknolojisinin yapısı ile ilgili eş bir tanımlama verilmektedir. Shephard (1953)'a göre girdi fiyatlarının farklı olması durumunda maliyet sınırı şu şekildedir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 35):

$$x(y, w) = \nabla_w c(y, w) \quad (1.15)$$

Denklem 1.15'e göre maliyet düşürücü girdi talep denklemlerinin vektörü maliyet sınırının girdi fiyat gradyanı olarak elde edilebilir. Maliyet etkinliğine ulaşmak için girdi yönlü teknik etkinliğe ulaşmak önemlidir ama yeterli değildir. Çünkü teknik etkin olan bir üreticinin karşılaştığı girdi fiyatları göz önüne alındığında uygun olmayan bir girdi bileşimi kullanabilir. Maliyet etkinliği şu şekilde tanımlanır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 51):

$$CE(y, x, w) = c(y, w) / w^T x \quad (1.16)$$

Şekil 1.10'un I. panelinde w^A girdi fiyatları seviyesinde y^A çıktısını üretmek için x^A girdisi kullanarak maliyet etkinliği girdi eşürün kümesi kullanılarak belirtilmiştir. II. panelde ise aynı durum $c(y, x^A)$ kullanılarak gösterilmiştir. Şekilde firma için w^{AT} veri girdi fiyatlarıyken, birim üretimin minimum maliyetle gerçekleşmesi için $L(y^A)$ girdi kümesi içinde x^E girdi bileşimi seçilmiştir. Üretici ise gerçekte veri fiyatlarda x^A girdi bileşimini kullanmaktadır. Bu nedenle üretici için minimum maliyet $c(y^A, x^A) = w^{AT} x^E$ olurken, gözlenen maliyet $w^{AT} x^A$ olur ve bu

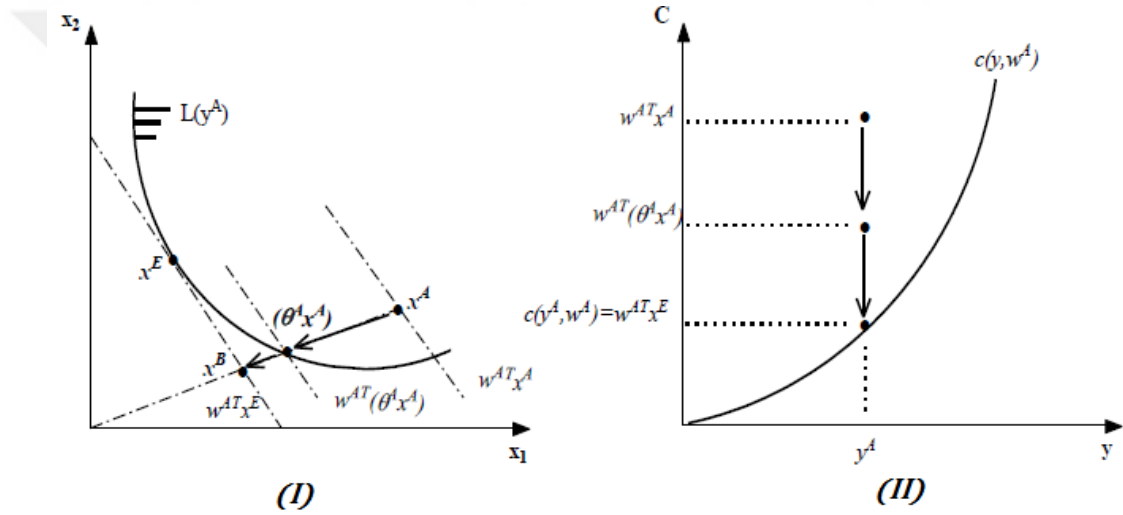
durumda maliyet etkinliği minimum maliyetin gözlenen maliyete oranı olur ve şu şekilde ifade edilebilmektedir:

$$CE = \frac{c(y^A, x^A)}{w^{AT}x^A} \quad (1.17)$$

x^A girdi bileşimi ile birim üretimi gerçekleştiren üretici için girdi yönlü teknik etkinlik aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$TE_i(y^A, x^A) = \frac{w^{AT}(\theta^A x^A)}{w^{AT}x^A} = \theta^A \quad (1.18)$$

Şekil 1.10 Maliyet Etkinliğinin Bileşenleri ve Ölçümü



Kaynak: Kumbhakar ve Lovell (2000: 52)

Maliyet etkinliği ölçüsü aşağıdaki özellikleri taşımaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 53):

- $0 < CE(y, x, w) \leq 1$ değerini alır. $CE(y, x, w) = 1 \Leftrightarrow x = x(y, w)$ olduğu için $w^T x = c(y, w)$ olur.
- Her $\lambda > 0$ için $CE(y, \lambda x, w) = \lambda^{-1} CE(y, x, w)$
- Her $\lambda \geq 1$ için $CE(\lambda y, x, w) = CE(y, x, w)$
- Her $\lambda > 0$ için $CE(y, x, \lambda w) = CE(y, x, w)$

Şekil 1.10 panel I'de, x^E girdi kullanımı düzeyindeki maliyet ile x^B girdi kullanımı düzeyindeki maliyet birbirine eşittir. Girdi yönlü teknik etkinlik, x^A girdi kullanımı düzeyi için $\theta^A x^A$ girdi bileşimi maliyetinin x^A girdi bileşimi maliyetine

oranı olarak bulunmaktadır. Maliyet etkinliği açısından geri kalan diğer parça ise x^E girdi bileşimi maliyetinin $\theta^A x^A$ girdi bileşimi maliyeti oranı olup, nispi veri fiyatlarına bağlı uygun girdi tahsisinin gerçekleştirilememesinden kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak $\theta^A x^A$ girdi bileşimi teknik olarak etkin olmakla birlikte, $\frac{\theta^A x_1^A}{\theta^A x_2^A} > \frac{x_1^E}{x_2^E} = \frac{x_1(y^A, w^A)}{x_2(y^A, w^A)}$ olduğundan maliyet etkinliğe sahip değildir. Bu anlamda maliyet etkinsizliğine sahip olan unsur $\theta^A x^A$ girdi bileşimi için tahsis etkisizliğidir. Buradan yola çıkarak toplam etkinlik ölçütü teknik etkinlik ile tahsis etkinliğinin çarpımına eşittir. Bu nedenle *girdi yönlü teknik etkinlik*, maliyet etkinliğinin girdi yönlü teknik etkinliğe bölünmesiyle bulunur ve şu şekilde ifade edilir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 53):

$$AE_i(y, x, w) = CE(y, x, w) / TE_i(y, x) \quad (1.19)$$

$$AE_i(y^A, x^A, w^A) = c(y^A, w^A) / w^{AT}(\theta^A, x^A) \quad (1.20)$$

Sonuç olarak maliyet etkinliği aşağıdaki gibi ayrıştırılmaktadır:

$$CE(y, x, w) = TE_i(y, x) \cdot AE_i(y, x, w) \quad (1.21)$$

Bu nedenle maliyet etkinliğinin tam olması durumunda, teknik ve tahsis etkinliğinin de sağlanması gerekmektedir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 54):

$$CE(y, x, w) = 1 \Leftrightarrow TE_i(y, x) = AE_i(y, x, w) = 1 \quad (1.22)$$

BÖLÜM 2. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Etkinlik ölçütleri, bir organizasyonun üretim sınırının bilindiğini varsaymakta olup varsayımın geçerli olmadığı durumda üretim sınırını bir örneklem veri seti ile tahmin edilmelidir. Bu sınırın tahmin edileceği model seçilirken genel etkinlik veya teknik ve tahsis etkinliğinden hangisinin kullanılacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Bir başka göz önünde bulundurulması gereken durum ise üretim teknolojisinin tanımlanmasında basit bir çıktıya ya da çoklu bir çıktıya izin verildiğidir. Diğer bir durum da etkinlik tahminlerinin kâr maksimizasyonu mu ya da maliyet minimizasyonunu mu amaçladığı belirtilmelidir (Atılğan, 2012: 30).

Etkinlik temel olarak parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerle tahmin edilebilmektedir. Parametrik olmayan yöntem Veri Zarflama Analizi (VZA) iken parametrik olan yöntemler; Stokastik Sınır Analizi (SSA), Serbest Dağılım Yaklaşımı (SDY) ve Kalın Sınır Yaklaşımıdır (KSY). Parametrik olmayan yöntemler belirli bir fonksiyonel forma ihtiyaç duymadıkları için başlangıçta herhangi bir varsayımda bulunmazken doğrusal programlama mantığı ile çalıştıkları için birden çok değişken sistemde çözümlenebilmektedir. Bir başka taraftan, parametrik olmayan yöntemler rassal hata barındırmadıkları için veri ölçüm hataları, şans veya diğer hataların sistemde yer alması nedeniyle etkinlik sınırı yanlış oluşturulabilmektedir (Berger ve Humphrey, 1997).

Parametrik yöntemlerde ise bir gözlem kümesinin olduğu varsayılmaktadır. Bu gözlem kümesi içinde en iyi performansı sağlayan bir regresyon çizgisi veya etkinlik sınırı olduğu kabul edilmektedir. Bu çizgi üzerinde olan gözlemler etkin sayılırken çizgiden sapan gözlemler etkinsiz sayılır. Parametrik yöntemlerde rassal hataya yer verilir. Bu yüzden etkin sınır çizgisinden sapmaların etkinsizlikten mi rassal hatadan mı kaynaklandığı önem taşımaktadır. Parametrik yöntemler arasındaki farklar bu noktada ortaya çıkar ki her parametrik yöntemin etkinsizlik ile rassal hatanın dağılımına ait varsayımları farklıdır.

2.1. PARAMETRİK YÖNTEMLER

2.1.1. Stokastik Sınır Analizi

Stokastik sınır analizi (SSA) çoğunlukla üretimde maksimum kâr sağlama, minimum maliyetle üretim yapma, en yüksek gelir elde etme ve üretim için ortaya konulmuş bir hedefe ulaşmakta kullanılır (Avcı ve Çağlar, 2016). Bu hedeflere ulaşmak için de maliyet, kâr, ve üretim gibi açıklanan değişkenlerle; girdi, çıktı ve çevresel faktörler gibi açıklayıcı değişkenler arasında işlevsel bir ilişki kurmakta ve hata terimine modelde yer vermektedir. SSA öncesinde, Aigner ve Chu (1968) deterministik modeli, Winsten (1957)'in kullandığı Düzeltilmiş Sıradan En Küçük Kareler (DSEKK) yöntemi, Afriat (1972) ve Richmond (1974) tarafından kullanılan Uyarlanmış Sıradan En Küçük Kareler (USEKK) yöntemlerinde, belirlenen üretim sınırlarından sapmaların tamamının etkinsizlik olarak kabul edilmesi sapmaların rassal olgulardan etkinlenmediğini varsaymıştır. Ancak bu eksiklik Aigner, Lovell ve Schmidt (1977) ve Meeusen ve Van Den Broeck (1977) birbirinden bağımsız ve eş zamanlı olarak etkinsizlik nedeniyle gerçekleşen sapmanın bulunabilmesi için rassal etkiler ile etkinsizlik nedenlerinin ayrıştırabilen SSA yöntemini geliştirerek giderilmiştir. SSA yöntemiyle teknik ve tahsis etkinliğinin ölçülmesi amaçlanmıştır ve hesaplanan bu etkinlik ölçümleri gerçekte bilinmeyen etkin karar verme birimlerinin üretim sınırlarının tahminlerini içermektedir. Üretim sınırını tahmin etmek için Aigner ve Chu (1968) Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun bir formu olarak aşağıdaki şekilde ele almışlardır (Coelli vd., 2005: 241):

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

Denklem 2.1'de y_i i. firmanın çıktısını, x_i girdi logaritmalarını içeren $K \times 1$ vektörünü, β bilinmeyen parametreler vektörünü ve u_i ise teknik etkinsizlik ile ilişkili negatif olmayan rastgele bir değişkendir. Burada amaç üretim sınırının yapısını tanımlayan β parametreler vektörünün tahminlerini elde etmek ve her bir üreticinin teknik etkinliğinin belirlenmesinde kullanılan u_i hata terimini tahminlemektir (Kumbhakar ve Lovell, 2000). Modelde verilen girdi vektörü bilindiği takdirde i . Karar verme biriminin teknik etkinliği aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$TE_i = \frac{y_i}{e^{x_i\beta}} = e^{-u_i} \quad (2.2)$$

SSA yöntemi, üretim teknolojisi sınırlarından sapmaları iki parçaya ayırmaktadır. Birinci parça bir taraftan üretim fonksiyonunu ilgilendiren çevresel faktörleri kapsarken, diğer yandan üretim fonksiyonunun yanlış tanımlanması ve ölçüm hataları gibi ekonometrik hataları kapsayan rassallığı kapsar; ikinci parça firma açısından yönetimsel bir aksaklığı ya da X-etkinsizlikten kaynaklanabilecek olan etkinsizliği ifade eder (Atılğan, 2012: 31).

2.1.1.1. Stokastik Üretim Sınır Fonksiyonu

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

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

$$\ln y_i = x_i'\beta + v_i - u_i \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2.3)$$

Denklem 2.3'de y_i üreticilerin gerçekleştiren çıktılarını, x_i girdi vektörünü, v_i çevresel faktörler ve ölçüm hatalarını içeren rassal hatayı, u_i ise teknik etkinsizliği tanımlayan negatif olmayan rassal değişkeni gösterir. β tahmin edilecek parametreler iken $x_i'\beta$ üretim sınırını tanımlamaktadır. Aigner vd. (1977) v_i 'lerin sıfır ortalamalı ve σ_v^2 varyanslı bağımsız ve özdeş dağılmış normal tesadüfi değişkenler olduğunu ve aynı zamanda özdeş bağımsız şekilde dağılan üstel ya da yarı normal tesadüfi

değişkenler olduğu varsayılan u_i 'lerden bağımsız olduğunu varsaymışlardır. Sadece tek bir x_i girdisini kullanarak y_i çıktısını elde etmek için bir Cobb-Douglas stokastik üretim sınır modelini aşağıdaki gibi de tanımlamak mümkündür:

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

$$y_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i + v_i - u_i) \quad (2.5)$$

$$y_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i) \times \exp(v_i) \times \exp(-u_i) \quad (2.6)$$

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

Üretim fonksiyonunda etkinliğin olmaması üretim sınırında gerçekleşen ve etkin durumu tanımlayan çıktı aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$y_i^* = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + v_i) = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_1) \cdot \exp(v_i) \quad (2.7)$$

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

$$TE_i = \frac{y_i}{y_i^*} = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + v_i - u_i)}{\exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + v_i)} = \exp(-u_i) \quad (2.8)$$

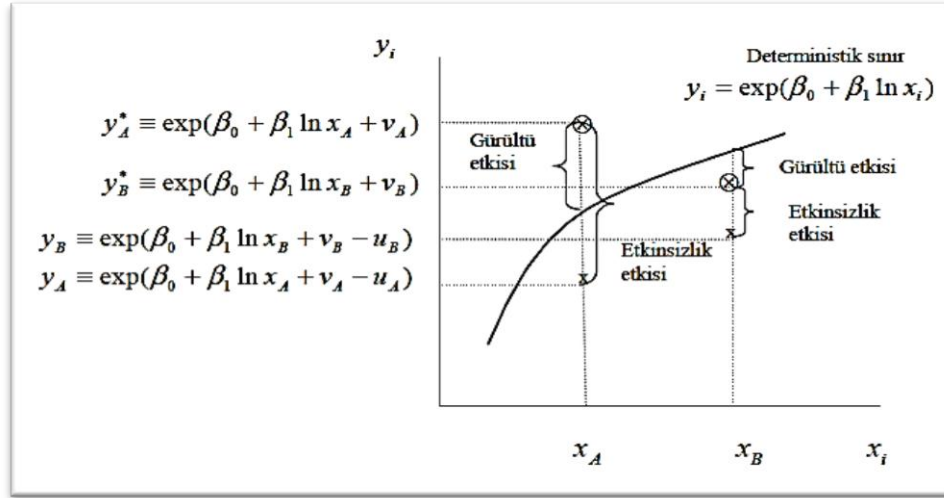
Teknik etkinliğin bu ölçümü 0 ile 1 arasında değer verir. Teknik etkinliğin stokastik üretim sınırlarında belirlenmesi girdi değerleri yatay eksen boyunca, çıktı değerleri ise dikey eksen boyunca olmak üzere Şekil 2.1 'de görsel olarak sunulmuştur. Şekil 2.1 'de y_A çıktısını üretmek için x_A girdi seviyesini kullanan bir A firması ve y_B çıktısını üretmek için x_B girdi seviyesinin kullanan bir B firması temsil edilmektedir. Firmaların rassal hatayı da içeren sınır çıktıları sırasıyla şu şekildedir:

$$y_A^* = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_A + v_A) \quad (2.9)$$

ve

$$y_B^* = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_B + v_B) \quad (2.10)$$

Şekil 2.1 Stokastik Üretim Sınırı



Kaynak: Coelli vd. (2005: 244)

A firması ve B firması için sınır çıktılarının (y_A^* ve y_B^*) deterministik üretim sınırından sapması rassal hatayı, gerçekleşen çıktılarının (y_A ve y_B) sınır çıktılarında sapması da etkinsizliği vermektedir. Şekilde görüldüğü üzere sınır çıktıları (gözlenemeyen), sınırın deterministik kısmının altında ya da üstünde eşit olarak dağılım gösterebilir. Ancak gerçekleşen (gözlenen) çıktılar sınırın deterministik kısmının altında bulunma eğilimindedir. Sonuç olarak sadece rassal hata teriminin pozitif ve etkinsizlikten büyük olması durumunda ($\epsilon_i \equiv v_i - u_i > 0 \Leftrightarrow y_i^* > \exp(x_i^* \beta)$) gerçekleşen çıktının deterministik sınırın üstünde olması durumu gerçekleşecektir (Coelli vd., 2005: 244).

2.1.1.2. Parametre Tahminleri

Teknik etkinliğin hesaplanabilmesi için öncelikle Denklem 2.3 ile tanımlanan stokastik üretim sınır fonksiyonunun parametrelerinin tahmin edilmesi gerekir. Ayrıca varsayımlarında üzerine kurulduğu bileşik hata teriminin ($\epsilon_i = v_i - u_i$) rassal hata v_i ve etkinsizlik $-u_i$ parçalarına ayrıştırılıp tahmin edilmelidir. Genel olarak her v_i her u_i 'den bağımsız olarak dağılmakta olup her iki hata da x_i açıklayıcı değişkenleri ile ilişkisizdir. Bileşik hatayı oluşturan v_i ve u_i ile ilgili bazı varsayımlar aşağıdaki gibidir (Coelli vd., 2005: 245):

- $E(v_i) = 0$ (Sıfır ortalamalı) (2.11)

- $E(v_i^2) = \sigma_v^2$ (Eş varyanslı) (2.12)

- $E(v_i v_j) = 0, i \neq j$ (İlişkisiz) (2.13)

- $E(u_i^2) = \text{sabit}$ (Eş varyanslı) (2.14)

- $E(u_i u_j) = 0, i \neq j$ (İlişkisiz) (2.15)

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

Aigner, Lovell ve Schmidt (1977) stokastik üretim sınırını maksimum olabilirlik (ML) tahminlerini elde etmek için aşağıdaki varsayımları kullanmaktadır (Coelli vd., 2005: 245):

$$v_i \sim iid N(0, \sigma_v^2) \quad (2.16)$$

$$u_i \sim iid N^+(0, \sigma_u^2) \quad (2.17)$$

Varsayım 2.16 v_i 'lerin sıfır ortalama ve σ_v^2 varyanslı bağımsız ve özdeş dağılılan normal rassal değişkenler olduğunu ifade ederken, varsayım 2.17 u_i 'lerin ve σ_u^2 varyans ile bağımsız ve özdeş dağılılan yarı normal rassal değişkenler olduğunu ifade eder. Her bir u_i 'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu 0 ortalamalı ve σ_u^2 varyansa sahip kesilmiş normal dağılımdır. Aigner, Lovell ve Schmith (1997), bileşik hata terimi ϵ_i için marjinal yoğunluk fonksiyonunu şu şekilde belirtmiştir:

$$f(\epsilon) = \frac{2}{\sigma} \cdot \phi\left(\frac{\epsilon}{\sigma}\right) \cdot \Phi\left(-\frac{\epsilon\lambda}{\sigma}\right) \quad (2.18)$$

Denklem 2.18'de ϕ standart normal dağılım yoğunluk fonksiyonunu, Φ ise standart normal birikimli dağılımı ifade eder. Ayrıca $-\infty \leq \epsilon \leq +\infty$ için $\epsilon = v + u$ 'dur ve diğer değişkenler $\sigma = (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)^{1/2}$ ve $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$ olarak tanımlanmıştır. Burada λ firmaları birbirinden ayıran, rassal hatanın iki kaynağının nispi

değişkenlerini belirtmektedir. $\lambda = 0$ ise teknik etkinsizlik yoktur ve tüm sapmalar gürültüden kaynaklanmaktadır. Bu parametreler kullanılarak log-olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

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

Denklem 2.19' da y çıktı vektörünü gösterirken, $\varepsilon_i = v_i - u_i = \ln y_i - x_i' \beta$ birleşik hata terimidir. $\phi(x)$ ise standart normal rastgele değişkenin kümülatif dağılım fonksiyonudur. λ ise u ve v 'nin ε 'na görelî katkılarını gösterir. β, σ ve λ için birinci derede koşulları tanımlanıp maksimizasyon gerçekleştirildiğinde değişkenler tahminlenmektedir. Ancak $\hat{\beta}$ tahminleri σ^2 bağımsız elde edilemediği için Aigner vd. (1977) tarafından iteratif bir çözüm bulunsa da, Battese ve Corra (1977) tarafından geliştirilen iteratif optimizasyon süreci daha uygun bulunmuştur.

Battese ve Corra log-olabilirlik fonksiyonu parametreleri için $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ ve $\gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2 \in [0,1]$ önermişlerdir. Buradaki γ parametresi 0 ile 1 arasında bir değer alır ve $\gamma = 0$ durumu sınırdan olan tüm sapmaların rassal hatalardan kaynaklandığını ifade ederken $\gamma = 1$ durumu ise tüm sapmaların etkinsizlikten kaynaklandığını ifade etmektedir (Coelli vd., 2005: 246). Battese ve Corra'nın böyle bir kullanım ileri sürmesinin sebebi Aigner ve Lovell'in ileri sürdüğü λ parametresi negatif bir değer alabiliyorken γ parametresinin 0 ile 1 arasında bir değer alıyor olabilmesidir. Battese ve Corra (1977) log-olabilirlik fonksiyonunu aşağıdaki gibi tanımlamaktadır:

$$\ln L(y|\beta, \lambda, \sigma^2) = -\frac{N}{2} \ln\left(\frac{\pi}{2}\right) + -\frac{N}{2} \ln(\sigma^2) + \sum_{i=1}^N \ln[1 - \Phi(z_i)] - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2 \quad (2.20)$$

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

2.1.1.3. Teknik Etkinliğin Tahmini

Teknik etkinlik verilen bir çıktı vektörünün üretiminde minimum girdiyi kullanma yeteneğini ya da verilen bir girdi vektöründen maksimum çıktıyı elde etme yeteneğini ifade eder. Denklem 2.3'de verilen üretim sınırı ile ilgili teknik etkinlik ölçütü Denklem 2.8'de verilmişti. Ortalama teknik etkinliği tahmin edebilmek için stokastik sınır üretim fonksiyonu kurulduktan sonra bir önceki bölümde anlatılan parametrelerin tahmin edilmesi ve sonrasında parametrelerin en çok olabilirlik tahmin edicileri yerine konularak tahmin edilir. Aigner vd. (1977) tüm örneklemin ortalama teknik etkinliğinin tahmini için $[1 - E(u)]$ ölçütünü önermektedir. Fakat Lee ve Tyler (1978) ise teknik etkinlik tanımı ile daha tutarlı olan $E(\exp\{-u\})$ eşitliğini ileri sürmüşlerdir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 77):

$$E[\exp(-u)] = 2[1 - \Phi(\sigma_u)] \cdot \exp\left\{\frac{\sigma_u^2}{2}\right\} \quad (2.21)$$

Denklem 2.21'de u 'nun nokta tahminleri elde edildiği zaman her bir karar verme biriminin teknik etkinlik tahminleri $TE_i = \exp(-\hat{u}_i)$ şeklindedir. Burada \hat{u}_i , $E(u_i|\varepsilon_i)$ 'dir. Ancak bu yaklaşımda SSA yönteminin temel sorunlarından olan teknik etkinliğin gözlem düzeyinde tahmin edilemeyip sadece örneklemin ortalama etkinliğini tahmin edebilme durumu söz konusu olduğundan Jondrow vd. (1982) tarafından geliştirilen yöntem (JLMS) ile üretici bazında teknik etkinliklerin hesaplanmasına imkân tanınmıştır. JLMS teknik etkinliğin tahmini için u_i ile ilgili bazı bilgilere ihtiyaç duyar, y_i belirlendiğinde u_i 'nin kesikli normal olasılık yoğunluk fonksiyonu şu şekildedir:

$$f(u_i|y_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_*^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_*^2}(u_i - u_i^*)^2\right\} / \Phi\left(\frac{u_i^*}{\sigma_*}\right) \quad (2.22)$$

Denklem 2.22'de $u_i^* = -(\ln y_i - x_i'\beta)\sigma_u^2/\sigma^2$ ve $\sigma_*^2 = \sigma_v^2\sigma_u^2/\sigma^2$ 'dir. Bu olasılık yoğunluk fonksiyonu i. karar verme birimi seçildikten ve y_i gözlemlendikten sonra u_i 'nin olası değerleri hakkında bilgi verir. Jondrow vd. (1982) u_i 'yi belirlemek için aşağıdaki tahmin fonksiyonunu kullanmışlardır (Coelli vd., 2005: 254):

$$\hat{u}_i \equiv E\{u_i|y_i\} = u_i^* + \sigma_* \left[\frac{\phi(u_i^*/\sigma_*)}{\Phi(u_i^*/\sigma_*)} \right] \quad (2.23)$$

Denklem 2.23’de ϕ standart normal rastgele değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonudur. Bu denkleme göre i . firmanın teknik etkinliği $TE_i = \exp\{-u_i\}$ olacağından $\exp(-\hat{u}_i)$ tahmin edicisi kullanılabilir. Ayrıca teknik etkinlik tahmininde Battese ve Coelli tarafından $f(u_i|y_i)$ kullanılarak sunulan alternatif bir yöntem de şu şekildedir:

$$\widehat{TE}_i = E\{\exp(-u_i)|y_i\} = \left[\Phi\left(\frac{u_i^*}{\sigma_*}\right) - \sigma_* \right] / \Phi\left(\frac{u_i^*}{\sigma_*}\right) \cdot \exp\left\{\frac{\sigma_*^2}{2} - u_i^*\right\} \quad (2.24)$$

SSA teknik etkinlik tahminlerine ulaşmak için dağılımlarla ilgili varsayımların gerçekleşmesi gerekir, v_i hata teriminin normal dağılıma sahip olduğu daha önceden belirtilmişti. Etkinsizliği betimleyen hata terimi u_i ’nin dağılımıyla ilgili çeşitli varsayımlar bulunmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanı yarı normal dağılım, üssel dağılım ve kesikli normal dağılım olmakta birlikte Greene (1980a, 1980b) gamma dağılımını, Stevenson (1980) gamma ve kesikli normal dağılımları kullanan modeller geliştirmişlerdir.

Normal – Yarı Normal Dağılım:

Stokastik üretim sınırlarında u_i hata teriminin negatif olmayan yarı normal dağılıma sahip olduğu varsayılır. Çünkü üreticilerin istediği teknik etkinsizlik değeri sıfır ve artan teknik etkinsizlik değerleri daha azdır. Normal-yarı normal modele ilişkin varsayımları şu şekildedir;

- $v_i \sim iid N(0, \sigma_v^2)$
- $u_i \sim iid N^+(0, \sigma_u^2)$, negatif olmayan normal dağılım
- v_i ve u_i birbirlerinden ve regresörlerden bağımsız olarak dağılmışlardır.

Normal – Üssel Dağılım:

Üssel dağılımla ilgili varsayımlar şu şekildedir;

- $v_i \sim iid N(0, \sigma_v^2)$
- $u_i \sim iid G(\sigma_u, 0)$ (σ_u ortalamalı üssel dağılım)
- v_i ve u_i birbirlerinden ve regresörlerden bağımsız olarak dağılmışlardır.

Normal – Kesik Normal Dağılım:

Yarı normal modelin genelleştirilmiş modeli kesik normal dağılımla ilgili varsayımlar şu şekildedir;

- $v_i \sim iid N(0, \sigma_v^2)$
- $u_i \sim iid N^+(\mu, \sigma_u^2)$ (Kesik normal dağılım)
- v_i ve u_i birbirlerinden ve regresörlerden bağımsız olarak dağılmışlardır.

Normal – Gamma Dağılım:

Yarı normal model kesilmiş normal modele genişletilebildiği gibi üssel modelde gamma dağılımına genişletilebilir. Gamma dağılımı ile ilgili varsayımlar şu şekildedir;

- $v_i \sim iid N(0, \sigma_v^2)$
- $u_i \sim iid G(\sigma_u, m)$ (σ_u ortalamalı ve m serbestlik derecesine sahip gamma dağılım)
- v_i ve u_i birbirlerinden ve regresörlerden bağımsız olarak dağılmışlardır.

Dağılım yaklaşımlarının hepsi her bilgisayar programında mevcut değildir. Örneğin; Frontier programı yarı normal ve kesilmiş normal modelleri kullanırken, Limdep programı üssel ve gamma modellerini kullanır. Literatür incelendiğinde farklı dağılımların kullanıldığını görsek de Greene (1990) ile Ritter ve Simar (1997) u_i 'nin dağılımı ile ilgili varsayımın sonuçları çok fazla etkilemediği göstermişler ve bu nedenle göreceli olarak basit olan dağılımların kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

2.1.1.4. Hipotez Testleri

Stokastik sınır analizinde β katsayılarının anlamlılığın yanı sıra teknik etkinsizlik etkilerinin olup olmadığının test edilmesi de ilgilenilen diğer noktalardan biridir. Stokastik sınır modelinde kullanılan parametreleştirmelere bağlı olarak boş ve alternatif hipotezler kurulup gerekli testler yapılmalıdır. Normal-yarı normal ve normal-üssel dağılım modellerinde boş hipotez tek bir parametre içeren bir sınamayken model maksimum olabilirlik metodu kullanılarak tahmin edilirse basit bir Z testi kullanılarak model test edilebilir (Kokkinou, 2009). Normal-yarı normal modelde hipotezler şu şekilde kurulabilir:

$$H_0: \sigma_u^2 = 0 \quad (2.25)$$

$$H_1: \sigma_u^2 > 0$$

Hipotezler birçok test istatistiği kullanılarak test edilebilir ve bu testlerden bir tanesi Wald istatistiğidir. Wald istatistiği bilinen basit bir Z testidir ve σ_u^2 'nin en çok olabilirlik tahmin edicisinin σ_u^2 'nin tahmin edilmiş standart hataya oranıyla hesaplanır. Boş hipotezin kabul edilmesi σ_u^2 'nin 0 olduğu ve tüm karar verme birimlerinin tamamen etkin olduğu anlamına gelir (Coelli, 2005: 258).

Aigner, Lovell ve Schmidt λ parametreleştirmesi kullandığında hipotezler ve test istatistiği şu şekilde olur:

$$H_0: \lambda = 0 \quad z = \frac{\hat{\lambda}}{sh(\hat{\lambda})} \sim N(0,1) \quad (2.26)$$

$$H_1: \lambda > 0$$

Test istatistiğinde $\hat{\lambda}$, λ 'nin en çok olabilirlik tahmin edicisiyken, $sh(\hat{\lambda})$ λ 'nin standart hatasıdır. Alternatif olarak farklı parametreleştirmeler sunan Battese ve Corra'nın modeli kullanıldığında ise hipotezler ve test istatistiği şu şekildedir:

$$H_0: \gamma = 0 \quad w = \frac{\hat{\gamma}}{sh(\hat{\gamma})} \quad (2.27)$$

$$H_1: \gamma > 0$$

2.27'deki test istatistiğinde $\hat{\gamma}$, γ parametresinin en çok olabilirlik tahmin edicisiyken, $sh(\hat{\gamma})$ γ parametresinin standart hatasıdır. Wald istatistiği standart normal tesadüfi değişken olarak asimptotik bir şekilde dağılmıştır ve γ negatif bir değer alamadığı için tek yanlı bir test olarak en iyi performansı sergiler. Ancak yapılan birçok çalışmaya göre Wald testinin küçük örneklerde yetersiz olduğu ortaya konmuştur. Örneğin; Coelli'nin yaptığı Monte Carlo çalışmasında I. tip hata olasılığını 0.05 olarak belirlemiş ancak hata olasılığı 0.20 oranında gerçekleşmiştir. Bunun anlamı yapılan 100 denemede gerçekte doğru olan boş hipotez 20 kez reddedilmiştir. Bu yüzden Wald testine alternatif olarak sıradan en küçük kareler artıklarının momentine dayanan "Likelihood-Ratio (LR) Test" yani tek yanlı genelleştirilmiş olabilirlik oran testini ileri sürmüştür (Coelli, 1995: 258).

Genelleştirilmiş olabilirlik oran testi $H_0: \gamma = 0$ hipotezi altında model teknik etkinsizlik etkisi olmadan geleneksel ortalama tepki fonksiyonuna eşittir ve test istatistiği şu şekildedir:

$$LR = -2\{\ln[L(H_0)] - \ln[L(H_1)]\} \quad (2.28)$$

Denklem 2.28'de $L(H_0)$ boş hipotezi ve $L(H_1)$ alternatif hipotezi altında logaritmik olabilirlik değerleridir. Eğer H_0 boş hipotezi doğru ise bu test istatistiğinin dâhil edilmiş kısıtlamaların sayısı kadar j serbestlik derecesine sahip $\chi^2_{(j)}$ dağıldığı varsayılır. γ parametresi sıfırdan küçük değerler alamadığı için $H_0: \gamma = 0$ hipotezi bu test istatistiğinin parametre uzayının üzerinde yer alır. Bu durumda $H_0: \gamma = 0$ hipotezi doğru ise genelleştirilmiş oran istatistiği (LR) ki-kare dağılımlarının karması olan asimptotik bir dağılıma sahiptir. Bu da $LR = \frac{1}{2}\chi^2_0 + \frac{1}{2}\chi^2_1$ 'dir (Coelli, 1995: 259). α büyüklüğünde test istatistiği için kritik değer $\chi^2_{(1)}(2\alpha)$ 'dır ve Kodde-Palm tablosunda verilmiştir (Kodde ve Palm, 1986).

2.1.1.5. Panel Veri Modelleri

SSA yöntemi çok sayıdaki firmanın birden fazla zaman periyodu içerisinde elde edilen panel veri modelleri Pitt ve Lee (1981) tarafından geliştirilmiştir. Schmidt ve Sickles (1984) ise etkinsizlik ölçümlerini sabit etki ve rassal etki modelleri ile meydana getirmiştir. Panel veri setleri kesit verilere göre daha fazla gözlem içermesi sebebiyle bazı avantajlara sahiptir. Bu avantajlar şu şekildedir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 95-97; Coelli vd., 2005: 275);

- Bilinmeyen parametrelerin ve teknik etkinliklerin daha tutarlı tahmin edicilerinin elde edilmesini sağlar.
- Etkinsizlik terimi ve rassal hatayı ayırt etmek için gerekli olan güçlü varsayımların hafifletilmesine imkân sağlar.
- Zaman içerisinde değişen teknik etkinlik değişimlerinin incelenmesine olanak verir.

Panel veri modelleri zamandan bağımsız ve zamana bağlı modeller olmak üzere iki şekilde incelenebilir. Panel veri modellerinin etkinsizliğinin zamandan bağımsız olduğu varsayımı Cornwell vd. (1990), Kumbhakar (1990) ve Battese ve

Coelli (1982)'nin yaptığı çalışmalarla etkinliğin zamana bağlı tahminine izin verecek şekilde değiştirilmiştir (Atılğan, 2012: 39). SSA yönteminin panel veri ile gerçekleştirilmesine imkân veren Battese ve Coelli (1992) modeli şu şekildedir:

$$Y_{it} = x_{it}\beta + (V_{it} - U_{it}) \quad (2.29)$$

Denklem 2.29'da $U_{it} = U_i \exp(-\eta(t - T))$ olup negatif olmayan rassal değişkendir ve etkinliği ölçtüğü varsayılr, ayrıca $U_i \sim iidN(\mu, \sigma_u^2)$ dağıldığı varsayılrken η tahmin edilecek parametrelerdir. Y_{it} i'inci firmanın t'inci zamanındaki üretimini (logaritmik formda), x_{it} i'inci firmanın t'inci zamanındaki girdi vektörünü temsil ederken β tahmin edilecek parametrelerdir. V_{it} rassal hatayı temsil eder ve $V_{it} \sim iidN(0, \sigma_v^2)$ dağıldığı varsayılr. V_{it} ve U_{it} birbirinden bağımsız dağılmaktadır. Bu modelde daha öncede bahsedilen $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ ve $\gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2 \in [0,1]$ Battese ve Corra (1977) tanımlaması geçerlidir. Ayrıca literatürde yer alan başka panel veri modelleri de bulunmaktadır. Bu modeller Battese ve Coelli (1992)'nin modelinin çeşitli kısıtlarla indirgenmiş formlarıdır (Atılğan, 2012: 40):

- Battese vd. (1989) modeli: Modelin $\eta = 0$ kısıtının olduğu etkinlilik tahminlerinin zamandan bağımsız olduğu modeldir.
- Battese ve Coelli (1988) modeli: Tahminlerin tam panel veri ile gerçekleştiği modeldir.
- Stevenson (1980) modeli: Etkinsizlik terimin kesikli normal dağıldığı varsayımı ve diğer kısıtların eklendiği modeldir.
- Pitt ve Lee (1981) modeli: Modele etkinlilik teriminin yarı normal dağıldığı yani $U_i \sim iidN(0, \sigma_u^2)$ için modelde $\mu = 0$ kısıtı getirildiğinde meydana gelen modeldir.
- Aigner, Lovell ve Schmidt (1977) modeli: Pitt ve Lee (1981)'in modeline $T = 1$ kısıtı eklendiğinde oluşan modeldir.

2.1.1.6. Etkinsizlik Etkilerinin Araştırılması

SSA yönteminde tartışılan bir diğer konu firmaların girdilerini çıktıya dönüştürme süreçlerinde çevresel faktörlerin analiz üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğudur. Çevresel faktörler firmanın üretim yaptığı piyasaya devlet müdahalesi,

firmanın mülkiyet tipi, iş gücü yaşı gibi stokastik olmayan değişkenler olabileceği gibi doğa olayları, şans, grev, kaza gibi üretim riskleriyle ilgili tahmin edilemeyen stokastik değişkenler de olabilir (Coelli vd., 2005: 281).

Stokastik olmayan çevresel faktörleri modele dâhil etmenin en kolay yolu çevresel değişkenlerden oluştuğu varsayılan bir vektörü doğrudan üretim sınırı fonksiyonuna eklemektir:

$$\ln(y_i) = x_i\beta + \gamma'z_i + v_i - u_i \quad (2.30)$$

Denklem 2.30'da, z_i çevresel değişkenlerin vektörü, γ ise bilinmeyen parametrelerin vektörüdür. Model SSA üretim modeliyle aynı özelliklere sahiptir, ancak dâhil edilen çevresel değişkenden dolayı etkinlik ölçümünde kullanılan u_i , x_i girdi vektörünün yanında z_i değişken vektöründen de etkilenecektir.

Coelli vd. (1999) yaptıkları bir çalışmada teknik etkinlik ölçümlerini iki yaklaşım ileri sürerek yapmışlardır. Birinci yaklaşımda çevresel faktörlerin üretim modelini etkilediği varsayılırken ikinci yaklaşımda bu faktörlerin doğrudan teknik etkinlik derecesini etkilediği varsayılmıştır.

Etkisizlik etkilerinin araştırılmasında yapılan araştırmalarda çevresel değişkenler ve tahmin edilen teknik etkinlikler arasındaki ilişkinin açıklandığı iki aşamalı tahmin yöntemi kullanılmıştır. Pitt ve Lee (1981) yaptıkları çalışmada ilk aşamada çevresel etkileri dâhil etmeden klasik bir sınır modeliyle teknik etkinlikleri dâhil etmiş, ikinci aşamada ise tahmin edilen skorlar çevresel değişkenlerle birlikte regresyona dâhil edilmiştir. Ancak çevresel değişkenlerin ilk aşamada modelde olamaması parametre tahminlerinin ve teknik etkinlik skorlarının yanlı olmasına sebep olacaktır (Coelli vd., 2005: 282).

Etkisizlik etkilerinin araştırılmasında üretim sınırının stokastik bileşeninin çevresel değişkenlerden etkilenmesine olanak tanıyan Kumbhakar, Ghosh ve McGuckin (1991) çalışması olan tek aşamalı tahmin yöntemidir. Stokastik üretim sınır modelini şu şekilde varsaymışlardır:

$$\ln(y_i) = x_i\beta + v_i - u_i \quad (2.31)$$

Denklem 2.31'de, etkisizliği terimin $u_i \sim N^+(z_i'\gamma, \sigma_u^2)$ dağılıma sahip olduğu varsayılır, yani etkisizlik etkileri z_i ile değişen bir dağılıma sahiptir. Model parametreleri en çok olabilirlik yöntemiyle tahmin edilebilirken, olabilirlik

fonksiyonu geleneksel modelin genelleştirilmiş hâlidir. Model Battese ve Coelli (1995) tarafından panel veri için genelleştirilmiştir (Coelli, 2005: 282).

Diğer bir yöntem Reifschneider ve Stevenson (1991) tarafından etkinsizlik etkileriyle çevresel değişkenleri bağdaştırmak için ortaya konulan etkinsizlik teriminin $u_i = g(z_i) + \varepsilon_i$ varsayıldığı aşağıdaki modeldir:

$$\ln(y_i) = x_i\beta - g(z_i) + v_i - \varepsilon_i \quad (2.32)$$

Denklem 2.32’de $g(\cdot)$ negatif olmayan bir fonksiyon ve $\varepsilon_i \sim N^+(0, \sigma_\varepsilon^2)$ ‘dır. Klasik yarı-normal stokastik sınır modelindeki gibi aynı hata yapısına sahiptir. Bu yüzden çevresel değişkenlerin sınırın deterministik bileşenini etkilediği bir model olarak görülebilir. Bu durum da çevresel değişkenlerin etkinsizlik etkilerini ya da üretim teknolojisini etkileyip etkilemediği belirlenemeyen bir problem meydana getirir (Coelli vd., 2005: 282).

Üretim riskini ifade etmenin en iyi yolu çevresel faktörün modele rastgele değişken olarak ilave etmektir. Ancak bu rastgele değişkeni gürültü değişkeni v_i ya da etkinsizlik değişkeni u_i ’den ayırt etmek zordur. İki hata bileşeninin gürültü, etkinsizlik ve risk etkilerini ölçtüğü kabul edilmesine rağmen geleneksel stokastik sınır modeliyle devam edilebilir. Ancak bu model iki istenmeyen risk özelliğine sahip olur.

Bu istenmeyen risklerden birincisi, marjinal ürünlerin işaretlerinin, ilgili marjinal risklerin işaretleri ile aynı olmasıdır. Bu problemi ortadan kaldırmanın bir yolu birleşik hata teriminin heteroskedastik (farklı varyanslı) olduğunu varsaymaktır. Bu özelliğe sahip Battese, Rambaldi ve Wan (1977)’in ileri sürdüğü stokastik sınır üretim fonksiyonu şu şekildedir;

$$y_i = f(x_i; \alpha) + g(x_i; \beta)(v_i - u_i) \quad (2.33)$$

Denklem 2.33’de $f(\cdot)$ ve $g(\cdot)$ fonksiyonları negatif olmayan fonksiyonlardır. α ve β bilinmeyen parametreler ve v_i bağımsız ve özdeş dağılmış gürültü ve riskin birleştirilmiş etkileriyle, u_i , $u_i \sim iidN^+(\mu, \sigma_u^2)$ dağılımlı teknik etkinsizliği ifade eden negatif olmayan rastgele değişkendir. Bu model en çok olabilirlik yöntemiyle tahmin edilebilir (Coelli vd., 2005: 283).

İkinci risk özelliği 2.33’deki gibi modellerin tesadüfi çıktıları arasında yerine konulabilirliğe imkân vermemesidir. Bu durumu Chambers ve Quiggin (2000) tek

girdili ve tek kesin olmayan üretim kaynaklı ürün örneği kullanarak örneklemiştir. Bu problemi çözmek için O'Donnel ve Griffiths (2006) tesadüfi durum stokastik sınırını tahmin ederek tesadüfi durum çıktıları arasında yerine koymaya imkân veren bir model ileri sürmüşlerdir (Coelli, 2005: 284):

$$\ln(y_i) = x_i\beta_j + v_i - u_i \quad (2.34)$$

Denklem 2.34'de β_j doğanın riskli durumlarına karşı değişebilen bir katsayıdır. Doğa durumları genellikle gözlenemediğinden dolayı bu modeli tahmin etmek zordur. Ancak O'Donnel ve Griffiths (2006) modeli Bayes yapısında tahmin edip tahmin edilen modeli kötü mevsim koşullarından kaynaklanan çıktı eksiklikleri ile etkinsizlikten kaynaklanan çıktı eksiklerini ayrı ayrı tanımlayarak bu problemi ortadan kaldırmışlardır.

2.1.2. Kalın Sınır Yaklaşımı (Thick Frontier Approach)

Kalın sınır yaklaşımı Berger ve Humphrey (1992) tarafından SSA yöntemine alternatif olarak geliştirilmiştir. SSA yaklaşımına benzer olarak fonksiyonel bir form varsayımı gerekirken, etkinsizlikler ve hata terimlerine ilişkin dağılım varsayımı gerektirmemesi yönüyle SSA ve VZA yöntemlerinden farklılaşır. Kalın sınır yaklaşımında performansı en iyi olan firmayı baz alan bir fonksiyon tanımlanır. Firmaların performanslarına göre bir sıralama yapılır ve sınırdan sapmalar xy eksenindeki dört bölgeye göre dağılır, ortalama maliyeti en düşük ve en yüksek olan gruplar için iki ayrı sınır tahmin edilir. Kalın sınır yaklaşımında her bir karar biriminin etkinliğine ilişkin nokta tahminler değil karar birimlerinin geneline ilişkin etkinlik tahmini yapılır (Berger ve Humphrey, 1997). Bireysel firmalar için etkinlik ölçümü gerçekleştirilmemesi, sadece endüstrinin bütününe ilişkin etkinliği hakkında bilgi vermesi açısından eleştirilmektedir (İnan, 2000).

2.1.3. Serbest Dağılım Yaklaşımı (Distribution-Free Approach)

Berger (1993) tarafından geliştirilen ve panel verilere uygulanabilen Serbest Dağılım Yaklaşımında (SDY) diğer parametrik yöntemler gibi bir fonksiyon

tanımlanırken, rassal hata terimleri veya etkinsizlikleri için spesifik dağılımlar gerektirmemektedir. Serbest Dağılım Yaklaşımında hata terimlerinin ortalamasının sıfır olduğu kabul edilmekte ve her bir firmanın etkinliğinin zaman içinde istikrarlı olduğu varsayılmaktadır. Her bir firmanın ortalama hata terimi ile sınır üzerindeki firmanın ortalama hata terimi arasındaki fark etkinsizlik değerini oluşturmaktadır. Etkinsizliklerin negatif olmama koşulu ile herhangi bir dağılıma uymaları söz konusu olabilir (Berger ve Humphrey, 1997). Serbest Dağılım yaklaşımının dezavantajlarından biri maliyet etkinliğinin zamandan bağımsız olmasıdır, zaman boyutunun uzaması durumunda bu varsayımı savunmak zorlaşacaktır (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 180).

2.1.4. Bayesyen Stokastik Sınır Analizi

2.1.4.1. Bayesyen Çıkarsama

Bayesyen yaklaşımın asıl fikrine göre bir teori, bir önerme ya da bir nedensellik ilişkisi her kapsamdaki belirsizlik olasılıklarıyla ifade edilir. Yaklaşımı benimseyenlere göre bir teoriyi tamamen kabul etme ya da reddetme bilginin oluşma sürecine katkı sağlamaz aksine önemli yanıtlara sebep olabilir. Bunun aksine savunuculara göre belirsizlik, olasılığı hesaplayarak bir derece aydınlatılabilir ve bilgi oluşma sürecine daha net ve yanıltıcı olmayan ilaveler yapılabilir. Bayesyen yaklaşımda olasılık denemeler yaparak en yüksek olasılığa (“1” olasılığına) yani kesinliğe ulaşmayı amaçlayan “tümevarım olasılığı”dır. Bir olayın olasılığı o olayla ilgili ön bilgi (prior) ile deneme yapmadan elde edilen sonuçların birleştirilmiş hâlidir. Bir araya getirme işlemi ise “Bayes Teoremi” ne dayanmaktadır (Ekici, 2009).

Bayes Teoremi koşullu olasılık tanımından elde edilen bir teoremdir. A ve B gibi iki olay için $P(A) \neq 0$ ve $P(B) \neq 0$ olmak üzere, B olayı veri iken A olayının koşullu olasılığı $P(A|B) = P(A \cap B)/P(B)$ 'dir ve buna göre $P(A \cap B) = P(B) \cdot P(A|B)$ olur. Aynı eşitlik A olayı veri iken B olayının gerçekleşmesi olasılığında da sağlanacaktır. Yani $P(B|A) = P(A \cap B)/P(A)$ olacak ve $P(A \cap B)$ yerine $P(B) \cdot P(A|B)$ yazılabilir, bu durumda denklem şu şekilde yazılabilir;

$$P(B|A) = [P(B) \cdot P(A|B)]/P(A) \quad (2.35)$$

A ve B olaylarının olasılıkları arasındaki bu ilişki “Bayes Teoremi” olarak bilinmektedir. 2.35’de sağlanan koşulu genelleştirirsek, aynı anda gerçekleşmesi mümkün olmayan (ayrık) olaylardan (A_1, A_2, \dots, A_k) oluşan bir örneklem uzayı ve bu örneklem uzayında bir de B olayı olduğu varsayıldığında B olayının veri olduğu herhangi bir A_i olayının gerçekleşme olasılığı Bayes teoremine göre şu şekilde olur;

$$P(A_i|B) = \frac{P(A_i \cap B)}{P(B)} = \frac{P(A_i) \cdot P(B|A_i)}{P(B)} = \frac{P(A_i) \cdot P(B|A_i)}{\sum_{i=1}^n P(A_i) \cdot P(B|A_i)} \quad (2.36)$$

Denklem 2.36’da $P(A_i)$ olasılıkları ön olasılıklar, $P(A_i|B)$ olasılığı ise son olasılık iken bu teoremi uygulayabilmek için ön olasılık değerlerini bilmek gereklidir. Bayesyen yaklaşımda çıkarsama için Bayes teoremine göre; p bir olasılık yoğunluk fonksiyonu, θ parametre vektörü ve y gözlemler vektörü, $p(y, \theta)$ birleşik olasılık yoğunluk fonksiyonu ise;

$$p(y|\theta) \cdot p(\theta) = p(y, \theta) = p(\theta|y) \cdot p(y) \quad (2.37)$$

eşitliklerinden;

$$p(\theta|y) = \frac{p(\theta) \cdot p(y|\theta)}{p(y)} \quad (2.38)$$

elde edilir. Denklem 2.38’de θ ilgilenilen parametrenin bir vektörü ve y örnek gözlemlerinin bir vektörü olmak üzere $p(y|\theta)$ fonksiyonu y ’nin θ parametre vektörüne koşullu dağılımıdır. $p(y)$ ise θ ’nın değeri ne olursa olsun eldeki örnekleme gözleminin marjinal olasılığıdır. $p(y)$ daha açık olarak ifade edilirse;

$$p(y) = \int p(y|\theta) \cdot p(\theta) d\theta \quad (\text{parametrenin dağılımı sürekli ise}),$$

$$p(y) = \sum p(y|\theta) \cdot p(\theta) \quad (\text{parametrenin dağılımı kesikli ise}).$$

Parametre tahmininde kullanılacak son olasılık yoğunluk fonksiyonu daha yalın bir ifadeyle şu şekilde yazılabilir;

$$p(\theta|y) \propto p(\theta) \cdot p(y|\theta) \quad (2.39)$$

$$(\text{son oyf}) \propto (\text{ön oyf}) \times (\text{olabilirlik f.})$$

$$(\text{son dağılım}) \propto (\text{ön dağılım}) \times (\text{örneklem bilgisi})$$

Burada \propto işareti “orantılıdır” anlamına gelmektedir. θ hakkındaki örneklem öncesinde mevcut olan ön bilgi, örneklemde elde edilen ek bilgilerle yenilenerek son bilgiye ulaşılmaktadır. Elde edilen son bilgi, hipotez testi, nokta, aralık tahmini ya da herhangi bir karar alma sürecinde kullanılabilir (Kmenta, 1997). 2.39’daki ifade ön-oyf’nin, ön-bilgi ve örnek bilgisi kullanılarak son-oyf’ye nasıl dönüştürüldüğünü göstermektedir.

Bayesyen çıkarsamayı klasik çıkarsamadan ayıran en önemli özellik Bayesyen yaklaşımda ön-bilginin kullanılıyor olmasıdır. Farklı ön dağılımlar farklı son dağılımların meydana gelmesine neden olur. Bayesyen yaklaşıma göre parametre tahmini için herhangi bir gözlem yapmadan, önceki bilgilerden yararlanarak θ ’nın değeri hakkında bir fikre sahip olunabilir. Buradan hareketle θ ’nın alabileceği değerlerden oluşan bir ön-bilgi dağılımı olduğu düşünülebilir (Meyer ve Millar, 1999; Millar, 2002; Lee, 2012).

2.1.4.1.1 Ön Dağılımın Belirlenmesi

Ön dağılım, üzerinde çalışılan konuyla ilgili farklı alternatifler için daha önceden yapılan araştırma ve denemelerle ilgili elde edilmiş bilgiye ait dağılımdır (Güner, 2014). Ön dağılımlar sahip olunan bilgi miktarına göre bilgi-veren ve bilgi-vermeyen ön dağılımlar olarak ikiye ayrılır. Bilgi miktarına göre ön dağılım doğrudan son dağılımı etkileyebileceği gibi, olabilirlik fonksiyonu üzerinden de etkileyebilir. Bu yüzden dağılımın bilgi içerip içermemesi ön dağılımın belirlenmesindeki en önemli seçim ölçütüdür (Karadağ, 2011). Uygulamada sıklıkla kullanılan ön dağılımlardan bazıları şunlardır:

Bilgi-vermeyen Ön Dağılımlar

Bayesyen analizde sahip olunan bilgi bir olasılık yoğunluk fonksiyonu biçiminde ifade edilir. Ancak verilerden elde edilen bilgi dışında bir bilgiye ihtiyaç duyulmaması ve parametreler hakkında ön bilginin az olması durumunda bilgi-vermeyen (noninformative) ön dağılım durumu söz konusudur. Bilgi-vermeyen ön dağılımların kullanılmasının başlıca sebeplerini değinilecek olursa; a) Bir bilgi eksikliğinin var olması, b) Önemli bir ön bilgiye sahip olunup, son dağılımın ön bilgi doğrultusunda sapmaya uğramaksızın sadece örneklem bilgisini yansıtmasının

istenmesi, c) Ön bilginin uygun bir şekilde formüle edilemeyip ama yine de ön bilginin kullanılması istenmesi durumlarında bilgi-vermeyen ön dağılım kullanılabilir (Judge v.d., 1988).

Bilgi-vermeyen ön dağılımlar şu şekildedir (Ekici, 2005);

- Dikdörtgen ön dağılım (düz, tekdüze): Ön-oyf'nin bir c sabitine oranlanmasıyla meydana gelen dağılımdır. Genellikle parametrenin belirli bir aralıkta yer aldığı, sınırlandırılabilirdiği, doğası gereği oran olduğu durumlarda kullanılır.
- Jeffreys'in ön dağılımı: Tam bilgisizlik durumuna inanılan bu dağılımda parametre belirli bir aralıkla sınırlı olsun ya da olmasın ön dağılım bir sabite eşittir.
- Referans ön dağılımı: İlgilenilen parametre için referans ön dağılım, son dağılım ve ön dağılım arasındaki Kullback-Leibler¹ uzaklığının maksimize edilerek bulunduğu ve benzerlik fonksiyonunun baskın geleceği bir yapıda olan dağılımdır.
- Belirsiz ön dağılım: Büyük varyansın belirsizlikle özdeş olduğu durumlarda şekil parametresine oldukça geniş bir aralıkta ve neredeyse dikdörtgen ön dağılım kadar düz ve bilgi vermeyen ön dağılımdır.

Bilgi-vermeyen bir ön oyf kullanılması demek bir anlamda son oyf'nin tamamıyla örneklem bilgisine dayanması demektir. Bu durumda bilgi-vermeyen ön oyf'nin kullanılması durumunda Bayesyen yaklaşımla Klasik yaklaşımın neredeyse aynı sonuçları verir. Son dağılımı belirleyen olabilirlik fonksiyonu olacağı için ön dağılımın biçimi etkileşimi bozmayacak biçimde olmalıdır. Bilgi-vermeyen bir ön dağılımdan son dağılıma ulaşmayı bir örnekle açıklayacak olursak, ön oyf " $p(\theta) \propto c$ " biçimindeyken;

$$p(\theta|y) \propto p(\theta)l(\theta|y) \quad (2.40)$$

$$p(\theta|y) \propto c l(\theta|y)$$

$$p(\theta|y) \propto l(\theta|y)$$

olmaktadır. Varyans gibi negatif olmayan bir parametre söz konusuysa bu dağılım " $p(\log\sigma) \propto c$ " veya " $p(\sigma) \propto 1/\sigma$ " şeklinde de olabilir. Bu fonksiyonlar $(-\infty, \infty)$

¹ İki dağılım arasındaki fark Kullback-Leibler uzaklığı ile değerlendirilmektedir. Entropi uzaklığı olarak da adlandırılan bu uzaklık $f(x)$ ve $g(x)$ dağılımları için, $I(f, g) = \int \log \left[\frac{f(x)}{g(x)} \right] f(x) dx$ olarak hesaplanmaktadır.

veya $(0, \infty)$ arasında değer alırlar ve θ 'nın tüm değerleri için $p(\theta) = c$ iken ön dağılım “uygun olmayan (improper) dağılımlar” olarak bilinir. Yani olasılık yoğunluk fonksiyonunun integrali alındığında sonsuz çıkar ve olasılıklar toplamını 1'e eşit olmaz ve uygun dağılımların 1'e eşit olma şartını bozar. Ancak uygunsuz ön dağılımdan elde edilen son dağılım uygun bir son oyf olabilir.

Bir diğer örnek de Jeffreys'in ön dağılımına verilecek olursa; Jeffreys'in ön dağılımını elde etmek için $p(y|\theta)$ olabilirlik fonksiyonuna ilişkin, bir tahmin edicinin en çok olabilirlik tahmin edicisinin (MLE) komşuluğundaki duyarlılığını ölçen Fisher bilgi matrisinin elde edilmesi gerekir. Çünkü ön dağılım elde edilen bilgi matrisinin determinantının kareköküne eşitir. Fisher bilgi matrisi $l(\theta) = -E \left[\frac{\partial^2 \log p(y/\theta)}{\partial \theta^2} \right]$ iken $p(y|\theta)$ olabilirlik fonksiyonu için Jeffreys'in ön dağılımı;

$$\pi(\theta) \propto |l(\theta)|^{\sqrt{2}} \quad (2.41)$$

şeklinde tanımlanır. Denklem 2.41'de Jeffreys'in bu ön dağılımı seçmesinin en temel argümanı olan parametrenin kuvvet dönüşümüne karşı değişmezlik özelliğinin sağlanması için karekök alınmıştır.

Eşlenik Ön Dağılım

θ parametresi hakkındaki ön bilginin belirli olduğu varsayıldığında bu ön bilgiler uygun matematiksel özelliklere sahip bazı düzgün dağılımlarla gösterilebilir. Bunlara “doğal eşlenik aileler” adı verilir. Eşlenik ön dağılım, maksimum olabilirlik fonksiyonunun dağılım yapısından faydalanılarak belirlenebilen ön bilgi dağılımıdır. Ön dağılımın eşlenik ön dağılım yapısında belirlenmesinin sebepleri; a) belirlenen ön dağılımla benzerlik fonksiyonundan son dağılımın kolay elde edilmesinin kolay olması, b) araştırmacının ön bilgi ve düşüncesini ifade etmeye yarar bir dağılım üyesinin yer alması, c) her zaman aynı evrenden yeni örneklem bilgisinin alınmasına olanak verip parametreye ilişkin ön bilgilerin yeniden gözden geçilebilmesi ve daha tutarlı sonuçlar vermesi, d) benzerlik ile birleşmesinde matematiksel kolaylık sağlaması (özellikle üstel dağılım ailesi için hesaplama kolaydır), e) uygun bir oyf olması olarak gösterilebilir (Yardımcı, 1992).

Ön dağılımı ile benzerlik fonksiyonu eşlenikse, bu eşleniklik özelliği son olasılık dağılımının ön dağılımı ile aynı dağılım ailesine sahip olmasını sağlamaktadır (Gill, 2008). Eşlenik ön dağılım ile belirlenen ön dağılım ve kullanılan

maksimum olabilirlik fonksiyonuna göre ortaya çıkan son dağılımlar Tablo 2.1’de özetlenmiştir (Karadağ, 2011). Farklı benzerlik fonksiyonları ile hangi eşlenik ön dağılımların kullanılacağı konusu önemlidir (Raiffa vd., 1968). Tablo 2.1’de özetlendiği gibi ortaya çıkan son dağılımın bilinen bir fonksiyonel yapıya sahip olması gerekmektedir.

Tablo 2.1 Eşlenik Önsel Dağılımlar

Olabilirlik Fonksiyonu	Parametre(ler)	Ön Dağılım	Son Dağılım
Bernolli	p	Beta	Beta
Binom	p	Beta	Beta
Poisson	λ	Gamma	Gamma
Üstel	λ	Gamma	Gamma
Normal (σ^2 biliniyor)	μ	Normal	Normal
Normal (μ biliniyor)	σ^2	Ters Gamma	Ters Gamma
Normal	μ, σ^2	Normal- Gamma	Normal- Gamma
Tek biçimli	a, b	Pareto	Pareto
Gamma	α, β	Gamma	Gamma

Maksimum Entropi Ön Dağılımı

Entropi en basit anlamıyla olasılık dağılımının taşıdığı belirsizliği ölçer. Entropi ön dağılımı, ön dağılım parametrelerinin dağılımına ilişkin belirsizliğin nispi seviyesini tanımlar. Birbirinden farklı ön dağılımlar tarafından sağlanan belirsizlik veya mutlak kesinlik aynı şekilde modellendiğinden esnek olduğu söylenebilir. Ancak parametre dönüşümü sonucu değişmezlik özelliğine sahip olmadığından sınırlı uygulama alanı vardır (Gill, 2008; Ekici, 2010). Kesikli parametre $\theta = \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ için entropi $H(\theta)$ ise;

$$H(\theta) = - \sum P(\theta_i) \cdot \log P(\theta_i) \quad (2.42)$$

Denklem 2.42’deki ifadeyle birisi entropinin minimumu (bilgi olması hâli), diğeri maksimumu (bilgisizliği) ifade eden iki uç durum tespiti yapılabilir. Birinci durumda, parametrenin belirlenen bir değeri alma olasılığı 1 ise, parametrenin bir

başka değeri olma olasılığı 0 atanır. Böylece parametreye ilişkin tam bilgi verilmiş olur ve belirsizlik “0” olur. İkinci durum ise bilgi vermeyen ön dağılım ile aynıdır. Ayrıca entropi ön dağılım için $H(\theta) \leq \log n$ şeklinde sınır oluşturur (Berger, 1985).

Hiyerarşik Ön Dağılım

Hiyerarşik ön dağılım, ön parametrelere ilave bir ön dağılım atayarak ön parametrenin değerine ilişkin belirsizliği çözmek için ortaya çıkan bir modellemedir. Bu yeni ilave edilen parametreye hiperparametre denir. Bu yüzden hiper ön dağılım olarak da adlandırılmaktadır (Ekici, 2005). Yapısal bilgi ve sübjektif ön bilginin aynı anda kullanılmak istendiği durumlarda hiyerarşik ön dağılım kolaylık sağlar. Örneğin, gama dağılımı atayarak yapı belirlenirken, hiperparametre değeri verilerek sübjektif ön bilgi analize dâhil edilebilir. Hiyerarşik ön dağılım ön dağılımı daha kolay temsil eden aşamalı bir oluşturulma sürecine sahiptir (Berger, 1985). Uygulamada iki aşamadan fazlası nadiren kullanılmış olsa da ön dağılımı belirlemede kullanılacak aşama sayısına dair bir sınırlama yoktur (Gill, 2008).

2.1.4.1.2 Son Dağılımın Özetlenmesi

Bayesyen yaklaşımda ön dağılımın belirlenmesinden sonra ikinci en önemli nokta son dağılımın hesaplanması ve parametreye ilişkin son bilgilerin elde edilmesidir. Ön dağılım ile olabilirlik fonksiyonunun birleştirilmesi sonucu son dağılıma ulaşılabacağı Denklem 2.39’da gösterilmiştir. Bunu daha detaylı olarak bir örnekle açıklamak gerekirse;

Varyansın bilindiği, ön dağılımın normal dağılım varsayıldığı bir durumda, y normal bir anakütleden çekilen n adet bağımsız gözlemi temsil etsin. μ parametresi anakütle ortalamasını, σ^2 anakütle varyansı; $\bar{\mu}$ ön dağılımın ortalamasını ve $\bar{\sigma}^2$ ön dağılımın varyansını gösterebilir. Amaç μ ’nün son dağılımına ulaşmak ise;

$p(\mu|y, \sigma^2) \propto p(\mu) \cdot p(y|\mu, \sigma^2)$ sağlamak üzere, Ön dağılım;

$$p(\mu) \sim N(\bar{\mu}, \bar{\sigma}^2) \quad \text{ve} \quad p(\mu) = \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot \bar{\sigma}^2}} \exp \left[-\frac{1}{2\bar{\sigma}^2} (\mu - \bar{\mu})^2 \right] \quad (2.43)$$

olur. Bazı düzenlemeler yapılarak olabilirlik fonksiyonunun da son hâli şu şekilde ifade edilir;

$$p(y|\mu, \sigma^2) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\right)^2 \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(vs^2 - n(\mu - \hat{\mu})^2)\right] \quad (2.44)$$

Son dağılımı elde etmek için ön dağılımın gösterildiği Denklem 2.43 ve olabilirlik fonksiyonunu gösteren Denklem 2.44 çarpıldığında;

$$p(\mu|y, \sigma^2) \propto \exp\left[-\left(\frac{\bar{\sigma}^2 + \sigma^2/n}{2\bar{\sigma}^2\sigma^2/n}\right)\left(\mu - \frac{\hat{\mu}\bar{\sigma}^2 + \bar{\mu}\sigma^2/n}{\bar{\sigma}^2 + \sigma^2/n}\right)^2\right] \quad (2.45)$$

sonucuna ulaşılır. Son dağılım elde edildikten sonra, bu dağılımın karakteristik özelliklerini ortaya koyan istatistikler son dağılım ortalaması, varyansı ve tepe değeridir. Bunların yanında konum ve son dağılım sapması, çeyreklikler ve aralıklar gibi saçılım ölçülerinin yanında dağılımın grafiksel olarak sunumu da son dağılım özetlenmesine yardımcı olur.

2.1.4.2 Bayesyen Stokastik Sınır Analizinin İşleyişi

Stokastik sınır modellerine Bayesyen yaklaşım için aşağıdaki biçimde bir modeli dikkate almaktayız.

$$y_i = h(x_i, \beta) + v_i - z_i \quad (2.46)$$

Burada y_i firma i ($i = 1, \dots, N$) için çıktı değişkeninin (veya log maliyetinin negatif) logaritmasını belirtir, x_i dışsal değişkenlerin logaritmasının sütun vektörünü gösterir, v_i ise aşağıdaki stokastik sınır denkleminin ölçme hatasını yakalayan simetrik bir bozucu terimdir:

$$\tilde{y}_i = h(x_i, \beta) + v_i \quad (2.47)$$

ve z_i etkinsizlik seviyesini modelleyen negatif olmayan bir bozucu terimdir. v_i ve z_i birbirinden ve firmalardan bağımsızdır. Bu, Meeusen ve Van den Broeck (1977) ve Aigner, Lovell ve Schmidt (1977) tarafından önerilen bir hata modeli sistemidir. Herhangi bir parametrik Bayes yaklaşımı olasılık fonksiyonunun tamamen belirlenmesini gerektirir. Bu gerekliliği karşılamak için $h(\cdot, \cdot)$ 'nin bilindiğini ve $\beta \in B \subseteq R^k$ 'nun ölçülebilir bir fonksiyonu olduğunu ve v_i 'nin 0 ortalama ve σ^2 varyansla Normal dağıldığını varsaymaktayız. Bununla birlikte z_i sözkonusu

olduğunda, farklı (rakip) istatistiksel modellere götüren çeşitli tek-terafli dağılımlar dikkate alınacaktır. Önsel olasılıkları bu modellere eklemekle Bayesyen yaklaşımımız bizi doğal olarak bunların sonsal olasılıklarına götürmektedir ki bu olasılıklar rakip modellerden hangisinin veriler tarafından önerildiğini bildirmekte ve z_i hakkındaki farklı dağılımsal varsayımlara dayalı olarak (ilgilenilen büyüklüklere ilişkin) sonsal çıkarımları bir araya getirmemizi mümkün kılmaktadır. z_i yoğunluk fonksiyonu için özel bir formu yapay olarak dayatmaktan ziyade model belirsizliğini ortalamaktayız.

z_i için Meeusen ve Van den Broeck (1977) tarafından önerilen üssel dağılım teorik açıdan oldukça cazip olduğundan, bizim 1 nolu modelimizde de (M_1) onun geçerli olduğunu varsayacağız. Ancak, üssel dağılımın (yani biçim parametresi 1 ve bilinmeyen ölçek parametresi λ olan bir gama dağılımı) sıfır moda sahip olması bazı yazarlar tarafından çok sıkı bir kısıtlama gibi görülmüştür. Stevenson (1980) biçim parametresi 2 ya da 3 olan gama dağılımlı bir z_i dikkate almış, ayrıca Beckers ve Hammond (1987) ve Greene (1990) z_i 'nin bilinmeyen şekil parametresi $P \in R_+$ 'ye sahip gama dağılımı olduğu durum için maksimum olabilirlik (ML) tahminini sunmuşlardır. Greene (1990) uygulamasında P 'nin ML tahminini $\hat{P} = 2.45 (\pm 1.10)$ olarak bulmuştur. P 'nin tamsayı olmaması durumunda ML yaklaşımı, kapalı form çözümü bulunmayan ve hiçbir çok terimli yaklaşığı olmayan integrallerin hesaplanmasını gerektirir.

Yüksek P 'ye sahip bir gama dağılımı göz önüne alındığında, v_i ve z_i yoğunluklarının şekillerinin neredeyse ayırt edilemez olduğuna dikkat edilmelidir. Burada z_i ve v_i 'yi açıkça ayırt etmek ve hesaplamaları nispeten basitleştirmek için, sabit küçük tamsayı değerli şekil parametrelerine sahip gama dağılımlarını rakip hipotezler olarak kabul etmekteyiz. Bu yüzden, M_j ;

$$p_j(z_i|\theta_j) = f_G(z_i|j, \lambda^{-1}) = \frac{\lambda^{-1}}{\Gamma(j)} z_i^{j-1} \exp(-\lambda^{-1} z_i) I(z_i \geq 0)$$

Burada $\theta_j \in \Theta_j$ genellikle M_j 'nin parametrelerini, $I(\cdot)$ gösterge fonksiyonunu ve $\lambda > 0$ ise θ_j deki ($j = 1, 2, 3$) parametrelerden birini göstermektedir. $j = 2$ için z_i yoğunluk fonksiyonunun biçimi, üssel durumda ($j = 1$) olandan zaten tamamen farklıdır ve bu yüzden kendimizi $j = 1, 2, 3$ durumu ile kısıtlamaktayız. İstatistik literatüründe bu tür dağılımlar Erlang dağılımları olarak anılmaktadır (Johnson ve Kotz, 1970: 166).

İlave bir “temel” model (M_0) olarak etkinsizlik kaygılarına izin vermeyen ve biçimsel olarak $z_i \equiv 0$ 'a karşılık gelen standart (genel uygulama) model dikkate alınacaktır. Ayrıca M_4 olarak Stevenson (1980) tarafından önerilen iki parametrelili kesik normal z_i dağılımı dikkate alınacaktır.

Temel model M_0 , birleşik hataların olmadığı yani tüm z_i 'lerin sıfır olduğu ve dolayısıyla tüm firmaların stokastik üretim sınırında yer aldığı en basit durumdur. Bu modelin açıkça gerçekliği tanımlama anlamına gelmediğini vurgulamakla birlikte bu modeli, karşısında çeşitli birleşik hata modellerinin iyileştirilmesinin değerlendirileceği bir kıyas modeli olarak kullanılmaktadır. Model bu yüzden aşağıdaki veri yoğunluğuna karşılık gelecektir;

$$p_0(y_i|x_i, \theta_0) = f_N^1(y_i|h(x_i, \beta), \sigma^2)$$

Bu fonksiyon, Bayesyen sonsal ve kestirimci sonuçlar elde etmek amacıyla $p_0(\theta_0) = p_0(\beta, \sigma^2)$ şeklindeki bir önsel yoğunluklarla her zamanki yolla birleştirilecektir.

Firmaların bağımsız oldukları varsayıldığından, M_j durumunda olasılık fonksiyonu genellikle;

$$l_j(\theta_j|y, X) = p_j(y|X, \theta_j) = \prod_{i=1}^N p_j(y_i|x_i, \theta_j) \quad (2.48)$$

biçiminde olacaktır. Burada $y = (y_1, \dots, y_N)'$ ve $X = (x_1, \dots, x_N)'$ matrisidir. $p_j(\theta_j)$ önseli altında sonsal yoğunluk;

$$p_j(\theta_j|y, X) = K_j^{-1} p_j(\theta_j) l_j(\theta_j|y, X) \quad (2.49)$$

şeklinde tanımlanacaktır. Burada,

$$K_j = p_j(y|X) = \int_{\theta_j} p_j(\theta_j) l_j(\theta_j|y, X) d\theta_j \quad (2.50)$$

olarak tanımlanmıştır. Sözgelimi, lineer bir $h(x_i, \beta)$ anlamına gelen ve doğal eşlenik ya da θ_0 için Jeffrey'in dağılık önseli gibi bir Cobb-Douglas üretim teknolojisi gibi özel bir durumda, M_0 altında sonsal ve kestirimci yoğunluklar analitik olarak hesaplanabilir. Bununla birlikte, bu birleşik hata modeli M_j ($j = 1, 2, 3, 4$) için geçerli olmayacaktır.

Erlang Etkinsizlik Terimi Altında Sonsal ve Kestirimci Sonuçlar:

Dikkate alınan model M_j ($j \in \{1,2,3\}$) ise, θ_j parametresi ve x_1 verilmişken y_1 ve z_1 'in ortak dağılımı şu şekildedir;

$$p_j(y_1, z_1 | x_1, \theta_j) = f_N^1(y_1 | h(x_1, \beta) - z_1, \sigma^2) f_G(z_1 | j, \lambda^{-1}) \quad (2.51)$$

Parametreler modele özgü değildir yani $j=1,2,3$ için $\theta_j = \theta_* = (\beta, \sigma^2, \lambda) \in \Theta_* \subseteq R^k \times R_+ \times R_+$ 'dir. Buna göre z_1 'in (y_1, x_1, θ_j) 'ye göre koşullu yoğunluğu kolayca çıkarılabilir;

$$p_j(z_1 | y_1, x_1, \theta_j) = w_{j1}^{-1} \left[\Phi\left(\frac{m_i}{\sigma}\right) \right]^{-1} z_1^{j-1} f_N^1(z_1 | m_1, \sigma^2) I(z_1 \geq 0) \quad (2.52)$$

Burada;

$$m_1 = m(y_1, x_1, \theta_*) = h(x_1, \beta) - y_1 - \sigma^2/\lambda \quad (2.53)$$

Denklem 2.52'de $\Phi(\cdot)$, $N(0,1)$ dağılım fonksiyonunu ve $w_{j1} = w_j(y_1, x_1, \theta_*)$ ise uygun toplama sabitini göstermektedir. $j=1$ ise kesik normal dağılımdır ve $w_{11}=1$ 'dir. Bu sonuç Jondrow vd. (1982) tarafından elde edilmiştir. $j=2,3$ olduğu w_{21} ve w_{31} için sırasıyla, kesik normal dağılımın birinci ve ikinci merteye momentleridir. $c_{j1} = w_{j1} \Phi(m_i/\sigma)$ olmak üzere y_i 'nin örneklem yoğunluğu aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$p_j(y_1 | x_1, \theta_j) = \frac{\lambda^{-1}}{\Gamma(j)} \exp\left(-\frac{m_i}{\lambda} - \frac{\sigma^2}{2\lambda^2}\right) c_{j1} \quad (2.54)$$

M_j ($j=1,2,3$) durumunda olabilirlik fonksiyonu örneklem yoğunluğunun bir sonucudur;

$$I_j(\theta_j | y, X) = I_j(\theta_* | y, X) = \left[\frac{\lambda^{-1}}{\Gamma(j)} \right]^{-N} \exp\left(-\frac{N\sigma^2}{2\lambda^2} - \frac{1}{\lambda} \sum_{i=1}^N m_i\right) \prod_{i=1}^N c_{j1} \quad (2.55)$$

Herhangi bir $p_j(\theta_j) = p_j(\theta_*)$ önsel yoğunluğu durumunda birleşik sonsal yoğunluk analitik integrasyonlar için oldukça karmaşıktır, bu yüzden sonsal momentler ve marjinal yoğunluklar önem örneklemeyle $(k + 2)$ -boyutlu Monte Carlo integrasyonu ile hesaplanacaktır.

Sonsal dağılım önsel ve gözlemlenen verilerde yer alan parametreler hakkındaki tüm bilgileri özetler. Ancak sınır analizinde, asıl ilgilenilen şey parametrelerin kendileri değil, $r_i = \exp(-z_i)$ (i. firma için, $i \in \{1, \dots, N\}$) ile ölçülen bireysel etkinliktir. y_i , x_i ve parametreler verilmişken z_1 'nin koşullu sonsal dağılımı stokastik sınır modellerine örnekleme teorisi ve Bayes yaklaşımının her ikisi açısından bireysel etkin(siz)likler hakkında çıkarsama için ortak başlangıç noktasını oluşturur. Jondrow vd. (1982) ve Greene (1990)'ın örnekleme teorisi yaklaşımı θ_j 'nin bir tahmini olan $\hat{\theta}_j$ 'ya koşullandırmaktan ibarettir. Buna karşılık Bayesyen yaklaşımımız, Denklem 2.52'nin parametrelerin sonsal yoğunluklarına göre marjinalleştirilmesi yoluyla θ_j hakkındaki belirsizliği doğal bir şekilde ortalamaktadır. Bu, aşağıdaki sonsal yoğunluklar ve momentlere yol açar;

$$p_j(z_i|y, X) = \int_{\theta_j} p_j(z_i|y_1, x_1, \theta_j) p_j(\theta_j|y, X) d\theta_j \quad (2.56)$$

$$p_j(r_1|y, X) = r_1^{-1} p_j(z_1|y, X), \quad r_1 \in (0, 1] \quad (2.57)$$

$$E_j[g(z_1)|y, X] = \int_{\theta_j} E_j[g(z_1)|y_1, x_1, \theta_j] p_j(\theta_j|y, X) d\theta_j \quad (2.58)$$

burada M_j 'nin bireysel örneklem içi etkinlik kanıtlar özetlenir. Denklem 2.57'de, $p_j(z_i|y, X)$ $z_1 = -\ln r_1$ ile ölçülür. Denklem 2.58'de $g(z_i)$, sonsal momentleri elde etmek için z_1^q ya da r_1^q 'a eşittir ve $\theta_j = (\beta, \sigma^2, \lambda)$ (k+3)-boyutlu integrasyondur ve z_1 Monte Carlo'yla gerçekleştirilecektir. Birleşik hata durumunda $h(x_i, \beta)$ doğrusallığının artık analitik sonuçlara yol açmayacağı dikkate alınmalıdır. β ve k 'nin boyutu sayısal entegrasyonlarda önemlidir.

Etkinsizlik Teriminin Kesik Normal Dağılımı:

Aigner vd. (1977)'nin orijinal (yarı-normal) modelini ($z_i \sim |N(0, \omega^2)|$) genelleştiren Stevenson (1980) tarafından önerilen bu model M_4 ile gösterilecektir. Stokastik sınır modeli Bayes analizini 0'da kesilmiş $N(\mu, \omega^2)$ olarak dağılan z_i ve her ikisi de bilinmeyen $\mu \in R$ ve $\omega \in R_+$ ile birlikte sunulmuştur. $(\mu, \omega) \rightarrow (\psi, \omega)$ yeniden parametrelendirmesi $\psi = \mu/\omega$ ile faydalı olacaktır. ψ temel Normal dağılım ortalamasından kesme noktası 0'da kaç standart sapma olduğunu gösterir. M_4 ,

gözlenen y_i ve gözlenemeyen z_1 'in ortak dağılımı, x_1 'in dışsalı ve $\theta_4 = (\beta, \sigma^2, \psi, \omega) \in \Theta_4 \subset R^{k+3}$ parametreleriyle verilen formdadır;

$$p_4(y_1, z_1 | x_1, \theta_4) = f_N^1((y_1 | h(x_1, \beta) - x_1, \sigma^2) \frac{f_N^1(z_1 | \psi \omega^2)}{\phi(\psi)} I(z_1 \geq 0) \quad (2.59)$$

$z_1 \in [0, +\infty]$ integrasyonu M_4 'ün y_i örneklem yoğunluğuna yol açar, yani;

$$p_4(y_i | x_i, \theta_4) = [\phi(\psi)]^{-1} \phi \left[\frac{\sigma^2 \psi - \omega(y_1 - h_1)}{\sigma \sqrt{\omega^2 + \sigma^2}} \right] f_N^1(y_i | h_1 - \psi \omega, \omega^2 + \sigma^2) \quad (2.60)$$

Burada $h_1 = h(x_1, \beta)$ 'dir ve Stevenson (1980)'un formülü Denklem 2.50 ile uyumludur. $\psi = 0$ olan kesik normal dağılım için yani parametreleri verilen z_1 'in yarı-Normal dağılımı için, Jondrow vd. (1982)'nin elde ettiği yoğunluğa indirgenir.

z_1 'nin bu kesik-olmayan sonsal Normal dağılıma sahiptir. Bu dağılımın kesinlik terimi olan $(\omega^2 + \sigma^2)/\sigma^2 \omega^2$, 'örneklem kesinliği' $(1/\sigma^2)$ ve 'önsel kesinlik' $(1/\omega^2)$ 'nin ortalamasına eşittir. Dağılımın ortalaması da, 'önsel ortalama' $(\mu = \psi \omega)$ ve $(h_i - y_i)$ gözleminin ağırlıklı ortalamasıdır. Burada ağırlıklar, toplam (sonsal) kesinlik içindeki önsel ve örneklem kesinliklerinin oranlarına eşittir.

Bayes analizi M_1, M_2 ya da M_3 ile aynı çizgide devam eder o yüzden $j = 4$ için aynı denklemler kullanılır. Gözlenen firmaların bireysel etkinliklerine ilişkin çıkarımlar r_1 'in marjinal sonsal yoğunluklarına dayanacaktır.

Henüz gözlenmemiş f firmasının r_f etkinliğinin sonsal yoğunluğu ve momentleri şu şekilde hesaplanacaktır;

$$p_4(r_f | y, X) = r_f^{-1} \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} [\phi(\psi)]^{-1} f_N^1(-\ln r_f | \psi \omega, \omega^2) \\ \times p_4(\psi, \omega | y, X) d\psi d\omega I(0 < r_f \leq 1),$$

$$E_4(r_f^q | y, X) = E_4(e^{-qz_f} | y, X) \\ = \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\phi(\psi - q\omega)}{\phi(\psi)} \exp \left[q\omega \left(\frac{q\omega}{2} - \psi \right) \right] p_4(\psi, \omega | y, X) d\psi d\omega$$

Burada $p_4(\psi, \omega | y, X)$, $p_4(\theta_4 | y, X)$ 'in marjinal yoğunluğu olarak elde edilen (ψ, ω) 'in sonsal yoğunluğudur. M_4 altında, Bayes analizi parametrelerdeki sonsal sonuçları hesaplamak için $(k+3)$ boyutlu Monte Carlo integrasyonu ve

etkin(siz)liklerin hem bireysel hem de ‘ortalama’ sonsal özelliklerini elde etmek için $(k + 4)$ boyutlu integrasyonu gerekecektir.

2.2 PARAMETRİK OLMAYAN YÖNTEMLER

2.2.1 Veri Zarflama Analizi

Parametrik olmayan yöntemler, parametrik yöntemler gibi belirli bir fonksiyonel biçime ve bir takım davranışsal varsayımlara ihtiyaç duymazlar, ayrıca çok sayıda bağımlı ve bağımsız değişkeni kullanabilme özelliklerine sahiptirler. Ancak rassal hata terimi barındırmadıklarından veri ölçüm hataları, şans veya diğer hataların sistemde yer alması nedeniyle etkinlik sınırı yanlış oluşturulabilmektedir (Berger ve Humphrey, 1997). Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilen VZA eldeki verilere göre en iyi performans gösteren karar birimlerinden oluşan, girdi ve çıktı fiyatları dikkate alınmadan girdilerin çıktılara dönüşüm sürecini ifade eden teknik etkinlik sınırı tanımlamaya yönelik bir yöntemdir (Çınar, 2010). Çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına bölünmesiyle bir karar verme biriminin etkinlik skoru bulunur ve belirlenen en iyi karar verme birimleri etkinlik sınırlarını oluşturur. Diğer karar verme birimlerinin etkinliklerine bu sınıra olan radyal uzaklıkları ölçülerek karar verilir ve bu etkinlik sınırı kullanılarak etkin olmayan firmaların etkin hâle gelebilmeleri için yapmaları gereken değişiklikler gösterilir.

VZA’nde değişken sayısı başlangıçta olabildiğince fazla seçilebilirken, girdi ve çıktı değişkenlerinin sayısının karar verme birimlerinin sayısının $1/3$ ’ünden fazla olmaması tercih edilmelidir (Boussofiane vd., 1991). Girdi değişkeni olarak karar birimi tarafından kullanılan herhangi bir kaynak kullanılabilir. Çıktı değişkeni ise bir karar biriminin kullandığı kaynakların sonucu meydana çıkan performanstan ya da faaliyetlerin ölçümünden yola çıkarak tespit edilir. Ayrıca kaynakların varlığını ya da gerekliliğini etkileyen çevre değişkenleri de dâhil edilmelidir (Wagner ve Shimsak, 2006). Kaynaklara eklenen çevresel değişkenler girdi değişkeniyken; kaynakları gerektiren çevresel değişkenler çıktı değişkenleridir (Boussofiane vd., 1991). VZA’nde kullanılan karar birimi sayısı ve değişken sayısı dengesi model

sonuçlarının anlamlı olması açısından önem taşır çünkü karar birimi sayısı arttıkça etkinlik skor değeri azalmakta, kullanılan değişken sayısı arttıkça ise etkinlik skor değeri artmaktadır (Jamasp ve Pollitt, 2003).

VZA'nın diğer etkinlik ölçme yöntemlerine göre bazı önemli avantajları bulunmaktadır (Gökgöz, 2009; Charnes vd., 1978; Jacobs, 2001);

- Çoklu girdi ve çıktılar kullanarak etkinlik skorla ölçülebilmektedir.
- Diğer analiz yöntemlerine göre uygulamadaki kolaylığıyla üstünlük sağlar.
- Girdi ve çıktı değişkenleri arasında işlevsel bir yapının kurulmasına gerek yokken, birbirinden oldukça farklılık gösteren birim değerleri cinsinden ifade edilmesi mümkündür.
- Çok sayıda karar verme biriminin performans durumunun tek bir etkinlik skoruyla değerlendirilmesi mümkün olabilmektedir.
- Doğrusal form dışında herhangi bir fonksiyonel form varsayımı yoktur.
- Etkin olmayan firmalar istatistiksel ölçümlerle değil gerçek firmalarla kıyaslanır.
- VZA sonuçlarıyla etkin olmayan firmaların girdi ve çıktı miktarlarında ne kadar artış ya da azalış yaparak etkin olabileceklerine ilişkin yol gösterebilir.

VZA yönteminin avantajlarının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlar şu şekildedir (Gökgöz, 2009; Jacobs, 2001);

- Rassal hataları barındırmadığı için ölçüm hatasına karşı duyarlıdır.
- Parametrik olmayan bir teknik olduğu için sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanmasına izin vermez.
- Genel olarak fiziksel girdi ve çıktı ölçüleri ile test edildiğinden teknik girdi çıktı etkinliği ile sınırlıdır.
- Statik ve tek zaman kesitinde değerlendirilen bir model olduğundan gerçek hayatla bağdaştırmak zordur. Çünkü gerçek hayatta karar vermek birimlerinin bazı girdilerini çıktılara dönüştürülebilmesi belli bir periyottan daha uzun bir süre alabilir.
- Karar birimleri için ayrı ayrı etkinlik skoru ölçerken geneli için mutlak bir etkinlik analizinde bulunmamaktadır.

2.2.2. Stokastik Sınır Analizi ve Veri Zarflama Analizi Karşılaştırması

Günümüze kadar yapılan hastane etkinlik ölçüm analizlerinde VZA yönteminin SSA yöntemine göre daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Bu durumun en büyük sebeplerinden birinin birden fazla çıktı üreten hastanelerin, üretim süreçlerinde olduğu gibi standardize edilememesinden dolayı tahsis etkinliğinden çok teknik etkinlik üzerine yoğunlaşması olduğu üzerinde durulmuştur (Hollingswoth vd., 1999). Ancak son zamanlarda SSA yönteminin teknik etkinlik yerine maliyet etkinliği üzerine de durması VZA yerine tercih edilmesini sağlamıştır (Rosko ve Mutter, 2008:137).

Etkinlik ölçme yöntemlerinde SSA ve VZA yönteminin hangisinin daha iyi bir yöntem olduğuna dair çeşitli tartışmalar olsa da her iki yöntem de avantajları ve dezavantajları yönünden birbirinden ayrılmaktadır. VZA yönteminde etkin sınır ile içsel noktalar arasındaki uzaklık etkinlik olarak belirlenmesi herhangi bir hatalı ya da eksik veri seti durumunda sonuçların sorgulanmasına sebep olabilir (Worthington, 2004). Hatalı oluşan sınır etkinlik oranları etkilerken etkin olmayan firmaları etkin, etkin olan firmaları ise etkin değil şeklinde tanımlayabilir.

SSA yönteminin VZA yöntemine karşı en büyük üstünlüğü modelde rassal hata terimine yer veriliyor oluşudur. Firmanın kontrolü dışında olan dışsal şoklar, ölçüm hatası, dışlanmış değişkenler gibi çevresel faktörler rassal hata terimiyle etkinlikten ayrılır. VZA yönteminde bu hataların göz önünde bulundurulmaması rassal değişimler ile etkinliğin birbirine karıştırılmasına neden olabilir (Newhouse, 1994). Bunun sonucunda VZA yönteminin etkinlik tahminlerinin SSA yönteminin etkinlik tahminlerinden daha yüksek çıkması söz konusu olabilmektedir. Ayrıca SSA yönteminde hipotez testleri yapılabiliyorken VZA yönteminde hipotez testleri yapılamaz.

VZA yönteminin de SSA yöntemine göre uygulamada kolaylık sağlayan birtakım üstünlükleri vardır. VZA yönteminde girdi ve çıktı sayılarında herhangi bir sınırlama olmaması araştırmacıya ciddi bir özgürlük sağlar. Veri seti üzerinde kısıt olmaması, veri setinin uygun olmaması ya da istenilen seviyede olmaması durumunda da VZA yönteminin kullanılabilirliği oluşu yöntemi cazip kılan sebeplerdir (Worthington, 2004). Fazla girdi ve çıktı kullanarak yapılan analizler sonucunda endüstri için faydalı etkinlik ölçümü sonuçları elde edilebilir. Bunların

yanı sıra SSA yönteminin üretim fonksiyonu formunun önceden belirlenmesi ve tek taraflı etkinsizlik dağılımının belirlenip çeşitli varsayımları gerçekleştirilmesi gerekirken VZA yönteminde üretim fonksiyonu ve dağılımların olmaması yine araştırmacıya cazip gelen noktalardandır.

Her iki yönteminde birbirlerinden üstün olduğu noktalar olsa da her iki yöntem de farklı amaçlara hizmet edip, farklı bilgi gereksinimlerine ihtiyaç duyar ve farklı noktalara değinir bu yüzden bir yönteminden diğerinden daha üstün olduğunu söylemek doğru olmayacaktır (Lovell, 1994; Coelli vd., 2005, Worthington, 2004). Yöntemler arasında karşılaştırma yapan literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Lopez vd. (1996), İspanya’da bulunan kamu hastanelerinin 1991-93 yılları arasındaki verilerini kullanarak etkinlik ölçümlerini VZA ve SSA yöntemleriyle analiz etmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda her iki yöntemle de önemli etkinlik skorları tahmin etmiş bu artan skorları da ülkede 1992 yılında yapılan program sözleşmelerine bağlamışlardır.

Linna ve Hakkinen (1998) Finlandiya’daki 48 akut bakım hastanesinin 1994 yılı verileriyle etkinlik analizini SSA ve VZA yöntemi kullanarak yapmışlardır. Yapılan analizler sonucunda iki yöntem için birbirinden farklı etkinlik skorları bulsalar da skorlar birbirine yakındır. SSA yöntemi etkinlik skorları 0,86 – 0,93 aralığında iken, VZA yöntemi etkinlik skorları 0,84 – 0,89 aralığındadır.

Chirikos ve Sear (2000) 186 Florida hastanesi için 1982-93 yılları arası panel ve yatay kesit verilerini kullanarak SSA ve VZA yöntemiyle etkinlik analizi yapmışlardır. Analiz sonucunda VZA yöntemi ortalama etkinlik skorları SSA yöntemi ortalama etkinlik skorlarından daha yüksek çıkmıştır. Ancak analiz sonuçlarının endüstri boyutunda yakın sonuçlar verirken, en çok ve en etkin kurumların bireysel özellikleri açısından farklılaştıkları sonucu üzerinde durulmuştur. Etkinlik skorları birbirine yakın olduğu için yapılacak olan politikaların herhangi bir farklılık yaratmayacağı savunulmuştur.

Jacobs (2001) İngiltere hastaneleri için yaptığı etkinlik tahmininde SSA ve VZA yöntemini kullanmıştır. Yapılan analizler sonucunda her yöntemin her birinin kendine özgü güçlü ve zayıf yönleri olduğu ve potansiyel olarak etkinliğin farklı yönlerini ölçtüğü sonucuna ulaşılmıştır. Aynı verilerle yapılan analizin farklı sonuçlar vermesine sebep olarak hata terimleri ya da veri eksikliği gösterilmiştir.

Giuffrida ve Gravelle (2001) İngiltere’de bulunan 90 Aile Sağlığı Hizmetleri Makamı’nın (FHSA) etkinlik analizini Düzeltilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (DEKK), Kanonikal Regresyon Yöntemi, SSA ve VZA yöntemi kullanarak yapmışlardır. Etkinlik skorları birbirine yakın olsa da birbirinden farklı çıkmıştır. Ayrıca etkinlik skorlarının korelasyonu yöntemlerin kendi içinde yüksek çıkarken, yöntemler arasında böyle bir ilişki gözlenmemiştir.

Gannon (2005) İrlanda’da bulunan kamu hastanelerinin 1995 – 2000 yılları arasındaki verileriyle etkinlik analizini SSA ve VZA yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir. Yapılan analizler sonucunda VZA etkinlik skorlarıyla SSA etkinlik skorları birbirinden farklı olup VZA etkinlik skorları SSA etkinlik skorlarına göre daha yüksek çıkmıştır. Çalışmada ayrıca SSA yönteminin hata terimini etkinsizlikten ayrılmasının avantaj olduğu vurgulanmıştır.

Kimsey (2009) ABD’de bulunan Askeri hastaneler, kâr amacı güden hastaneler, kâr amacı gütmeyen hastaneler ve kamu hastaneleri arasında etkinliklerini karşılaştırmak için SSA ve VZA yöntemlerini kullanarak analiz yapmıştır. Analiz sonucunda kategoriler ve teknik etkinlik arasında anlamlı bir ilişki bulunamazken SSA yöntemi ortalama teknik etkinlik tahminleri %76 ile %80 arasında bulunmuştur. Askeri hastanelerin diğer hastanelerden farklı olduğu ama anlamlı bir karşılaştırma yapmak için yeterli olmadığına değinilmiştir. VZA yöntemi ortalama etkinlik tahminleri ise %87’dir.

Varabyova ve Schreyögg (2013) yaptıkları çalışmada 2000-2009 verilerini kullanarak OECD ülkelerinin hastane teknik etkinliklerini SSA ve VZA yöntemi kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda kişi başına daha yüksek sağlık harcamalarına sahip ülkelerin teknik açıdan daha etkin olduğu ve gelir eşitsizliği ve hastanede kalış sürecinin daha uzun olduğu ülkelerin teknik açıdan daha az etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca harcamaların özel ya da kamusal kaynaklarla finanse edilip edilmediği ve teknik etkinlik arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

BÖLÜM 3. HASTANE ETKİNLİK ANALİZİ

3.1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Wagstaff (1989) ile başlayan sağlık sektöründe etkinlik analizi çalışmaları beraberinde birçok çalışma getirmiştir. Farklı ülkelerde, farklı sektörlerde, farklı etkinlik analizleriyle, farklı değişkenler ve farklı ölçüm teknikleriyle geniş bir literatür oluşmuştur. SSA yöntemiyle yapılan çalışmaların Coelli vd. (2005) ve Kumbhakar ve Lovell (2000) tarafından beş temel noktada farklılaşacağı üzerinde durulmuştur. Bunlar; i) maliyet/üretim fonksiyon kalıbının seçimi, ii) hata terimi dağılımını ilişkilendiren varsayımlar, iii) değişkenlerin seçimi, iv) tek aşamalı ya da iki aşamalı tahmin sürecinin kullanımı, v) yatay kesit ya da panel veri tahmin yöntemlerinin kullanımındır (Atılgan, 2012: 50).

SSA yöntemi kullanılarak yapılan hastane etkinliklerinden Wagstaff ve Lopez (1996) 43 İspanya hastanesinin (kamu ve özel) 1988-1991 yıllarına ait verileriyle çok ürünlü hastane maliyet fonksiyonuna uyarlanan SSA yöntemiyle etkinlik analizini yapmışlardır. Değişken olarak herhangi bir girdi belirlenmemişken maliyet değişkeni olarak hastanenin toplam operasyon maliyeti ve çıktı değişkenleri olarak da ayakta tedavi sayısı ve acil vaka sayısı olarak belirlenmiştir. Kontrol değişkenleri ise tekrarlanan ayakta tedavinin toplamdaki oranı, rehabilitasyon programı durumunu gösteren kukla değişken, eğitim faaliyetini değiştiren kukla değişken, CAT tarayıcısı durumunu gösteren kukla değişken, gündüz hastanesi durumunu gösteren kukla değişken ve onkoloji birimi durumunu gösteren kukla değişken tanımlanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre kamu hastanelerindeki etkinsizliğin %75, özel hastanelerdeki etkinsizliğin %56 olduğu ve ortalama etkinsizliğin ise %58 olduğu tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak kamu hastanelerinin özel hastanelere göre daha etkinsiz olduğu sonucu vurgulanmıştır.

Linna (1998) yaptığı çalışmada Finlandiya'daki hastanenin 1988-1994 yılları arasındaki etkinliğini SSA ve VZA yöntemleriyle analiz etmiştir. Çalışmada etkinsizlik teriminin normal ve kesikli dağılımını gösteren iki farklı model kullanmıştır. Maliyet değişkeni olarak hastanenin net operasyon maliyetini kullanırken, çıktı değişkenleri olarak; toplam acil servis ziyaret sayısı, toplam hastane ziyaret sayısı, toplam hasta-yatak gün sayısı, hastanede 1 yılı bulan eğitim

alan kişi sayısı, hemşirelerin iş üzerinde eğitim aldığı hafta sayısı ve toplam ağırlıklandırılmış bilimsel yayın sayısını kullanmıştır. Girdi değişkenleri; işgücünün ortalama saatlik ücreti ve devlet sağlık harcamaları için ücret indeksini, kontrol değişkenleri olarak; hastanenin eğitim faaliyetini gösteren kukla değişken, hasta yeniden ziyaret sayısı ve gözlem yılını (1...7) tanımlanmıştır. Yapılan analiz sonucunda SSA ve VZA model tahminlerinde etkinlik skorları birbirinden farklı çıkarken skorların birbirleriyle korelasyonu yüksek çıkmıştır. Ayrıca yıllık 3-5 oranında artan üretkenliğin yarısı maliyet etkinliğindeki gelişmelerden, yarısı ise teknolojik etkinliğin gelişmesinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bir diğer üzerinde durulan nokta ise 1993 yılında gerçekleştirilen bölgesel sübvansiyon reformunun hastane etkinliği üzerinde etkisinin olmadığı sonucudur.

Rosko (2001) Amerika Birleşik Devletleri'nde yönlendirilmiş sağlık hizmetleri ve diğer çevresel faktörlerin 1990-1996 yılları arasında 1631 hastanenin hastane etkinsizliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Etkinsizlik parametreleri ve etkinsizlik skorlarını tahmin etmek için SSA yöntemi kullanmıştır. Sonuçlara bakıldığında ortalama etkinsizlik tahminlerinin çalışma periyodu boyunca %28'lik bir azalma olduğu görülmektedir. Ayrıca etkinsizlik sağlık koruma organizasyonu etkisi ve endüstri yoğunluğu ile negatif ilişkili çıkarken, Medicare hissesi ve kâr amacı güden mülkiyet durumuyla pozitif ilişki çıkmıştır.

Li ve Rosenman (2001) Washington eyaletindeki hastaneler üzerine yaptıkları çalışmada SSA yöntemi kullanmışlar ve daha az yatağa sahip hastanelerin daha az etkin olduğu, daha yüksek oranda hasta gününe sahip hastanelerin ise daha etkin olduğu ve en etkin hastane ile ortalama hastane arasındaki ilişkinin yaklaşık %67 olduğu bulgularını elde etmişlerdir.

Frohloff (2007) Almanya'daki 1500 hastanenin 2000-2003 yılları arasında teknik ve maliyet etkinlikleri üzerine SSA yöntemi kullanarak bir çalışma yapmış ve özel ve kâr amacı gütmeyen hastanelerin kamuya ait hastanelere göre ortalama olarak daha az maliyet ve teknik etkin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Rosko ve Mutter (2008) Amerika Birleşik Devletleri'nde hastane etkinsizliğini inceleyen 20 SSA çalışmasını incelemişler ve en iyi uygulama yöntemlerinden elde edilen sonuçlarını maliyet etkinliğini tahmin etmede SSA yönteminin sağlamlığını saptamak için daha önce kullanılan yöntemlerle karşılaştırmışlardır. Geçmişteki çalışmalarını karşılaştırmak ve yeni verileri analiz

etmek için, SSA yöntemleri a) maliyetlerin yapısı varsayımları ve hata terimi dağılımları, b) kalite ve ürün tanımlayıcı ölçümlerin dâhil edilmesi ve c) eş zamanlı kullanım ve iki aşamalı tahmin teknikleri olarak değiştirilmiştir. Çalışmada hastane etkinliği üzerinde etkili olduğu düşünülen içsel ve dışsal çevresel değişkenler olarak iki ayrı gruba ayrılmaktadır. İçsel değişkenler grubunda hastanenin sahiplik durumuna göre, kâr amacı gütmeyen hastaneler referans grubu olmak üzere, iki farklı kukla değişken (kamu ve özel) tanımlanmıştır. Dışsal değişkenler grubunda ise hastane başvuruları içinde farklı sigorta sistemlerinin hastane başvuruları içindeki oranlarını gösteren iki değişken ile piyasa yapısını ve etkilerini yansıtmak üzere piyasa yaygınlığı yüzdesi değişkenleri olarak üç farklı değişken tanımlanmıştır. Yeni çalışma ve eski çalışmalar karşılaştırıldığında SSA sonuçlarına çeşitli model varyasyonlarının nispeten duyarsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Votápková ve Štátná (2013) Çek Cumhuriyeti'nde 99 hastanenin maliyet etkinliğini SSA yöntemi kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda kâr amacı gütmeyen ve eğitim veren hastanelerin daha etkin olduğu ve küçük hastaneler, daha büyük belediyelerde bulundan hastaneler ve rekabetin mevcut olduğu bölgelerde bulunan hastanelerin daha etkin olma eğiliminde olduğu bulgularına ulaşmışlardır.

Goudarzi vd. (2014) İran'da 12 eğitim hastanesinin 1999-2011 yılları arasındaki verileri kullanarak SSA yöntemiyle teknik etkinlik analizini yapmış ve çalışma sonucunda ortalama teknik etkinlik seviyesini %59 bulup bu durumda hastanelerde ciddi bir kaynak israfı olduğunu sonucuna ulaşmışlardır.

Hamidi (2016) Filistin'deki devlet hastanelerinin etkinlik ölçümünü SSA yöntemiyle yapmıştır. Çalışma 2006, 2007 ve 2009-2012 yılları arası 6 yıllık bir periyod ile 22 devlet hastanesinin panel verilerini içermektedir. Girdi değişkenleri; yatak sayısı, doktor sayısı, hemşire sayısı ve sağlık dışı personel sayısıyken, çıktı değişkenleri; tedavi göre hasta sayısı ve yatan hasta sayısıdır. Analizde Cobb – Douglas fonksiyonu, translog fonksiyonu ve çok çıktılı mesafe fonksiyonu kullanılmıştır. Yapılan analize göre hastanelerin ortalama teknik etkinliği %55 iken en düşük etkinlik oranı %28, en yüksek etkinlik oranı ise %91'dir. Çalışmada doktorların ve hemşirelerin hastane üretiminde en önemli faktör olduğu sonucuna varılırken, doktor sayısındaki %1'lik bir artışın hastane üretiminde sırasıyla %0.33 ve %0.51'lik bir artışa neden olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca hastanelerin tüm

girdileri %1 artırma durumunda üretim oranının %0.74 artacağı diğer üzerinde durulan bir sonuçtur.

Wei vd. (2018) Çin'de yaptıkları çalışmada hastane özellikleri (sağlık hizmetleri maliyetler ve kalitesi) ve teknolojik araçlar (bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme) arasındaki ilişkinin hastane etkinlikleri üzerindeki etkiyi ölçmeyi amaçlamışlardır. Rastgele seçilen 131 hastaneden 2009-2013 yılları arasında örneklem seçilmiş ilk olarak hastane maliyet etkinsizlik skorları SSA yöntemiyle tahmin edilmiştir. Daha sonra nüfus, GSYİH, hastane hacmi, yıllık cerrahi vaka sayısı ve hastane yataklarının skorlarının hastane seviyesinde sabit etki ile bir dizi lineer regresyon modeli ile BT ve MR kullanım oranlarıyla nasıl bir ilişki olduğu incelenmiştir. Tanımlayıcı ve regresyon analizi BT ve MR kullanım oranları skorları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu doğrulamıştır. Diğer yandan orta değişkenler, hastane hacmi, yıllık cerrahi vaka sayısı BT kullanım oranı ile önemli derecede ilişkilirken, MR ile değildir sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bir diğer bulgu da hastane maliyeti etkinsizliğinden BT ve MR kullanımının arttığıdır.

Çeşitli ülke örneklerinde hastane etkinliğinin SSA yöntemiyle araştırıldığı diğer bazı çalışmalar arasında Folland ve Hofler (2001), (Mobley, 1998), İspanya (Wagstaff, 1989), (Zuckerman vd., 1994), (Chirikos, 1998), (Brown, 2003), İsveç (Gerdtham vd., 1999), Japonya (Besstremyannaya, 2011), Almanya (Ludwig vd., 2009), (Herr, 2008), Avustralya (Yong ve Harris, 1999), (Paul, 2002), İngiltere (Giuffrida ve Gravelle, 2001), Portekiz (Dismuke ve Sena, 2001), Belçika (Bosmans ve Fecher, 1995) sayılabilir.

SSA ile etkinlik ölçümünde Bayesyen yaklaşımın kullanıldığı çalışmalar ise nadir denebilecek kadar azdır. Ancak yazılım ve hesaplama teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak bu alanda artan bir ivmeden sözedilebilir. Bu bağlamda sağlık alanında Şenel ve Cengiz (2016), Griffin ve Steel (2004), Koop vd. (1997), bankacılık alanında Tabak ve Tecles (2010), Assaf vd. (2012), Barros vd. (2016), enerji alanında Assaf vd. (2011a), Chen vd. (2015), ticaret konusunda Assaf vd. (2011b), ulaştırma sistemleri alanında Assaf (2009, 2011), turizmde Assaf (2012), Tsionas ve Assaf (2014), spor konusunda Barros ve Rossi (2014), tarımsal üretimde Begho ve Ogisi (2014)'nin çalışmaları anılabilir.

Widmer (2015) İsviçre'deki yaklaşık 90 kamu hastanesinin maliyet etkinlik analizini 2004-2009 yılları arasındaki verileri kullanarak Bayesyen standart ve

tesadüfi parametre sınır modeliyle analiz etmiştir. Analiz sonuçlarına göre, maliyet etkinliği özellikle hasta vakası başına ödeme ile artarken, hastaneleri işletme riskine sokmak için tasarlanan muhtemel ödeme, maliyeti düşürmek açısından geriye dönük alternatiflere göre daha etkilidir. Bunun yanı sıra hastane üretim teknolojilerine göre heterojendir.

Chen vd. (2016) Çin’de yapılan 30 yıllık sağlık reformundan sonra olan değişikliklerle ilgili bir değerlendirme yapmak adına 2002-2011 yılları arasındaki verileri kullanarak 31 Çin hastanesinin maliyet etkinliğini Bayesyen SSA yöntemi kullanarak analiz etmiştir. Yapılan analiz sonucunda, kamu sübvansiyonları ve sağlık sigortası reformlarının Çin hastanelerinin maliyet etkinliğini artırdığı belirlenmiştir. Bunun sonucunda kamu hastanelerinin mali sübvansiyonlarını optimize etmesini özel hastanelerin girişini teşvik etmenin, sağlık sigortası kapsamını iyileştirmenin ve ön triyaj sistemini kurmanın Çin tıbbi sistemine faydalı olacağı konusuna değinilmiştir.

Hastanelerin etkinlik düzeylerinin tespit edilmesinde sık kullanılan yöntemlerden biri olan VZA yöntemiyle ilgili de oldukça fazla çalışma bulunmaktadır. Chang (1998) tarafından Taiwan’da devlet hastanelerinin etkinlik düzeylerini ölçmek ve bu etkinliğe etki eden faktörleri belirlemek amacıyla 1990-1994 yılları arasındaki verileri kullanarak VZA yöntemiyle analiz yapılmıştır. Girdi değişkenleri olarak; tam gün çalışan hekim sayısı, hemşire sayısı ve diğer personel sayısı; çıktı değişkenleri olarak; acil ve rutin klinik bakım sayısı ve hasta bakım günü sayısı kullanılmıştır. Sonrasında ise bu analizden elde edilen VZA skorlarını bağımlı değişken, bu skora etki etmesi muhtemel olan hizmet sunum biçimi, yatak işgal oranı, hasta yapısı ve devletin uyguladığı “Ulusal Sağlık Sigorta Programı” bağımsız değişken olarak kabul edilerek bir regresyon analizi yapılmıştır. Sonuç olarak, hizmet sunum biçimi ve bakılan hastaların türü hastanelerin etkinliğini negatif yönde etkilerken, yatak işgal oranı pozitif yönde etkilediği görülmektedir. Ayrıca araştırma yapılan beş yıllık dönemde hastanelerin etkinlik skorlarında artış gösterdiği ve bu artışta Ulusal Sağlık Sigorta Programı’nın etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Giokas (2001) Yunanistan’da 72 genel ve 19 eğitim hastanesinde girdi yönlü VZA yöntemi kullanarak etkinlik ölçümü yapmıştır. Girdi olarak toplam maliyeti kullanırken, çıktı olarak ise tıbbi bakımda kalış gün sayısı, cerrahi bakımda yatan hasta sayısı, ayakta tedavi olan hasta sayısı ve yardımcı hizmetleri kullanmıştır.

Çalışma sonucunda hastane harcamalarının %2'sinin fazla kullanıldığı ve gereksiz yapılan hastane harcamalarının tülkenin GSMH'nin ortalama %4,1'ini oluşturduğuna ulaşılmıştır.

Grosskoph vd. (2001) yaptıkları araştırmada çalışan sayısındaki fazlalığın eğitim hastanelerinin etkinlikleri üzerine olan etkisini VZA yöntemi kullanarak araştırmışlardır. Girdi değişkenleri olarak; uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, tam gün çalışan hemşire sayısı, yarı zamanlı çalışan hemşire sayısı, diğer personel sayısı ve yatak sayısı kullanılırken; çıktı değişkenleri olarak; toplam yatan hasta sayısı, ameliyat sayısı, ayakta ameliyat sayısı, poliklinik hasta sayısı ve acil servis hasta sayısı kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre hastanelerin etkinlik düzeyinin %80 olduğu ve girdiler %20 oranında azaltılsa bile aynı çıktı oranının korunabileceği tespit edilmiş bu durumda eğitim hastanelerinin personel sayısının %20 oranında fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ramanathan vd. (2003) Güney Afrika'nın Botswana bölgesindeki hastanelerin 1997 yılına ait kesitsel verilerle VZA yöntemi kullanılarak hastane etkinliğinin ölçülmesini amaçlamışlardır. Sağlık hizmetlerinin planlanmasında karar vericilere yardımcı olması için yapılan çalışmada, girdi değişkenleri olarak; bölgedeki hastane sayısı, klinik sayıları, yatak sayıları doktor, hemşire ve diğer çalışan sayıları kullanılırken, çıktı değişkenleri olarak; çeşitli gruplara ayrılmış hasta sayıları, taburcu edilmiş yeni doğanlar ve taburcu edilen hastalar kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda araştırma kapsamındaki 22 bölgenin 3'ünde etkinlik skorları optimum etkinlik düzeyinin altında çıkmıştır.

Kutlar ve Salamov (2017) Azerbaycan Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı'na bağlı, uzman doktor sayısı 100'den fazla olan 36 ilin hastanelerinin 2013 yılı verileriyle etkinlik ölçümünü VZA yöntemiyle yapmışlardır. Model tahmininde girdi olarak; uzman doktor sayısı, pratisyen doktor sayısı, yardımcı sağlık personeli sayısı, toplam yatak sayısı ve işgal edilen yatak sayısı kullanılırken, çıktı olarak; muayene olan hasta sayısı, toplam ameliyat sayısı ve taburcu olan hasta sayısı kullanılmıştır. Analizler ölçeğe göre sabit getiri (CCR) ve değişken getiri (BCC) esasına göre modeller kullanılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre CCR modeli ile etkinlik analizinde 11 hastanenin, BCC modeli ile etkinlik analizinde ise 19 hastanenin tam etkinlik değerine ulaştığı görülmüştür. Ayrıca ortalama etkinlik

skorları CCR modelinde %82 iken, BCC modelinde %92 oranında olduğu tespit edilmiştir.

VZA yöntemi kullanılarak farklı ülkelerde yapılan diğer çalışmalardan bazıları; ABD (Özcan ve McCue, 1996), (Burgess ve Wilson, 1998); Tanzania (Bwana ve Gwahula, 2015); Almanya (Helwig ve Lapsley, 2001), (Staat, 2007); Avusturya (Reichmann, 2000); İsviçre (Tambour, 1999), (Steinmann, 2003); Kenya (Krigia vd., 2002); İskoçya (Parkin, 1997); Yunanistan (Athanasopoulos ve Gounaris, 2001) şeklindedir.

3.2. TÜRKİYE'DE KAMU HASTANELERİNDE ETKİNLİK KONUSUNDAKİ ÇALIŞMALAR

Hastanelerin etkinlik ölçümünde en yaygın yöntem olarak VZA kullanılmakla birlikte SSA'nın kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır. Türkiye'de de genelde sağlık sektörü özelde ise hastane gibi sağlık hizmeti sunan birimler için etkinliğin değerlendirilmesine yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak gerçekleştirilen literatür taramasında Türkiye'de bu çalışmaların neredeyse tamamının VZA yöntemi kullanılarak gerçekleştirildiği görülmektedir.

Ersoy vd. (1997) 1994 yılı verileriyle Türkiye'deki 573 hastane için teknik etkinlik araştırmasını VZA yöntemi kullanılarak yapmıştır. Çalışma sonuçlarına göre hastanelerin % 90,6'sı etkin çalışmamaktadır. Ayrıca etkin olan hastaneler, etkin olmayan hastanelere göre daha az girdi kullanarak daha fazla çıktı üretmektedirler.

Şahin (1999) ile Şahin ve Özcan (2000) 1996 yılı verileriyle 80 ilin karar birimi olarak yer aldığı Türkiye'de Sağlık Bakanlığı'na ait genel hastanelerden oluşan ve VZA yöntemiyle etkinlik analizini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmaların sonuçlarına göre kamu hastanelerinin % 55'i etkin değilken, il başına ortalama etkinlik skoru 0.879 bulunmuştur. Çalışmada ulaşılan başka sonuç da etkin bulunmayan 44 hastanede yatak ve sağlık işgücü kullanımının yüksek olduğudur.

Güçlü (1999) yaptığı tez çalışmasında VZA yöntemiyle etkinlik analizi gerçekleştirmiş ve Türk Silahlı Kuvvetlerine ait 35 hastanenin 18 tanesinin etkin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Baysal vd. (2004) VZA yöntemiyle yaptıkları çalışmada hastane tipine, buldukları coğrafi bölgeye ve büyüklüklerine göre hastanelerin etkinliklerinin farklılaştığı sonucuna ulaşmışlardır.

Özata (2004) ülkemizdeki üniversite ve devlet hastanelerinin etkinlik düzeylerinin tespit edilmesi ve bu hastanelerin etkinlik düzeylerinin artırılmasında Sağlık Bilişim Sistemleri'nin yeri ve önemini belirlemek amacıyla doktora tez çalışması yapmıştır. Çalışma kapsamında 100 devlet ve 32 üniversite hastanesi olmak üzere toplam 132 hastane 2002 yılına ait verilerle VZA yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Girdi değişkenleri; yatak sayısı, uzman hekim, pratisyen hekim, çıktı değişkenleri; ayakta muayene sayısı, yatan hasta sayısı, ameliyat sayısı ve döner sermaye geliri kullanılarak toplam etkinlik, teknik etkinlik ve ölçek etkinliği olmak üzere üç farklı etkinlik skoru hesaplanmıştır. Araştırma sonucuna göre; devlet hastanelerinin toplam etkinlik ortalaması 0.83, teknik etkinlik ortalaması 0.90 ve ölçek etkinliği ortalaması 0.92'dir. Üniversite hastanelerinin ise toplam etkinlik ortalaması 0.84, teknik etkinlik ortalaması 0.89 ve ölçek etkinliği ortalaması 0.93 olup her iki hastane grubunun da kaynakları verimsiz kullandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yeşilyurt (2007) yaptığı çalışmada Türkiye'de çeşitli kurumlara bağlı olarak faaliyet gösteren 55 eğitim ve uygulama hastanesinin teknik etkinlik analizini 2003 yılına ait verilerle VZA yöntemi kullanılarak yapmıştır. Yapılan VZA analizinde girdi olarak pratisyen hekim, uzman hekim ve yatak sayısı kullanılırken, çıktı olarak poliklinik sayısı, küçük ameliyat, orta ameliyat, büyük ameliyat ve doğum sayısı kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre hastanelerin ortalama etkinlik düzeyi 0.752 olarak bulunmuşken, Sağlık Bakanlığı, Devlet Üniversitesi Hastaneleri, Özel/Vakıf Üniversitelerine Bağlı Hastaneler, Sosyal Sigortalar Kurumu Hastaneleri ve Özel Hastaneler arasında da etkinlik farkları bulunmuştur. Sağlık Bakanlığına bağlı eğitim hastanelerindeki etkinlik düzeyi 0.807, kamuya bağlı üniversite hastaneleri etkinlik düzeyi 0.634, vakıf/özel üniversite hastanelerindeki etkinlik düzeyi 0.935, SSK hastanelerinin etkinlik düzeyi 0.996 ve özel hastanelerin etkinlik düzeyi 1 olarak hesaplanmıştır. En etkin olan özel hastaneler olurken en etkin olmayan hastaneler kamuya bağlı üniversite hastaneleridir.

Çakmak (2009) Türk kamu hastanelerinin etkinlik sorununu irdelemek ve özelde ise Sağlık Bakanlığı'na bağlı 41 adet kadın doğum hastanelerinin teknik

etkinliklerini ölçmek amacıyla çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmada birden fazla girdi ve çıktıyı aynı anda hesaba katarak ölçüm yapan VZA yöntemi kullanılmıştır. Girdi olarak; fiili yatak sayısı, Diğer giderler (yatırım, ilaç ve malzeme alım giderleri hariç), ilaç giderleri, tıbbi malzeme alım giderleri kullanırken, çıktı olarak; poliklinik sayısı, büyük, orta ve küçük ameliyat sayısı, doğum sayısı, ortalama kalış günü ve toplam gelir kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda araştırılan hastanelerin 12 tanesinin etkin olduğu saptanırken, 29 tanesinin etkin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bayraktutan vd. (2010) VZA ile Türkiye'deki göğüs hastalıkları hastane etkinliklerini ölçmüş ve ortalama etkinlik % 80 bulunmuştur. Bunun yanısıra sağlık bilgi sistemlerine sahip hastanelerin diğerlerine oranla daha yüksek ortalama etkinlik skoruna sahip olduğu belirtilmiştir. Ancak bu sonuç istatistiksel olarak doğrulanamamıştır.

Ayanoğlu (2010) yaptığı çalışmada 2007 yılı verilerini kullanarak Sağlık Bakanlığı hastaneleri etkinlik ve karlılık ölçümleri yapmıştır. Çalışma 16 hastanede 5 finansal girdi ve 1 finansal çıktı değişkeni kullanarak VZA yöntemiyle yapılmıştır. Analiz sonucunda 16 hastane bazında toplam %13,43 oranında atıl harcama yapıldığı tespit edilmiş ve hastanelerin kar-zarar değerine bakıldığında gelir-gider dengesinde başabaş noktasına ulaşmak için %10,43 oranında giderlerin azaltılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Temür (2010) illerin gelişmişlik derecelerine göre hastane etkinlikleri çalışmasında Sağlık Bakanlığı'na bağlı hizmet veren 81 ilde 849 devlet hastanesinin Avrupa Birliği'nin Düzey 1 Bölge Sınıflandırmasına göre etkinlik ve performanslarının değerlendirilmesini 2006 ve 2007 yılları verileriyle analiz edilmiştir. Analiz yöntemi olarak VZA yöntemini kullanılmış, ölçeğe göre sabit ve değişken getiri durumlarına göre hastaneler, iller ve bölgeler bazında değerlendirilmiştir. Girdi değişkenleri olarak; hastanelere ait uzman ve pratisyen hekim sayıları, yatak sayısı ve döner sermaye harcamaları kullanılırken, çıktı değişkenleri olarak; poliklinikte ve yatarak tedavi gören hasta sayısı, ölen hasta sayısı, yapılan ameliyat sayıları, döner sermaye gelirleri ve doğum sayısı kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre 2007 yılında 2006 yılına göre etkin olmayan il sayısında bir artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca etkinlik açısından en iyi durumda olan illerin Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde olduğu sonucuna varılmıştır.

Aytekin (2011) çalışmasında yatak işgal oranı düşük olan Sağlık Bakanlığı hastanelerinin etkinliklerini ölçmeyi amaçlamıştır. Sağlık Bakanlığı'nın 2009 yılı verilerine göre 955 hastanesinden yatak işgal oranları yıl boyunca %50'nin altında kalan 245 hastanesi araştırma kapsamına alınmıştır. Yöntem olarak VZA yöntemini kullanılırken, çalışma kapsamında girdi değişkenleri olarak; yatak sayısı, oda sayısı, pratisyen hekim sayısı, uzman hekim sayısı ve yardımcı sağlık personeli sayılarını kullanılırken, çıktı değişkeni olarak; yatak işgal oranı, ortalama kalış gün sayısı, yatan hasta sayısı ve Medula cirolarını kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda 245 hastanenin 21'inin etkin olduğu 224'ünün ise etkin olmadığı görülmüştür.

Şahin vd. (2011) Türkiye'de 352 genel amaçlı kamu hastanesi için gerçekleştirdikleri VZA etkinlik tahmininde sağlıkta dönüşüm sisteminin hastane etkinliği açısından değerlendirmesini 2005 – 2008 yılları verileriyle gerçekleştirmiştir. Çalışmada tüm yıllar için etkin hastane oranı CRS modelinde % 8.8, VRS modelinde % 17.5 bulunmuştur.

Gülsevin ve Türkan (2012) çalışmalarında Afyonkarahisar'daki Sağlık Bakanlığı'na bağlı hastanelerin etkinlik düzeylerini VZA yöntemiyle belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada hastane yönetiminin girdiler üzerinde kontrol gücü olduğu ancak çıktılar üzerinden kontrol etmek güç olduğu için girdileri minimize etmeyi amaçlayan ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan girdi yönlü Charnes Cooper Rhodes (CCR) modeli kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda 15 hastanenin 8'inin %100 etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Beylik ve Pekcan (2012) Ankara'da bulunan eğitim ve araştırma hastanelerinin VZA yöntemiyle etkinlik analizini yapmışlardır. 2008 yılına ait verilerle araştırma kapsamında olan her bir hastanenin 9 ayrı biriminde yapılan çalışmada girdi değişkeni olarak uzman hekim sayısı ve klinik yatak sayısı kullanılırken çıktı değişkeni olarak poliklinik sayısı, yatak işgal oranı ve ameliyat sayısı kullanılmıştır. Yapılan etkinlik ölçümünde 35 birimin etkin olduğu 28 birimin etkin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Atılgan (2012) Sağlık Bakanlığı hastanelerinin 2007-2009 yılları arası 332 devlet hastanesinin maliyet etkinliklerini SSA yöntemiyle analiz etmiştir. Analizi translog maliyet fonksiyon formu kullanarak gerçekleştirmiş olup SDP sonrası çok tartışılan performansa dayalı ek ödeme sisteminin hastanelerin maliyet etkinliğini artırmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yatak işgal oranlarının etkinlik skorlarını

artırdığı, nüfusun ve gelişmişlik düzeyinin yüksek olduğu bölgelerde hastane etkinlik skorlarının azaldığı diğer elde edilen sonuçlardır. Bununla birlikte hastane kapasitesi işle etkinlik arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Bal ve Bilge (2013) Sağlık Bakanlığı'na bağlı eğitim ve araştırma hastanelerinin etkinlik ölçümünü VZA yöntemiyle yapmışlardır. Araştırma kapsamına 2007-2007 ve 2009 yılına ait verilerle 35 eğitim ve araştırma hastanesi alınmıştır. Girdi değişkenleri olarak; uzman hekim sayısı, asistan hekim sayısı, yatak sayısı, hemşire sayısı ve toplam gider kullanılırken, çıktı değişkenleri olarak; muayene sayısı, ameliyat sayısı, yatılan gün sayısı ve toplam gelir kullanılmıştır. Analiz sonucunda 13 hastane etkin iken 22 hastanenin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının 0,88 olduğu tespit edilmiştir.

Doğan ve Gencan (2014) kısıtsız ve kısıtlı VZA tekniğini kullanarak Ankara'da faaliyet gösteren 26 kamu hastanesinin etkinlik düzeyini incelemişlerdir. 4 girdi ve 5 çıktı değişkeninin kullanıldığı analizde kısıtsız VZA ile 13, kısıtlı VZA ile ise 10 hastane etkin bulunmuştur.

Uçkun vd. (2016), Türkiye'de büyükşehir belediyesi statüsündeki 30 ildeki Sağlık Bakanlığı Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumu'na (TKHK) bağlı hastanelerin il düzeyinde etkinliklerini incelemişlerdir. Çalışmada 4 girdili (fiili yatak sayısı, uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yıllık döner sermaye harcaması), 4 çıktılı (toplam muayene sayısı, toplam yatan hasta sayısı, yatak devir hızı, toplam ameliyat sayısı), çıktı maksimizasyonu hedefli VZA modeli kullanılmış ve Sağlık Bakanlığı hastanelerinin 16 ilde etkin, 14 ilde ise etkin olmadığı belirlenmiştir.

Yiğit (2016), Kamu Hastaneleri Birlikleri'nin teknik etkinliklerini analiz edip etkin olan ve olmayan hastaneleri tespit edip etkin olmayan hastaneler için potansiyel iyileştirme önerileri sunmayı amaçlamıştır. 2013 yılı verileriyle yöntem olarak VZA kullanılmıştır. Analizde çıktı olarak; muayene sayısı, yatan hasta sayısı, A grubu ameliyat sayısı, B grubu ameliyat sayısı, C grubu ameliyat sayısı ve yatak işgal oranını kullanırken, girdi olarak; uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı ve yatak sayısını kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda araştırma kapsamındaki Kamu Hastaneleri Birlikleri'nin yaklaşık %31'i etkin çıkarken, %69'unun etkin olmayan faaliyet gösterdikleri saptanmıştır. Hastaneler bir ülkenin sağlık harcamalarının %50'sinden fazlasını tükettiğinden hastanelerin çok büyük kaynak

tüketmesi sağlık sisteminin etkinliğini büyük bir şekilde etkilediğinden hastanelerin etkin şekilde yönetilmesinin önemli olduğu vurgulanmıştır.



BÖLÜM 4. TÜRKİYE’DE KAMU HASTANELERİNİN ETKİNLİK ANALİZİ

4.1. TÜRK SAĞLIK SİSTEMİ

Sağlık reformları, demografik değişiklikler, gelişen teknoloji, artan beklentiler, finansal baskılar gibi birçok faktörden kaynaklı hemen her ülkede gerçekleştirilmektedir (Saltman ve Figueras, 1997). Türk sağlık sisteminin başlıca hedefleri de sağlık statüsünü iyileştirmek, ulaşılabilirliğini ve verimliliğini artırmak, hizmet kalitesini ve hasta memnuniyetini yükseltmek ve sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliğini sağlamaktır. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi sağlık sistemlerinin performans ölçümlerine dayalı politikalar belirleyip çeşitli reformlar yapılmasına bağlıdır (Temür, 2010: 4). Türkiye’de sağlık hizmetlerinin yürütücüsü ve uygulayışı 1920 yılında kurulan Sağlık Bakanlığı’dır.

1920-1938 döneminde yapılan çalışmalar başlangıçta savaş sonrası yeniden yapılanma üzerine iken, sonrasında sağlık personellerinin desteklenmesi, bulaşıcı hastalıkların yaygınlaşması üzerine koruyucu sağlık hizmetlerini yaygınlaştırılması gibi faaliyetlerle ülke sağlık sistemini kurmak için ana mevzuatın oluşturulması üzerineydi. Bunlara yönelik dispanserler, müesseseler, bölge laboratuvarları, sağlık merkezleri, sağlık ocakları ve sağlık evleri gibi tesisler kurulmuş hâlâ günümüzde yürürlükte olan yasalar çıkarılmıştır (Sağlık Bakanlığı, 2007: 98).

1938-1960 döneminde özel sektörde çalışan işçilere ve kamu sektöründe mavi yakalılara sağlık sigortası sağlamak üzere Sosyal Sigortalar Kurumu’nun kurulması, Emekli Sandığı’nın kurulması, sosyal sigorta kapsamının geliştirilmesi, hastane hizmetlerinin SB’na devredilmesi, bölgesel Numune Hastaneleri, ana-çocuk sağlığı merkezleri, verem, ruh ve sinir hastalıkları hastanelerinin kurulması ve sağlık ocakları sayısının hızla artması merkezi yapıyı güçlendirmek ve sosyal içerik dâhilinde politikalar geliştirmek amacıyla yapılmıştır (Sağlık Bakanlığı, 2007: 99).

1961-1980 döneminde farklı sağlık politikaları tartışılmaya başlanmıştır. Dikey örgütlenmeler kademeli olarak azaltılmış, farklı sağlık hizmetleri sağlayan sağlık ocakları çatısı altında birleştirilmiş, askeri müdahalenin bir sonucu olan I. Beş Yıllık Kalkınma Planı oluşturulmuş ve Genel Sağlık Sigortası (GSS) kavramına ilişkin tartışmalar bu dönemde başlamıştır (Sağlık Bakanlığı, 2007: 100). 1967 yılında GSS için bir kanun taslağı hazırlanmışsa da Bakanlar Kuruluna sevk

edilememiştir. 1969 yılında 2. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda GSS'nin kurulması tekrar öngörülmüştür. 1978'de Sağlık Personelinin Tam Süre Çalışma Esaslarına Dair Kanun çıkarılmış ve kamu personeli olan doktorların muayenehane açması yasaklanmıştır. 1980 yılında Sağlık Personelinin Tazminat ve Çalışma Esaslarına Dair Kanun ile bu kanun yürürlükten kaldırılmış ve tekrar muayenehane serbestliği getirilmiştir.

1982 Anayasası vatandaşların sosyal güvenlik hakkına sahip olmalarının yanı sıra, bu hakkın gerçekleşmesinin devletin sorumluluğunda olduğuna yönelik hükümler içermektedir. “Devlet, bu görevini kamu ve özel kesimdeki sağlık ve sosyal kurumlardan yararlanarak, onları denetleyerek yerine getirir” ifadeleri yer almaktadır.

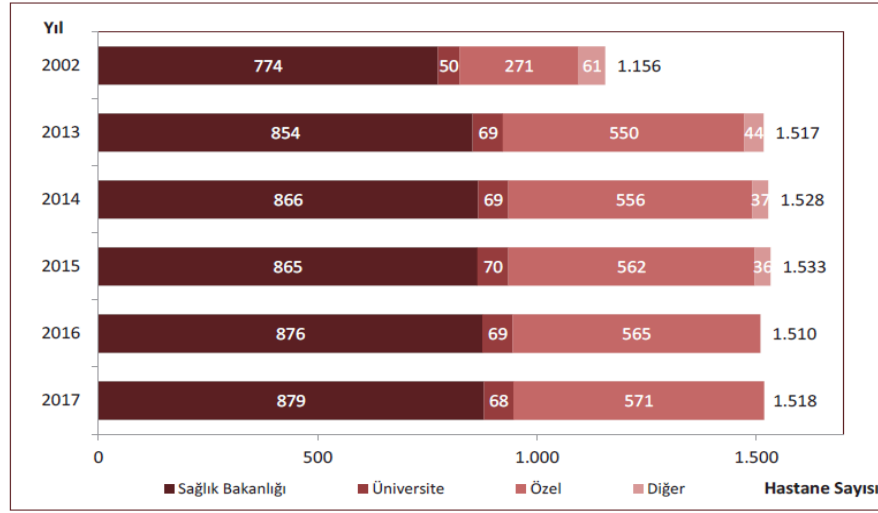
1987 yılında “Sağlık Hizmetleri Temel Kanunu” çıkarılmıştır. Ancak bu kanunun uygulanmasına yönelik düzenlemeler yapılamadığı ve bazı maddeleri Anayasa Mahkemesi tarafından iptal edildiği için, bütünüyle uygulama imkânı bulunamamıştır.

1990 yılında Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından, sağlık sektörü ile ilgili bir temel plan hazırlanmış, SB ve DPT tarafından yürütülen bu “Sağlık Sektörü Master Plan Etüt Çalışması” bir anlamda sağlık reformlarının ele alındığı bir sürecin başlangıcını oluşturmuştur.

1992'de DPT'nin planladığı I. Ulusal Sağlık Kongresi toplanmış ve yeniden yapılanma süreci başlamıştır. 1993'de II. Sağlık kongresi toplanmış ve ulusal sağlık politikaları belirlenmiştir. Bu yıllardan sonra Yeşil Kart uygulamasına geçilmiştir.

1998 yılında GSS, “Kişisel Sağlık Sigortası Sistemi ve Sağlık Sigortası İdaresi Başkanlığı Kuruluş ve İşleyiş Kanunu Tasarısı” adı altında, Bakanlar Kurulu'nca TBMM'ye sunulmuş, ancak kanunlaşamamıştır. 2000 yılında, GSS ile ilgili olarak, “Sağlık Sandığı” adı altında tanımlanan bir kanun tasarısı taslağı bakanlıkların görüşüne gönderilmiş ancak bu da sonuçlanmamıştır. 2003 yılında Türk sağlık sektörünün uzun zamandan var olan sorunlarını ele almak için tasarlanan Sağlıkta Dönüşüm Programı (SDP) başlatılmıştır (Sağlık Bakanlığı, 2007: 101; OECD, 2008: 36).

Şekil 4.1 Yıllara ve Sektörlere Göre Hastane Sayısı

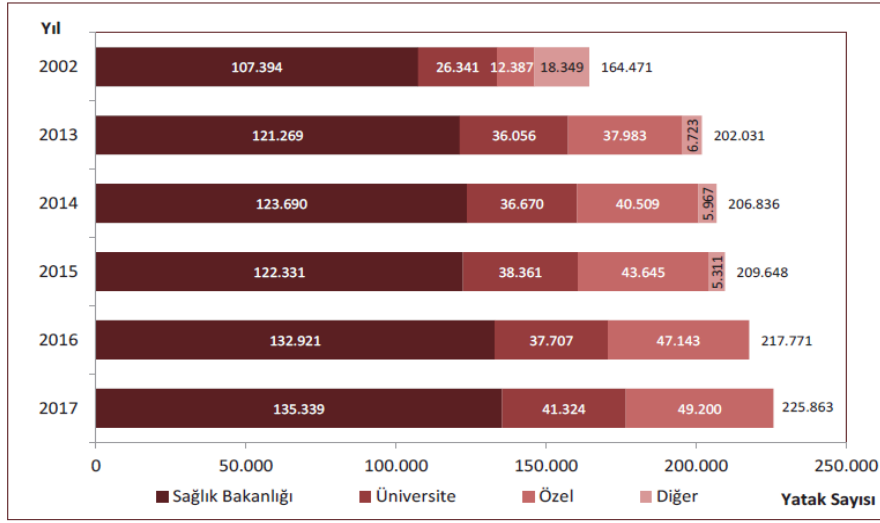


Kaynak: Sağlık Bakanlığı 2017 İstatistik Yıllığı.

Bir yandan sağlık hizmetlerine ulaşma oranını artırmak bir yandan da nüfus artışından kaynaklanan hizmet talebini karşılamak üzere gerek kamu gerekse özel hastane sayısı artırılmıştır (Şekil 4.1). Bundan daha bariz bir artış ise yatak kapasitesinde gözlenmektedir (Şekil 4.2). Son yıllarda büyük şehirlerde açılan birçok Şehir Hastanesi hem sağlık alanındaki son teknolojiye ulaşmayı kolaylaştırmakta hem de hastalara daha konforlu bir ortam sunmakta ve yatak kapasitesini yükseltmektedir.

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere 2017 yılı verilerine göre mevcut hastanelerin %58’i SB hastanelerine aittir. Buradan yola çıkarak SDP ile kamu hastanelerine verilen özerklikle birlikte hastane hizmet sunumu açısından özel kesimde ciddi bir artış olsa da SB hastanelerinin üstünlüğü devam etmektedir. Özel hastane sayısındaki artışın altında yatan sebeplerden biri de SDP kapsamında özel sektörün rolünün artırılmasına yönelik izlenen politikalar olarak da gösterilebilir. Şekil 4.2’ye göre de yine aynı üstünlük hastane yatak sayılarında da mevcuttur. Hastane yatağı sayısı 2002 yılına göre 2017 yılına kadar artan bir eğilim göstermiş ve 2017 yılında hastane yataklarının %60’ı SB hastanelerine aittir. Hastane yatağı sayısının artışı talebi karşılamaya yönelik bir hamle olsa da hızla gelişen tıbbi teknolojiye ayak uyduramayıp hastanelerde yatış süresinde azalma gerçekleşmemesinden kaynaklanıyor olabilir.

Şekil 4.2 Yıllara ve Sektörlere Göre Hastane Yatağı Sayısı, Türkiye



Kaynak: Sağlık Bakanlığı 2017 İstatistik Yıllığı.

SDP, geçmişteki reform ve proje çalışmalarını değerlendirerek gelecekte geçilmesi düşünülen sağlık sistemini tasarlayacak ve bu sisteme geçişi kolaylaştıracak gerekli değişiklikler yapmayı planlamıştır (Sağlık Bakanlığı, 2007: 268; Yıldırım, 2013: 12). Bu doğrultuda öncelikle ülkenin sağlık sektöründe temel sorunlarına odaklanılması gerekir ve OECD'ye (2008: 36) göre SDP'nin tasarlanmasına sebep olan sorunlar şu şekilde sıralanmıştır;

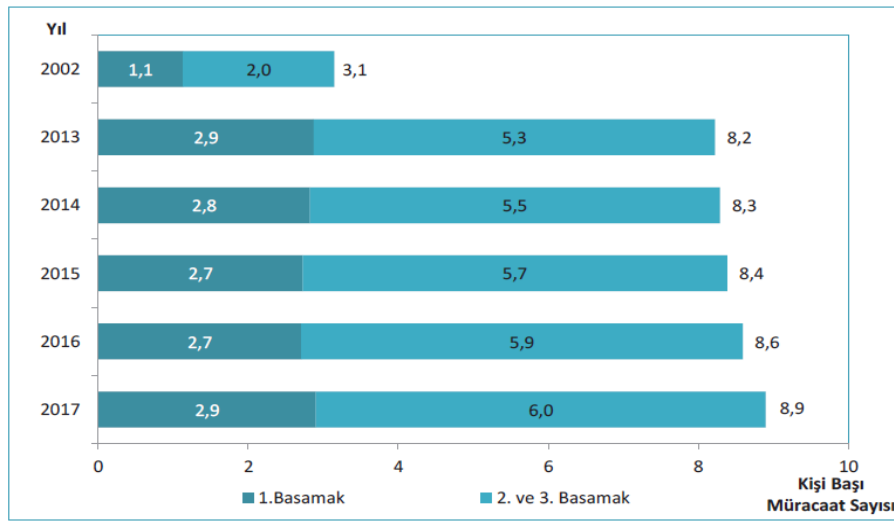
- Diğer OECD ve orta gelirli ülkelere kıyasla geri kalmış olan sağlık sonuçları
- Sağlık hizmetlerine erişimdeki hakkaniyetsizlikler
- Sağlık hizmetleri finansmanı ve sunumunda verimsizliğe yol açan ve mali sürdürülebilirliği zayıflatan parçalı yapı
- Düşük hizmet kalitesi ile hastalara sınırlı cevap verebilirliktir.

SDP kapsamında uygulanacak politikalar, halkın sağlık düzeyinin yükseltilmesi (etkililik), kaynakların uygun şekilde kullanılarak maliyetin düşürülmesi ve aynı kaynakla daha fazla hizmet üretilmesi (verimlilik), halkın sağlık hizmetlerine ihtiyaçları ölçüsünde ulaşabilmesi ve hizmetlerin finansmanına, maddi güçleri oranında katkıda bulunması (hakkaniyet) planlanmıştır (Sağlık Bakanlığı, 2007: 269). Bu doğrultuda SDP'nin temel ilkeleri insan merkezlilik, sürdürülebilirlik, sürekli kalite gelişimi, katılımcılık, uzlaşmacılık, gönüllülük, güçler ayrılığı, desantralizasyon ve hizmette rekabettir (Yıldırım, 2013: 12; Sağlık Bakanlığı, 2007: 269). Programın temel amaçları ile öngördüğü kurumsal ve

organizasyon değişiklikleri Şu Şekildedir (Sağlık Bakanlığı, 2007: 268; OECD, 2008: 36):

- SB'nin kılavuzluk iŐlevinin g¼c¼lendirilmesi amacıyla SB'nin yeniden yapılandırılması,
- SSK, Bağ-Kur, Emekli Sandığı ve Yeşil Kart programlarının tek çatı (SGK) altında toplayan tek bir satın alıcı b¼nyesinde GSS'nin kurulması,
- İdari ve mali özerkliğe sahip sağlık iŐletmeleri, g¼c¼lendirilmiŐ temel sağlık hizmetleri ve etkili bir sevk zincirinin i¼inde barından sağlık hizmetleri sunumu sistemlerinin reforme edilmesi,
- Nitelikli ve y¼ksek motivasyona sahip sağlık personelin olması,
- Sağlık sistemini destekleyecek eğitim ve bilim kurumlarının g¼c¼lendirilmesi
- Karar alma s¼reçlerinde etkili bilgiye eriŐimin iyileŐtirilmesi,
- İlaç ve malzeme y¼netiminde kurumsal yapılanmanın yapılması.

Şekil 4.3 Yıllara ve Hizmet Kapsamına G¼re Kişi Başı Hekime M¼racaat Sayısı, T¼m sekt¼rler



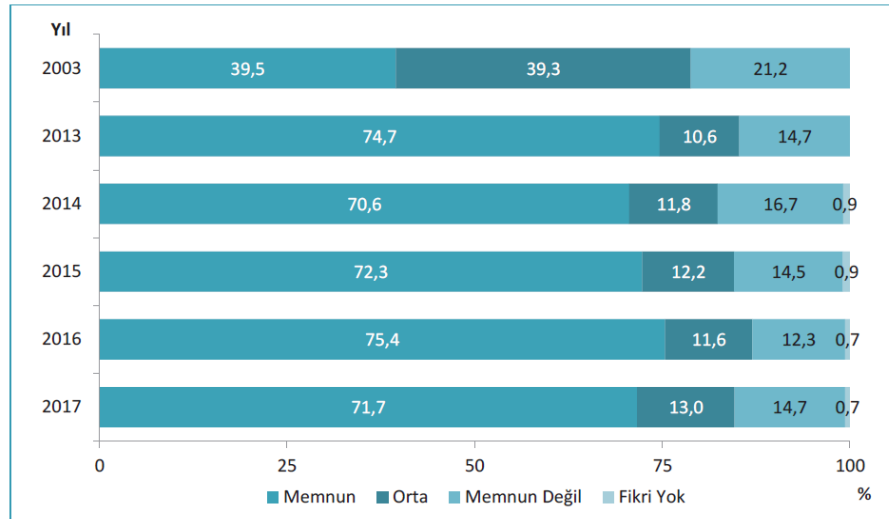
Kaynak: Sağlık Bakanlığı 2017 İstatistik Yıllığı.

SDP'nin temelini oluşturan ve ilk aŐaması olan GSS ile Emekli Sandığı, Yeşil Kart, Bağ-Kur ve SSK'nın tek bir çatı altında (SGK) birleştirilmesi sonucu sağlık hizmetlerine ulaŐımda kısıtlar azalmıŐ, ilaç alımında engeller kalkmıŐ ve buna bağlı olarak sağlık g¼stergelerinde ciddi artışlar meydana gelmiştir. Şekil 4.3'de g¼r¼ld¼ę¼ üzere 2017 yılı verilerine g¼re 2002 yılında her birey ortalama 3,1 kez hekime m¼racaat ederken 2017 yılında ortalama 8,9 kez hekime m¼racaat etmiştir. Kişi başı

hekime müracaat sayısının birinci basamak sağlık kuruluşlarında (aile hekimliği, verem savaş dispanseri, ana çocuk sağlığı ve aile planlaması merkezi, TSM'ler tarafından yapılan diğer muayeneler ve özel poliklinikler) ciddi artış göstermesinde aile hekimliği uygulamasına geçilmesinin etkisi büyüktür (Yıldırım, 2013: 36). Hekime müracaat sayısı 2017 yılında 2002 yılına göre birinci basamak sağlık kuruluşlarında %163 bir artış gösterirken ikinci ve üçüncü basamak sağlık kuruluşlarında (özel tıp merkezleri ve hastaneler) %200 artmıştır.

Hekime müracaat sayısındaki bu artışın bir diğer sebebi performansa dayalı ödeme sisteminden kaynaklandığı söylenebilir. Hizmet başı ödeme sisteminin olması arzın talep yaratmasına yol açan bir yöntemdir (Yıldırım, 2013: 37). SDP ile performansa dayalı ödeme sisteminin getirilmesindeki amaç bir yandan artan talebe karşılık personel verimliliğini artırarak arzi dengelemek iken diğer yandan sağlık hizmeti kalitesini artırmaktır. Bu değerlendirme yapılırken sağlık hizmetlerine ayrılan bütçenin aşılmaması, uygulamanın kötüye kullanılmasının önüne geçmek adına bir takım etkenler göz önüne alınmıştır. Bu etkenler; hastane döner sermaye gelirleri, hastanenin kurumsal performansı, personel bireysel performansları, personelin unvan, kadro derecesi çalışma koşulları ve süresidir. Ayrıca personele verilecek ek ödeme temel maaşının beş katından fazla olmamaktadır (Atılğan, 2012: 83-84).

Şekil 4.4 Yıllara Göre Sağlık Hizmetlerinden Genel Memnuniyet Oranı, (%)

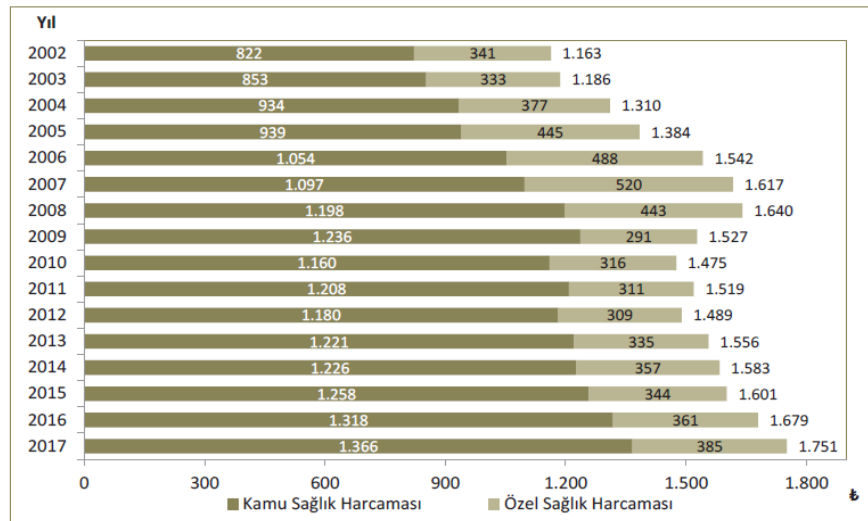


Kaynak: Sağlık Bakanlığı 2017 İstatistik Yıllığı

2003-2008 yılları sağlıkta önemli değişikliklerin olduğu bir dönem olmuştur. 2003 yılı başında hazırlanarak kamuoyuna duyurulan program, sosyalizasyon başta olmak üzere geçmiş birikimler ve tecrübelerden, son dönemlerde yürütülen sağlık reformu çalışmalarından ve dünyadaki başarılı örneklerden faydalanılarak hazırlanmıştır. Reformun başarıya ulaştığı, TÜİK tarafından yapılan araştırmalarla da ortaya koyulmuştur. Yaşam memnuniyeti anketlerinde, son yıllarda sağlık hizmetlerinden memnuniyet düzeyinin önemli derecede arttığı görülmektedir (Şekil 4.4).

Sağlık sistemlerinin temel hedefleri yapılan harcamaların fırsat maliyeti de göz önüne alınarak sağlık harcamalarının uygun seviyede olması ve yapılan harcamalarda mali sürdürülebilirliği başarmaktır. Bunların yanı sıra sağlık sektöründe pek çok ülkenin yüz yüze kaldığı kaynak kıtlığı sıkıntısıyla karşılaşmamak için mevcut kaynakların verimli ve etkili kullanılmasıdır. SDP ile birlikte sağlık hizmetlerine ulaşımın artması, nicelik ve nitelik olarak kaliteli hizmet sağlanmasının hedef olmasıyla birlikte sağlık harcamalarında da ciddi artışlar meydana gelmiştir. Bu artışı Şekil 4.5’de gözlemleyebiliriz; kişi başı sağlık harcamaları 2002 yılında 1163 TL iken 2017 yılında 1751 TL’ye yükselmiş ve %50’lik bir artış göstermiştir. Bu artış kamu ve özel sağlık harcamalarında ayrı ayrı incelendiğinde kamu sağlık harcamaları 2017 yılında 2002 yılına göre %66 iken özel sağlık harcamalarında %13’tür. Ayrıca sağlık harcamalarının 78’i devlet bütçesinden karşılanırken, %17,1’i hane halkları cepten yatırarak karşılamıştır.

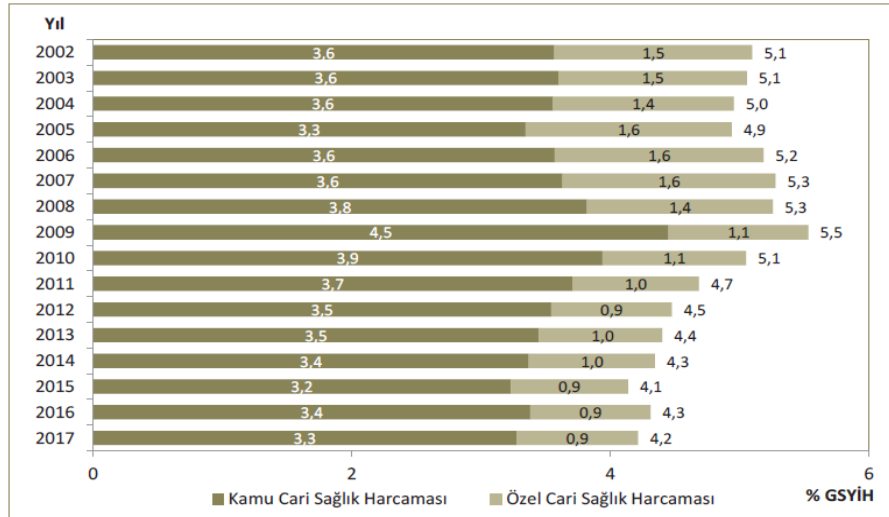
Şekil 4.5 Yıllara Göre Kişi Başı Kamu ve Özel Sağlık Harcaması, Reel (TL)



Kaynak: Sağlık Bakanlığı 2017 İstatistik Yıllığı.

Sağlık harcamalarının miktarı ve kalitesinin artması yaşam süresini uzatır buna bağlı olarak istihdam süresi uzar. Dolayısıyla sağlık harcamaları büyümeyi ve verimliliği doğrudan etkiler (Temür, 2010: 5). Şekil 4.6'ya göre Türkiye'de sağlık harcamalarının GSYİH içindeki payı 2002 yılında %5,1 iken 2017 yılında %4,2' ye düşmüştür. Kamu sağlık harcamalarındaki artış özel sağlık harcamalarından daha fazla olması kamu harcamalarının sağlığa yapılan toplam harcamadan ayrıldığını göstermektedir (OECD, 2008: 54). Ayrıca 2007-2009 yılları arasındaki oranın yüksek olması Türkiye'nin o dönemde ekonomik buhranda olması sebebiyle GSYİH'da daralma yaşanması ve bu daralma sağlık harcamalarının GSYİH'ya oranının yükselmesi ile ilişkilendirilebilir (Yılmaz vd., 2015: 10).

Şekil 4.6 Yıllara Göre Kamu ve Özel Sağlık Harcamasının GSYİH İçindeki Payı, (%)



Kaynak: Sağlık Bakanlığı 2017 İstatistik Yıllığı.

Tablo 4.1'de 2002-2017 yılları arası sağlık harcamalarının GSYİH içindeki payı ve OECD ülkelerinin sağlık harcamalarının GSYİH içindeki paylarının ortalamaları gösterilmiştir. SDP sonrası dönemde sağlık hizmetlerine yapılan gelişmelere rağmen sağlık harcamalarının GSYİH içindeki payı çok fazla değişim olmamış öyle ki 2002 yılına göre 2017 yılında daha önce de belirtildiği gibi bir düşüş söz konusudur. OECD ülkeleri arasında değerlendirildiğinde OECD 2017 ortalaması olan %8,8'e göre oldukça düşük bir orana sahip olduğu gözlenmektedir. Bu durum Türkiye'de yaşayan yaşlı ve çocuk nüfus oranının fazla oluşu ve sağlık personeli sayısı gibi faktörlerle ilişkilendirilmiştir (Atasever, 2014).

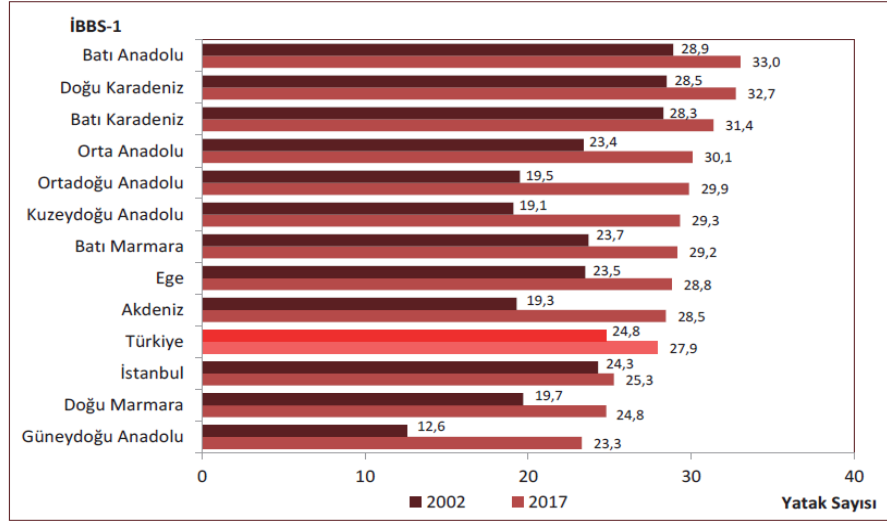
Tablo 4.1 Sağlık Harcamalarının GSYH İçindeki Payı, (2002-2017), OECD Ülkeleri Ortalaması, Türkiye

Yıllar	Sağlık Harcamaları, Milyon TL	GSYİH, Milyon TL	Sağlık Harcamalarının GSYİH İçindeki Payı (%)	OECD Ülkelerinde Sağlık Harcamalarının GSYİH İçindeki Payı (%)
2002	18.774	350.476	5,2	8,3
2003	24.279	454.781	5,2	8,5
2004	30.021	559.033	5,2	8,6
2005	35.359	648.932	5,2	8,7
2006	44.069	758.391	5,6	8,6
2007	50.904	843.178	5,8	8,6
2008	57.740	950.534	5,8	8,9
2009	57.911	952.559	5,8	9,6
2010	61.678	1.098.799	5,3	9,4
2011	68.607	1.297.713	4,9	9,3
2012	74.189	1.416.798	4,7	9,2
2013	84.390	1.567.289	4,7	8,9
2014	94.750	1.747.362	4,6	...
2015	104.568	1.952.638	4,5	...
2016	119.756	2.608.526	4,6	...

Kaynak: TÜİK, 2017; OECD Data

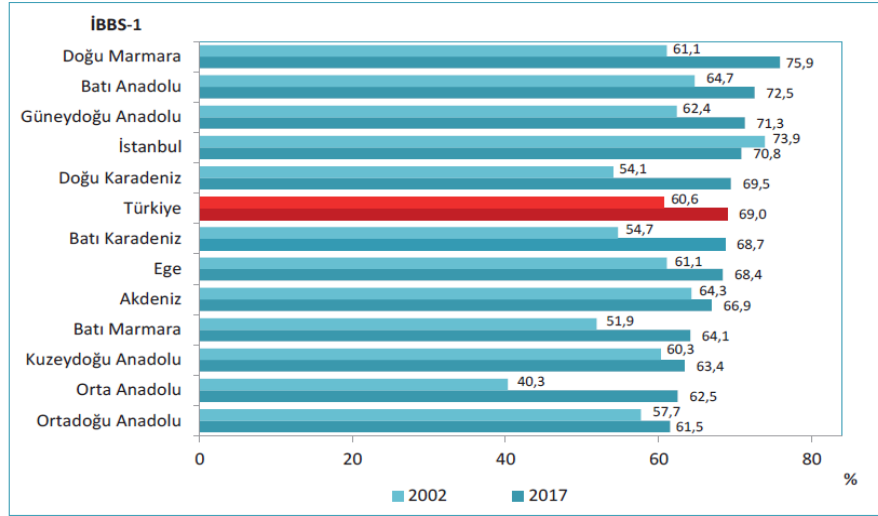
SDP ile birlikte hedeflenen sağlık statüsünü iyileştirme, ulaşılabilirliği ve verimliliği artırma, hizmet kalitesini ve hasta memnuniyetini yükseltme ve sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak adına yapılan girişimlerden biri olan hastane yatağı sayısında yapılan artışlardan bahsedilmiştir. Ancak sağlık hizmetlerine olan talebe karşılık hizmet arzının bölgeler arasında bir adaletsizliğin olduğu Şekil 4.7'de görülmektedir. İBBS-1 (İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflaması Düzey 1) bölgelerde 10.000 kişiye düşen hastane yatağı sayısı 2016 yılında en iyi durumda olan Batı Anadolu Bölgesi ile en kötü durumda olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi arasındaki fark %42 seviyesindedir. İstanbul bölgesinin de yatak sayısındaki eksikliğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Bölgelerin nüfusu da göz önüne alındığında hastane kapasitesi ve yatak sayısı planlamasının orantılı şekilde yapılmadığı görülmektedir.

Şekil 4.7 İBBS-1'e Göre 10.000 Kişiye Düşen Hastane Yatağı Sayısı, Tüm Sektörler,



Kaynak: Sağlık Bakanlığı 2017 İstatistik Yıllığı

**Şekil 4.8 İBBS-1'e Göre Hastanelerde Yatak Doluluk Oranı, Sağlık Bakanlığı, (%),
2002,2017**



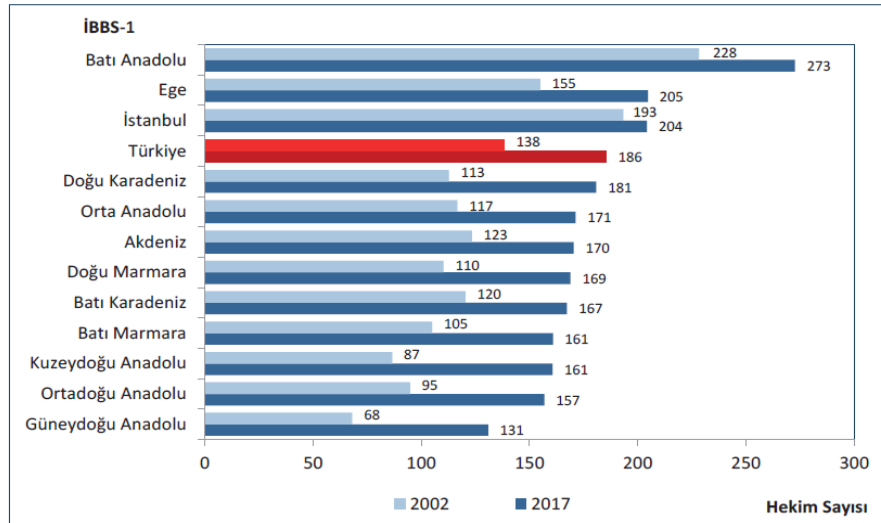
Kaynak: Sağlık Bakanlığı 2017 İstatistik Yıllığı.

SDP ile yapılan Yeşil Kart kapsamının ayakta tedavi hizmetleri ve ayakta tedavi gören hastalara reçete yazılmasını içine alacak şekilde genişletilmiş, SSK mensuplarının tüm hastaneler ve eczanelerden yararlanma hakları gelmiştir. Bu grupların hastanelere erişim ve ilaca yönelik kişi başına düşen harcama miktarında hızlı artışlar gerçekleşmesi sonucu artan talebe karşılık hastanelerde yoğunluklar meydana gelmiştir (OECD, 2008: 100). Ancak bu artışlar bölgeler arasında dengeli olmamış ve 10.000 kişiye düşen hastane yatağı sayısındaki çarpıklık hastanelerin yatak doluluk oranlarında da söz konusu olmuştur. Yatak sayısında en düşük

seviyelerde olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve İstanbul'da yatak doluluk oranı yüksek olup, yatak sayısı iyi seviyede olan Doğu Karadeniz Bölgesinde yatak doluluk oranı düşüktür. Şekil 4.8'e göre yatak doluluk oranı en düşük %61,5 oran ile Ortadoğu Anadolu Bölgesi iken en yüksek olan bölge %75,9 ile Doğu Marmara'dır.

Bölgeler arası karşılaştırmada yatak sayısı ve yatak doluluk oranlarındaki çarpıklık 100.000 kişiye düşen toplam hekim sayısında da mevcuttur. Şekil 4.9'da net olarak görülen bu durum 2017 yılında en iyi durumda olan Batı Anadolu Bölgesindeki toplam hekim sayısı 273 iken en kötü durumda olan Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki toplam hekim sayısı 131 ve aralarındaki fark %108'dir. Hastane yatağı sayısı ve yatak doluluk oranlarından büyük çarpıklıkların yaşandığı İstanbul bölgesinde toplam hekim sayısında da adaletsizlik söz konusudur. Fazla nüfusu, yüksek yatak doluluk oranı ve düşük yatak sayısına göre hekim sayısı da Türkiye ortalamasının üzerinde olsa da nüfus göz önüne alındığında 204 toplam hekimle yine kötü durumdadır. Bölgeler arası karşılaştırmalarda görülen bu çarpıklıklar etkinlik ölçümünde bölgeler arası farklılıkların meydana geleceğini düşündürmektedir.

Şekil 4.9 İBBS-1'e Göre 100000 Kişiye Düşen Toplam Hekim Sayısı, Tüm Sektörler, 2002, 2017



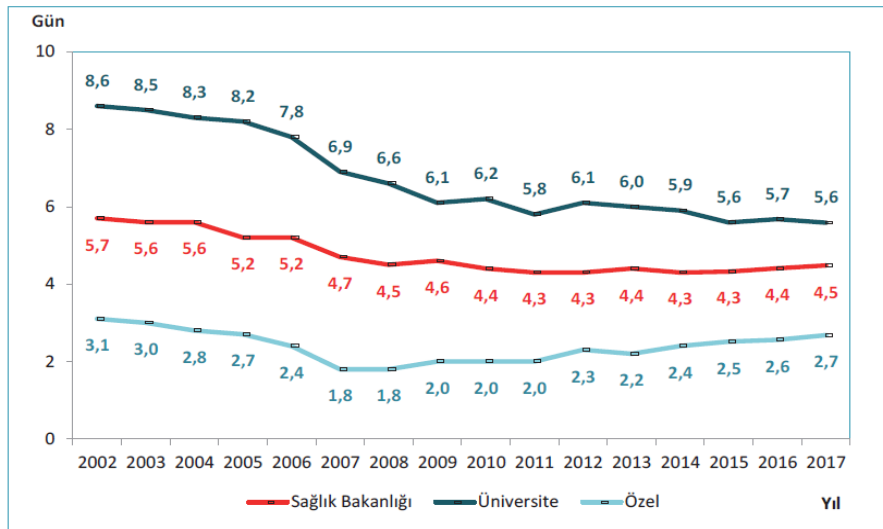
Kaynak: Sağlık Bakanlığı 2017 İstatistik Yıllığı.

Etkinlik ölçümünde önemli göstergelerden biri olan ortalama kalış günü tüm sektörlerde 2002 yılına göre 2017 yılında belli bir düşüş göstermiştir. Yatan hastaların kalış gününde görülen bu azalma tıbbi teknolojideki gelişmelere ve evde bakım hizmetlerinin gelişmesi ve yaygınlaşmasıyla bağlanabilir. Üniversite

hastanelerinde ortalama kalış gününün fazla oluşu araştırma hastaneleri olmalarının büyük etken olduğu düşünülebilir. Buna karşılık özel hastanelerdeki ortalama kalış günündeki düşüklüğün sebebi olarak da yatan hastanın kendi cebinden ödemesi gereken masrafın daha fazla olması etkin sebeplerdendir.

Yatan hastanın ortalama kalış günündeki azalış kaynakların doğru kullanılması ve hastane maliyetinin düşmesi anlamına gelip bu durum hastanenin etkin olduğunu gösterirken tersi bir durum hastanenin etkinsiz çalıştığı anlamına gelebilir. Hastanelerde yatan hasta ortalama kalış süresindeki azalma hastanın aldığı sağlık kalitesindeki eksiklikten kaynaklandığı takdirde ise hastanenin etkinsizliği olarak değerlendirilebilir. Öyle ki bu azalmayı sağlık sisteminin performans artışı ile ilişkilendirmek ancak çeşitli kalite göstergelerinin analize dâhil edilmesiyle mümkün olabilecektir.

Şekil 4.10 Yıllara Göre Hastanelerde Yatan Hasta Ortalama Kalış Günü



Kaynak: Sağlık Bakanlığı 2017 İstatistik Yıllığı.

Sağlığa ayrılan kaynakların rasyonel kullanımı bakımından bina, ek sağlık tesisi, sağlık insan gücü ve tıbbi donanım ihtiyaçlarının doğru tespit edilmesi, akılcı sağlık planlamalarının yapılarak uygulanabilmesi ve atıl kapasite yaratılmaması amacıyla 2010 yılından itibaren SB tarafından Türkiye sağlık bölgelerine ayrılmış ve sağlık alanındaki hizmet sunumu ve planlamaya yönelik çalışmaların bölge merkezli anlayış çerçevesinde yürütülmesine geçilmiştir (Sağlık Bakanlığı, 2010). Bölge merkezli sağlık planlamasında, nüfus yoğunluğu, sosyo-ekonomik yapı, kentleşme ve sanayileşme, ulaşım alt yapısı, sağlık hizmeti sunumunun kalitesi ve kapasitesi gibi

temel göstergeler baz alınarak bölge sağlık merkezi statüsünü üstlenebilecek iller sağlık bölgesinin merkez ili olarak belirlenmiştir. Sağlık bölge merkezi olarak belirlenen illerden ileri seviyede sağlık hizmeti almak üzere alt bölge merkezi iller ve sağlık hizmeti sunumu bakımından bu illere bağlı güçlendirilmiş ilçeler tespit edilmiştir.

Toplam ve merkez nüfusu ile sosyo-ekonomik yapılanması bakımından ikinci basamak yataklı tedavi kurumu planlanması rantabl olmayan küçük ilçeler ise sağlık bölgesi yapılanması içerisinde güçlendirilmiş ilçelere bağlanmıştır. Sağlık hizmet sunumunda kurumların üstlenecekleri roller bölge merkezli sağlık yapılanması anlayışı içerisinde; SB, üniversite, kamuya ait diğer yataklı sağlık tesisleri ve özel sektöre ait sağlık kuruluşları ile birlikte bir bütün olarak değerlendirilir ve hastanelerin rolleri bu çerçevede belirlenmiştir.

Tablo 4.2 Rol grubuna göre hastanelerin sınıflandırılması.

Rol Grubu	Tanım	Kriterler
A1 Grubu	Bakanlıkça ilgili mevzuatına göre en az beş branşta eğitim yetkisi verilmiş ve buna göre eğitim kadroları tamamlanmış, üçüncü basamak tedavi ve rehabilitasyon hizmetlerinin verildiği, eğitim araştırma faaliyetlerinin yürütüldüğü ve aynı zamanda uzman ve yan dal uzman tabiplerinin yetiştirildiği genel dal yataklı tedavi kurumlarıdır.	1-Bakanlıkça ilgili mevzuatına göre eğitim yetkisi verilmiş olması, 2-Bakanlıkça eğitim yetkisi verilen uzmanlık dallarında eğitim kadrosunun tamamlanmış olması, 3-Bünyesinde Eğitim Planlama ve Koordinasyon Kurulu oluşturulabilmesi, 4-Hastanenin statüsünün gerektirdiği ileri tetkik ve tedavi hizmetleri ile görüntüleme hizmetlerinin kurum bünyesinde veya hizmet alımı yolu ile karşılanabilmesi, 5-Asgari dört branş olmak kaydıyla, öncelikle iç hastalıkları, genel cerrahi, kadın-doğum, çocuk sağlığı ve hastalıkları (kadın-doğum ve çocuk branşlarında o ilde dal hastanesi mevcut ise bu branşlar istisna tutulur), beyin cerrahi, ortopedi ve travmatoloji, kardiyoloji, anesteziyoloji ve reanimasyon branşlarında 6 ve üzeri uzman tabip bulunması ve müstakil acil branş nöbeti düzenlenebilmesi,

		<p>6-Kurum harici veya il dışından üçüncü basamak sağlık hizmeti ihtiyacı için sevkle gelen hastaların kabulünü yapması ve sağlık hizmeti ihtiyaçlarını karşılayabilmesi,</p> <p>7-Bünyesinde; III. Basamak yoğun bakım ünitesi ve III. Seviye Acil Servis bulunması,</p>
A2 Grubu	<p>Bölge sağlık merkezi statüsündeki illerde veya bu merkezlere bağlı illerde faaliyet gösteren, eğitim-araştırma statüsü bulunmayan ve aşağıdaki kriterlere uygun olan genel hastanelerdir.</p>	<p>1-Sağlık bölge merkezi konumundaki illerde veya bu illere bağlı alt bölge merkezi olan illerde; ikinci basamak, yataklı sağlık tesisi statüsünde faaliyet göstermesi,</p> <p>2-Bünyesinde; dahiliye, genel cerrahi, kadın hastalıkları ve doğum, çocuk hastalıkları olmak üzere en az dört branşın her birinden (ilgili branşlarda dal hastanesi bulunan yerleşim merkezleri hariç olmak üzere) 6 ve üzeri uzman tabip bulunması ve müstakil acil branş nöbeti düzenlenebilmesi,</p> <p>3- Ağır ve yüksek riskli hastaların yatırılarak takip ve tedavilerinin sağlanabilmesi, komplike hastaların kabul ve tedavi edilebilmesi,</p> <p>4-Bünyesinde III. Seviye Acil Servis bulunması,</p> <p>5-Bünyesinde; III. Basamak yoğun bakım ünitesi bulunması,</p> <p>6-Hastanenin statüsünün gerektirdiği tetkik ve tedavi hizmetleri ile görüntüleme hizmetleri gereksinimlerinin kurum bünyesinde veya dışarıdan hizmet alımı yolu ile karşılanabilmesi gerekir.</p>
B Grubu	<p>A1 ve A2 Grubu hastaneler dışında kalan, il merkezlerindeki genel hastaneler ile güçlendirilmiş ilçelerde faaliyet gösteren ve aşağıdaki kriterlere uygun olan genel hastanelerdir.</p>	<p>1-İl merkezinde veya güçlendirilmiş ilçe merkezi konumunda olan ilçelerde faaliyet göstermesi,</p> <p>2-24 saat esasına dayalı olarak dahili branş acil havuz nöbeti ve cerrahi branş acil havuz nöbeti tutulabilmesi,</p> <p>3-Bünyesinde en az II. Seviye acil servis ve II. Basamak yoğun bakım ünitesi bulunması gerekir.</p>
	<p>C grubu hastaneler, yandaki kriterlere göre gruplandırılan genel</p>	<p>1-Güçlendirilmiş ilçelerde veya sağlık hizmet sunumu bakımından sağlık bölge planlaması</p>

C Grubu	hastanelerdir.	kapsamında güçlendirilmiş ilçe merkezleri ile irtibatlandırılmış ilçelerde faaliyet göstermesi, 2-Bünyesinde; dört ana branşta uzman tabibin hizmet vermesi ve ilave olarak diğer branşlardan en az ikisinden uzman tabip bulunması, 3-Bünyesinde en az I. basamak yoğun bakım ünitesi ve I. seviye acil servis bulunması gerekir.
D Grubu	Yandaki kriterlere uygun olarak güçlendirilmiş ve sağlık bölge planlaması kapsamında güçlendirilmiş ilçelerle irtibatlandırılmış ilçelerde faaliyet gösteren en az 25 hasta yatağı bulunan genel hastanelerdir.	1-4 ana branşta; her branş için en az 1 uzman tabip planlanmasının yapılmış olması ve aile hekimi dâhil olmak üzere birden fazla uzman tabibin mevcut olması, 2-Mevcut uzmanlık dallarında uzman düzeyinde poliklinik muayene hizmetleri verilebilmesi ve yatırılan hastaların uzman düzeyinde takip ve tedavisinin sağlanabilmesi, 3-Acil sağlık hizmetlerinin 1. seviye acil servis yapılanması içerisinde sunulabilmesi, 4-Bünyesinde, ameliyathane, ameliyat sonrası bakım odası, diş polikliniği, doğumhane, monitörlü gözlem odası bulunması, 5-Diyaliz biriminin ihtiyaca göre yapılandırılabilmesi, 6-Lüzumu hâlinde D grubu hastanelerin E-I grubu hastane statüsüne dönüştürülebilmesi,
E1 Grubu	E grubu hastaneler yatak sayısı 25'in altında olan entegre ilçe hastaneleridir. Teşhis ve tedavi hizmetleri ile birlikte birinci basamakta sunulan sağlık hizmetlerinde aynı yapı içinde sunulduğu sağlık tesisleridir.	1-Toplam nüfusu 18 bin ve üzerinde olan ilçelerde faaliyet göstermesi, 2-Standart ve PDC' ne göre; aile hekimi ve pratisyen tabiplere ilave olarak, 4 ana branşta uzman tabip planlamasının yapılabilmesi, 3-Mevcut uzmanlık dallarında uzman düzeyinde poliklinik muayene hizmeti verilebilmesi ve yatışı yapılan hastaların uzman düzeyinde takip ve tedavisinin sağlanabilmesi, 4-Acil sağlık hizmetlerinin 1. Seviye acil veya acil ünitesi yapılanması içerisinde sunulabilmesi, 5-Acil hastaların pratisyen tabiplerce karşılanması, mevcut uzman tabiplerin mesai saatleri haricinde lüzumu hâlinde icap yöntemi

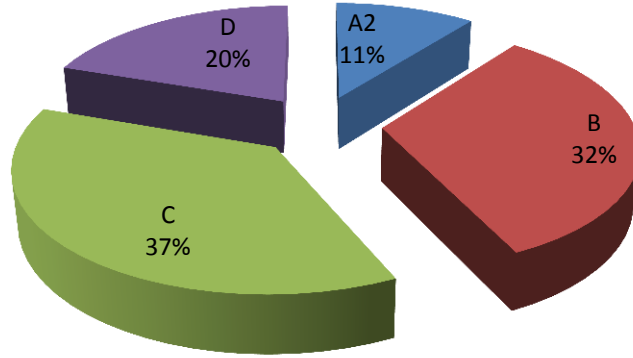
		<p>ile kuruma davet edilmesi,</p> <p>6-Bünyesinde, görüntüleme, laboratuvar, ameliyathane, ameliyat sonrası bakım odası, dış polikliniği ve doğumhane bulunması,</p> <p>7-Diyaliz biriminin ihtiyaç hâlinde yapılandırılabilmesi,</p> <p>8-İhtiyaç hâlinde D grubu hastaneye dönüştürülebilmesi gerekir.</p>
E2 Grubu		<p>1-Toplam nüfusu 9 bin ila 18 bin arasında olan yerleşim birimlerinde faaliyet göstermesi,</p> <p>2-Pratisyen tabiplere ilave olarak, en az 1 aile hekimi uzmanının bulunması,</p> <p>3-Acil sağlık hizmetlerinin acil poliklinik yapılanması içerisinde Aile Hekimliği Uygulama Yönetmeliği'nin 5'inci maddesinin (b) bendinde belirlenen esaslara uygun olarak yürütülmesi,</p> <p>4-Bünyesinde röntgen birimi ve rutin tetkiklerin yapılabileceği laboratuvar bulunması,</p> <p>5-Yatırarak hasta takip ve tedavisinin sağlanabilmesi,</p> <p>6-Normal doğum yaptırılabilmesi,</p> <p>7-Dış polikliniği bulunması gerekir.</p>
E3 Grubu		<p>1-Toplam nüfusu 9 bine kadar olan yerleşim birimlerinde faaliyet göstermesi,</p> <p>2-Mesai saatleri haricindeki acil nöbet hizmetlerinin acil poliklinik yapılanması içerisinde, Aile Hekimliği Uygulama Yönetmeliği'nin 5'inci maddesinin (b) bendinde belirlenen esaslara uygun olarak yürütülmesi,</p> <p>3-Normal doğum yaptırılabilmesi,</p> <p>4- Direkt grafik, rutin laboratuvar ve dış tabipliği hizmetlerinin verilebilmesi,</p> <p>5-Müşahede amaçlı hasta yatışı ve takibi yapılabilmesi gerekir.</p>

4.2 VERİ, DEĞİŞKENLER VE MODEL

Örnekleme yer alan hastanelerin tamamı ayakta ve yatarak tedavi hizmeti verilen kurumlardır. Sağlık Bakanlığı, hastaneleri buldukları yörenin sosyoekonomik yapısı ve kurumun özelliklerine göre önceki bölümlerde detaylı olarak açıklanan çeşitli rol gruplarına ayırmıştır. Çalışmada bunlardan sadece A2, B, C ve D rol grubundan hastanelere yer verilmiştir. A1 grubu hastaneler araştırma ve uygulama hastaneleri olduğundan kendine özgü bir işleyiş süreci söz konusudur. Diğer taraftan E grubu hastaneler de küçük kapasiteli ilçe hastanelerini kapsamaktadır. Bu nedenle bu iki grup hastanelerin etkinlik açısından diğer hastane gruplarından anlamlı bir farklılık göstermesi beklenebilir. Karar birimlerinin homojenliğini bozabileceği için analize bu iki rol grupları alınmamıştır.

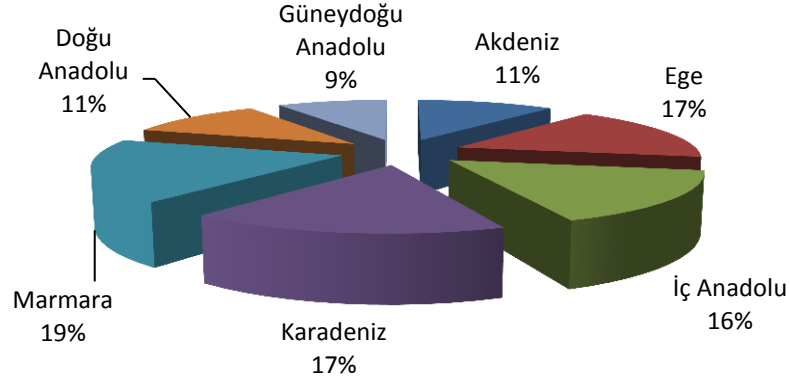
Analizde kullanılan SB'ye bağlı 369 hastanelerin rollere göre dağılımı Şekil 4.11'de sayısal olarak gösterilmiştir. A2 rolü hastaneler 39 tane olup %11'lik, B rolü hastaneler 120 tane olup %32'lik, C rolü hastaneler 137 tane olup %37 ve D rolü hastaneler 73 tane olup %20'lik paya sahiptir.

Şekil 4.11 Analizde Kullanılan Hastanelerin Rollere Göre Dağılımı



Hastane rollerinden sonra analizde kullanılan hastanelerin etkinlikleri üzerinde coğrafi bölgelere göre bir değişim olup olmadığına ilerleyen bölümlerde değinilecektir. Bu yüzden hastanelerin coğrafi bölgelere göre dağılımı şekil 4.12'de verilmiştir. Hastanelerin %9'u Güneydoğu Anadolu Bölgesi, %11'i Akdeniz Bölgesi, %17'si Ege Bölgesi, %16'sı İç Anadolu Bölgesi, %17'si Karadeniz Bölgesi, %19'u Marmara Bölgesi ve %11'i Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunmaktadır.

Şekil 4.12 Analizde Kullanılan Hastanelerin Coğrafi Bölgelere Göre Dağılımı



Analizde, SB'ye bağlı 369 devlet hastanesine ilişkin veri kullanılmıştır. Veriler Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü'nün 2014 yılından derlenmiştir. Analizin yürütüldüğü dönemde sonraki yıllara ilişkin yıllıklar henüz yayınlanmadığından daha güncel veriler kullanmak mümkün olamamıştır. Ayrıca eksik verileri olan hastaneler analiz dışı bırakılmıştır.

Girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi etkinlik analizi için en önemli adımlardan biridir. Çünkü aynı karar verme birimi için farklı girdi ve çıktıları kullanmak etkinlik skorlarında bir değişime sebep olabilir. Bu yüzden girdi ve çıktı değişkenleri konuyla ilgili literatür ve veri imkânları göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Ayrıca değişkenlerin mümkün olduğunda daha fazla sayıda birimde ortak olmasına dikkat edilerek örneklem hacmi artırılmaya çalışılmıştır. Buna göre aşağıdaki girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmiştir:

Çıktı değişkenleri: Toplam muayene sayısı (TMS), Ameliyat sayısı (AS).

Girdi değişkenleri: Hekim sayısı (HS), Yatak sayısı (YS).

Etkinsizlik etkileri: Hastane konumu (HK), Rol (ROL).

Hastane konumu, hastanenin il merkezi veya ilçede yer almasına göre değişen bir kukla değişkenle (*DI*) temsil edilmiştir. *DI* değişkeni hastane ilçede ise 1, il merkezinde ise 0 değerini almaktadır. Buradaki varsayım, hem nüfus etkisi hem de hastanenin fiziki ve teknolojik altyapısı nedeniyle il merkezindeki hastanelerin daha etkin olacaktır.

Benzer şekilde hastane rolünün de etkinlik üzerinde etkili olması beklenebilir. Buradan hareketle, dört farklı rol için A2 rolü temel sınıf kabul edilerek üç farklı kukla değişken oluşturulmuştur.

$$D2_i = \begin{cases} 1, & \text{hastane B rol grubunda ise} \\ 0, & \text{değilse} \end{cases}$$

$$D3_i = \begin{cases} 1, & \text{hastane C rol grubunda ise} \\ 0, & \text{değilse} \end{cases}$$

$$D4_i = \begin{cases} 1, & \text{hastane D rol grubunda ise} \\ 0, & \text{değilse} \end{cases}$$

Yatak sayısı; çalışmada yer alan ve girdi değişkeni olarak kullanılan yatak sayısı değişkeni hastanelerin yatarak tedavi edilebilecek maksimum hasta sayısını veren yani kapasitesini belirlemede temel alınabilecek bir değişken olarak görülmüştür. Yatak sayısına; yoğun bakım, prematüre ve yeni doğan ünitesindeki yataklar (kuvöz, açık bebek yatağı) ile yanık merkezi ve yanık odalarındaki yataklar dâhildir. Yatak sayısı değişkeni kamu hastaneleri yıllığı 2014'ten alınan verilerle oluşturulmuştur.

Hekim sayısı; çalışmada yer alan ve girdi değişkeni olarak kabul edilen hekim sayısı hastaların yatarak ve ayakta tedavisini sağlayan hekim ve uzman hekimlerin toplam sayısını verir. Hekim sayısı değişkeni kamu hastaneleri yıllığı 2014'ten alınan verilerle oluşturulmuştur.

Toplam muayene sayısı; çalışmada yer alan ve çıktı değişkeni olarak kullanılan toplam muayene sayısı hastanede bulunan hekimlerin acil muayene sayısı, ayakta tedavi sayısı ve yatarak tedavi sayısı toplamını gösterir. Toplam muayene sayısı değişkeni kamu hastaneleri yıllığı 2014'ten alınan verilerle oluşturulmuştur.

Ameliyat sayısı; çalışmada yer alan ve çıktı değişkeni olarak kullanılan ameliyat sayısı A grubu (özellikli ameliyatlara ve girişimler), B grubu (özel ameliyatlara ve girişimler) ve C grubu (büyük ameliyatlara ve girişimler) ameliyatlarının toplam sayısını gösterir. Ameliyat sayısı değişkeni kamu hastaneleri yıllığı 2014'ten alınan verilerle oluşturulmuştur.

Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin tanımlayıcı istatistikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 4.3 Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maximum
Yatak Sayısı	141,3794	151,4169	14	1040
Hekim Sayısı	46,40379	47,22509	4	308
Toplam Muayene Sayısı	371728,8	369381,2	1328	2182021
Ameliyat Sayısı	2635,309	4000,869	1	29587

Tanımlayıcı istatistikleri de verilen değişkenler için SSA analizinde tek bir çıktıya izin verildiğinden dolayı iki çıktı için iki ayrı model kurulması gerekmektedir. Ayrıca etkinsizlik etkilerinin de dâhil olan ve olmayan iki modelde olmak üzere 4 model oluşturulmuştur;

Model 1: $lnTMS_i = \alpha_0 + \alpha_1 lnHS_i + \alpha_2 lnYS_i + v_i + u_i$

Model 2: $lnAS_i = \beta_0 + \beta_1 lnHS_i + \beta_2 lnYS_i + v_i + u_i$

Model 3: $lnTMS_i = \theta_0 + \theta_1 lnHS_i + \theta_2 lnYS_i + \theta_3 D1_i + \theta_4 D2_i + \theta_5 D3_i + \theta_6 D4_i + v_i + u_i$

Model 4: $lnAS_i = \delta_0 + \delta_1 lnHS_i + \delta_2 lnYS_i + \delta_3 D1_i + \delta_4 D2_i + \delta_5 D3_i + \delta_6 D4_i + v_i + u_i$

4.3. MODEL TAHMİNLERİ

Hastane etkinlik skorlarını elde etmek için öncelikle yukarıda tanıtılan Model 1-4'ün tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda modeller önce klasik SSA, daha sonra da Bayesyen SSA yaklaşımı çerçevesinde tahmin edilmiş ve böylece elde edilen hata tahminlerine dayalı olarak her iki yaklaşıma göre etkinlik skorları hesaplanmıştır. Klasik tahminlerde Stata 14, Bayesyen tahminlerde ise WinBUGS 1.4.3 yazılımları kullanılmıştır. Klasik SSA ile tahminde 4 hastane için veri eksikliği nedeniyle tahminler elde edilememiştir.

4.3.1. Klasik Stokastik Sınır Analizi Bulguları

Model 1-4'ün klasik SSA ile tahminine ilişkin bulgular aşağıda Tablo 4.4-4.7'te verilmiştir. Öncelikle ele alınan modellerde teknik etkinlik olup olmadığını test edebilmek için en çok olabilirlik oran istatistiği (LR) kullanılmaktadır.

$$H_0: \lambda = 0$$

$$H_1: \lambda > 0$$

Hipotezleri incelemek için LR istatistiği Kodde-Palm tablo değerinden büyük olduğunda H_0 hipotezi reddedilir ve modelde istatistiksel olarak anlamlı bir etkinlik vardır sonucuna ulaşılır. Ele aldığımız modellerin tamamında LR değeri Kodde-Palm değerinden büyük olup modellerin tamamı istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Elde edilen sonuçlarda aynı zamanda istatistiksel gürültü üzerindeki tahminlerde yer alır. Tahmin sonuçlarında elde edilen σ^2 ; etkinsizlik varyansı σ_u^2 ve istatistiksel gürültü varyansı σ_v^2 'nin toplamıdır.

Sonuçlar incelendiğinde Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'de sonuçları verilen toplam muayene sayısının her iki modeli için de hekim sayısı ve yatak sayısı ile temsil edilen hastane üretim girdilerinin istatistiksel olarak oldukça anlamlı etkiye sahip oldukları görülmektedir. Hekim sayısının hem muayene hem de ameliyat çıktıları üzerindeki etkisi yatak sayısına göre daha yüksektir ki her iki göstergenin hekimlerin doğrudan faaliyet alanlarına girmesi nedeniyle bu sonuç beklentiye uygundur. Hekim sayısındaki %1'lik artış toplam muayene sayısını 0,88 artırırken, ameliyat sayısını 1,15 artırır. Diğer taraftan, yatak sayısı ile muayene sayısı arasındaki anlamlı ilişki beklentinin aksine negatif çıkmıştır. Yatak sayısındaki %1'lik bir artış toplam muayene sayısını 0,08 azaltmaktadır. Yatak sayısının artması yatan hasta sayısı kapasitesinin artmasına, hekimlerin poliklinik gün ve saatlerinin azalmasına ve dolaylı olarak da olsa toplam muayene sayısının azalmasına sebep olabilir. Bununla birlikte etkinin boyutu ihmal edilebilecek kadar düşüktür. Yatak sayısının ameliyat sayısına etkisi ise daha yüksek ve beklentiyle uyumlu yöndedir. Yatak sayısındaki %1'lik bir artış ameliyat sayısını 0,76 artırmaktadır. Bunda, toplam yatak sayısı içerisinde ameliyat kapasitesi ile yakından ilişkili olan yoğun bakım yataklarının da bulunması etkili olabilir.

Tablo 4.4 Model 1'in klasik SSA tahmin sonuçları.

Katsayı	Tahmin	St. hata	z-değeri	p-değeri
α_0	10,3736*	0,00002	5,3e+05	0,0000
α_1	0,8859*	6,19e-06	1,4e+05	0,0000
α_2	-0,0815*	8,39e-06	-9711,89	0,0000
σ_v	2,14e-08	2,03e-06	Log Olabilirlik	314,0017
σ_u	1,1333	0,0417	Wald χ^2	2,97e+11
σ^2	1,2844	0,0946	p-değeri	0,0000
λ	5,29e+07	0,0417	n	369

Not: * işareti %5 düzeyinde anlamlılığa işaret etmektedir.

Tablo 4.5 Model 2'nin klasik SSA tahmin sonuçları.

Katsayı	Tahmin	St. hata	z-değeri	p-değeri
β_0	-0,2008	0,4218	-0,480	0,6340
β_1	1,1567*	0,1013	11,410	0,0000
β_2	0,7618*	0,1060	7,180	0,0000
σ_v	0,4309	0,0447	Log Olabilirlik	-465,772
σ_u	1,3015	0,0778	Wald χ^2	850,45
σ^2	1,8798	0,1865	p-değeri	0,000
λ	3,0208	0,1073	n	369

Not: * işareti %5 düzeyinde anlamlılığa işaret etmektedir.

Rol grubu ve il/ilçe konumları dikkate alındığında ise muayene ve ameliyat sayısı çıktıları arasında çarpıcı bir fark ortaya çıkmaktadır. Model 3 için bütün katsayı tahminleri istatistiksel olarak anlamlı bulunurken Model 4'ün tahmininde rol grubunun (D grubu hariç) ve il/ilçe konumunun ameliyat sayısı üzerinde anlamlı bir etkide bulunmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Tablo 4.6'da verilen sonuçlara göre, yatak sayısındaki artış muayene sayısını azaltıcı etkide bulunmaktadır. Yine hastane imkânlarındaki daralmaya işaret eden B, C ve D grubu hastanelerde de muayene sayısı düşmektedir. Bu durum, insanların daha iyi bir hizmet alabileceklerine inandıkları kapasitesi yüksek olan hastaneleri tercih etmeye yönelik olduğu şeklinde yorumlanabilir. Ancak ameliyat sayısı açısından bakıldığında il/ilçe konumunun ve D rol gurubu hariç diğer rol gruplarının etkili olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.6 Model 3'ün klasik SSA tahmin sonuçları.

Katsayı	Tahmin	St. hata	z-değeri	p-değeri
θ_0	10,2524*	0,0001	1,5e+05	0,0000
θ_1	0,8810*	6,88e-06	1,3e+05	0,0000
θ_2	-0,0796*	0,00001	-5638,44	0,0000
θ_3	0,1336*	9,03e-06	1,5e+04	0,0000
θ_4	-0,0151*	7,18e-06	-2110,88	0,0000
θ_5	-0,0288*	0,00001	-2117,04	0,0000
θ_6	-0,0090*	0,00002	-367,09	0,0000
σ_v	1,43e-08	1,60e-06	Log Olabilirlik	-301,4038
σ_u	1,1051	0,0409	Wald χ^2	2,25e+11
σ^2	1,2213	0,0904	p-değeri	0,000
λ	7,74e+07	0,0409	n	365

Not: * işareti %5 düzeyinde anlamlılığa işaret etmektedir.

Tablo 4.7 Model 4'ün klasik SSA tahmin sonuçları.

Katsayı	Tahmin	St. hata	z-değeri	p-değeri
δ_0	0,9968	0,7486	1,320	0,187
δ_1	0,9801*	0,1189	8,240	0,000
δ_2	0,6556*	0,1133	5,780	0,000
δ_3	0,1244	0,1484	0,840	0,402
δ_4	0,2375	0,1858	1,280	0,201
δ_5	0,2464	0,2724	0,900	0,366
δ_6	-0,9632*	0,3540	-2,720	0,007
σ_v	0,4888	0,0475	Log Olabilirlik	-422,8699
σ_u	1,0268	0,0859	Wald χ^2	1139,53
σ^2	1,2933	0,1505	p-değeri	0,000
λ	2,1007	0,1222	n	365

Not: * işareti %5 düzeyinde anlamlılığa işaret etmektedir.

4.3.2 Bayesyen Stokastik Sınır Analizi Bulguları

Bayesyen analizde parametreler için normal, kesinlik parametresi için ise gamma dağılımı şeklindeki önsel dağılımların geçerli olduğu varsayılmıştır. MCMC algoritmasında 1000 örnek burn-in süreci için kullanılmış, toplam 11 000 iterasyon sonunda yakınsama sağlanmıştır.

Bayesyen analizde anakitle parametre değerleri klasik yaklaşımdan farklı olarak bir rassal değişken olarak görüldüğü için, parametreler için nokta tahmini yapılmamakta, bunun yerine son dağılımın ortalaması ve belirli bir güven düzeyi için (ki genellikle % 95 olmaktadır) “en yüksek olasılıklı yoğunluk” (HPD) şeklinde adlandırılan güven aralıkları oluşturulmaktadır. Katsayıların istatistiksel anlamlılıkları veya hipotez testleri klasik yaklaşımda olduğu gibi bu güven aralıklarına dayalı olarak yürütülmektedir.

Tablo 4.8 Model 1’in Bayesyen tahmin sonuçları.

Katsayı	Ortalama	St. sapma	MC hatası	%95 HPD
α_0	8,460*	0,244	0,003	[7,989 ; 8,922]
α_1	0,313*	0,111	0,001	[0,100 ; 0,529]
α_2	0,679*	0,108	0,001	[0,464 ; 0,890]
λ	15,490	8,087	0,325	[5,707 ; 36,570]
$1/\sigma^2$	1,472	0,110	0,001	[1,266 ; 1,697]
σ^2	0,683	0,051	0,0005	[0,589 ; 0,790]

Not: * işareti %5 düzeyinde anlamlılığa işaret etmektedir.

Tablo 4.9 Model 2’nin Bayesyen tahmin sonuçları.

Katsayı	Ortalama	St. sapma	MC hatası	%95 HPD
β_0	-1,453*	0,275	0,004	[-2,001 ; -0,921]
β_1	0,778*	0,122	0,001	[0,540 ; 1,018]
β_2	1,294*	0,120	0,001	[1,057 ; 1,534]
λ	12,920	7,738	0,361	[10,940 ; 34,000]
$1/\sigma^2$	1,164	0,088	0,001	[0,998 ; 1,343]
σ^2	0,864	0,066	0,0008	[0,745 ; 1,002]

Not: * işareti %5 düzeyinde anlamlılığa işaret etmektedir.

Bayesyen yaklaşımla elde edilen tahminlerin genel olarak klasik SSA tahminleriyle örtüştüğü söylenebilir. Her iki çıktı açısından hekim sayısı ve yatak sayısı dört spesifikasyonda da çıktı üzerinde oldukça anlamlı ve pozitif etkiye sahiptir. Buna göre kamu hastanelerinde hekim sayısı ve yatak sayısının artması muayene ve ameliyat açısından sağlık hizmetlerinin hacmini artırıcı etkide bulunmaktadır.

Tablo 4.10 Model 3'ün Bayesyen tahmin sonuçları.

Katsayı	Ortalama	St. sapma	MC hatası	%95 HPD
θ_0	9,480*	0,792	0,009	[7,920 ; 11,040]
θ_1	0,244*	0,122	0,001	[0,007 ; 0,482]
θ_2	0,553*	0,130	0,001	[0,299 ; 0,811]
θ_3	-0,390	0,205	0,002	[-0,792 ; 0,011]
θ_4	-0,678*	0,305	0,003	[-1,273 ; -0,068]
θ_5	-0,802*	0,398	0,004	[-1,581 ; -0,010]
θ_6	0,294	0,164	0,002	[-0,029 ; 0,613]
λ	15,010	7,736	0,368	[5,529 ; 34,730]
$1/\sigma^2$	1,487	0,112	0,001	[1,276 ; 1,720]
σ^2	0,676	0,051	0,0006	[0,582 ; 0,784]

Not: * işareti %5 düzeyinde anlamlılığa işaret etmektedir.

Tablo 4.11 Model 4'ün Bayesyen tahmin sonuçları.

Katsayı	Ortalama	St. sapma	MC hatası	%95 HPD
δ_0	-0,790	0,763	0,010	[-2,295 ; 0,724]
δ_1	0,712*	0,120	0,001	[0,473 ; 0,948]
δ_2	1,110*	0,125	0,001	[0,860 ; 1,354]
δ_3	0,366	0,199	0,002	[-0,030 ; 0,747]
δ_4	0,439	0,292	0,003	[-0,136 ; 1,006]
δ_5	-0,954*	0,381	0,004	[-1,700 ; -0,216]
δ_6	0,166	0,159	0,002	[-0,153 ; 0,475]
λ	10,940	7,882	0,406	[3,061 ; 32,35]
$1/\sigma^2$	1,614	0,143	0,003	[1,368 ; 1,927]
σ^2	0,624	0,054	0,001	[0,519 ; 0,731]

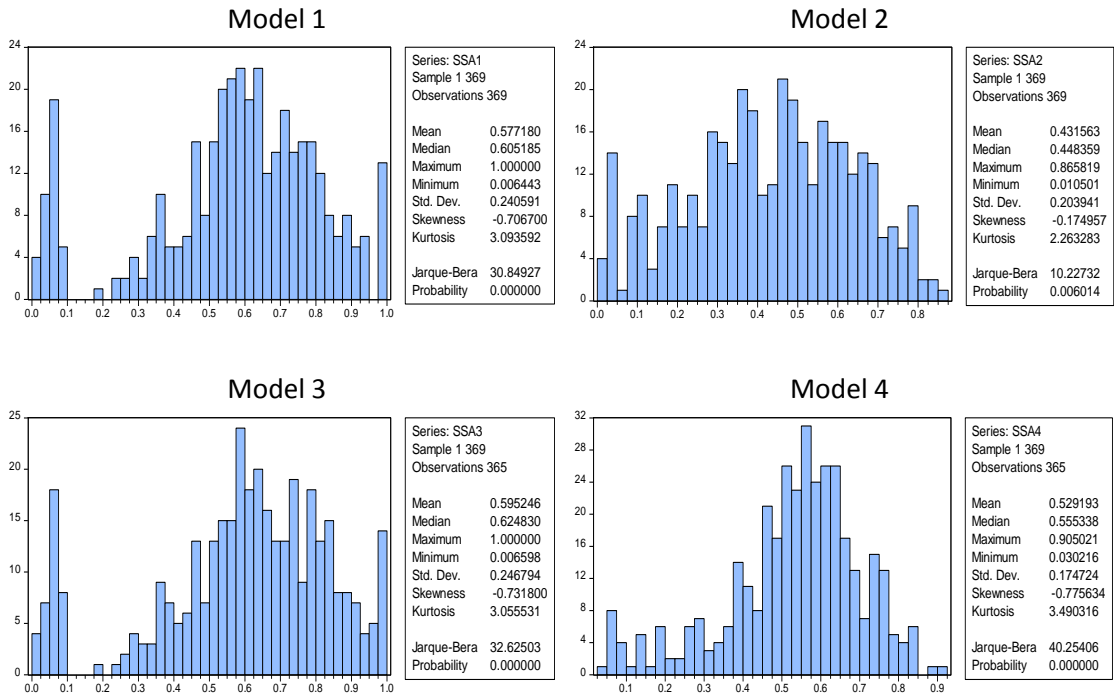
Not: * işareti %5 düzeyinde anlamlılığa işaret etmektedir.

Klasik SSA'dan farklı olarak sağlık kurumunun il veya ilçede bulunmasının çıktısı üzerinde anlamlı bir etkide bulunmadığı görülmektedir. Hastane rol gruplarına göre kapasitenin toplam muayene sayısını iki rol grubu için negatif yönde etkilediği görülürken, ameliyat sayısında iki rol grubu için istatistiki açıdan anlamlı bir sonuç ulaşılamamıştır.

4.4 Etkinlik Analiz Sonuçları

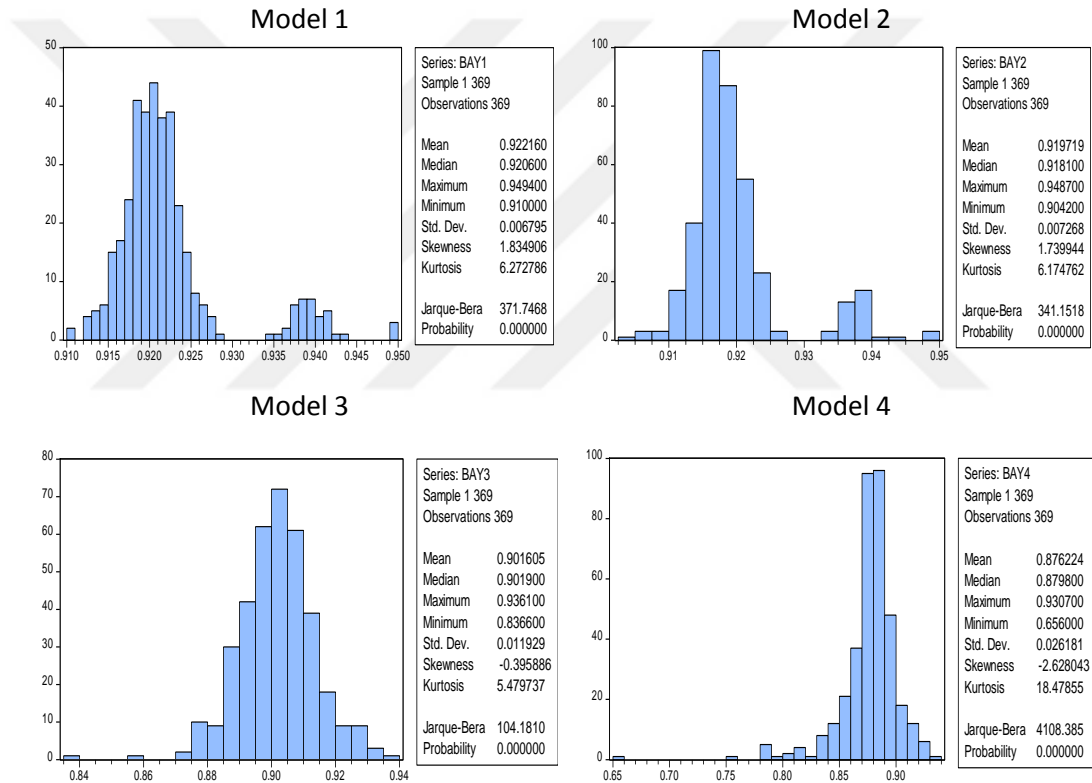
Model 1 – 4 için klasik SSA ve Bayesyen SSA yaklaşımlarıyla elde edilen etkinlik skorları çalışmanın sonundaki Ek kısmında Tablo Ek.1-2'de verilmiştir. Etkinlik skorları incelendiğinde klasik SSA'nin genel olarak kamu hastanelerinin etkinlik düzeylerini daha düşük hesapladığı görülmektedir. Ayrıca etkinlik skorlarındaki değişkenlik de klasik SSA değerlerinden daha yüksektir. Bu durum Şekil 4.13 ve Şekil 4.14 incelendiğinde daha açık bir şekilde görülmektedir. Klasik SSA'den elde edilen etkinlik skorları arasında 0'a çok yakın olanlar bulunduğu gibi az sayıda da olsa tam etkin kurumlar da bulunmaktadır. Genel ortalama ise % 52-59 arasında değişmektedir. Bayesyen SSA'dan elde edilen skorlara bakıldığında ise tam etkin olan hiç bir hastanenin bulunmadığı, ancak etkinlik ortalamasının klasik SSA bulgularına nazaran oldukça yüksek (% 88-92) olduğu dikkati çekmektedir.

Şekil 4.13 Klasik SSA etkinlik skorlarının frekans dağılımı



Klasik SSA sonuçlarında toplam muayene sayısı çıktı olarak kullanılan model 1 için en yüksek etkinlik skoru tam etkinlik anlamına gelen 1 olarak hesaplanmışken, çıktı olarak ameliyat sayısı kullanılan model 2’de etkinlik skoru en yüksek 0,86 olarak hesaplanmıştır. Çıktılar arasındaki bu değişikliğin etkinlik skorları üzerinde düşüşe sebep olması yatak sayısı ve hekim sayısının muayeneler için tam etkinlik sağlanabilirken ameliyat için yeterli olmadığı sonucuna varılabilir. Yine benzer şekilde kontrol değişkenleri konum ve rolün eklendiği model 3 ve model 4 için de aynı şekilde sonuçlar elde edilmiştir. Model 3 için en yüksek skor 1 iken, ameliyat sayısı için 0.90’dır.

Şekil 4.14 Bayesyen SSA etkinlik skorlarının frekans dağılımı



Bayesyen SSA sonuçlarında klasik SSA’dakinin aksine çıktılar değiştiğinde en yüksek etkinlik skorlarında dikkat çeken bir değişiklik olmamıştır. Hem model 1’de hem de model 2’de en yüksek etkinlik skoru 0,95 olarak belirlenmiştir. Ayrıca kontrol değişkenleri konum ve rol değişkenlerinin eklendiği model 3 ve model 4’de de en yüksek etkinlik skoru 0,94 ve 0,93’tür. Ayrıca yüksek skorlu hastanelerde modeller arasında eşdeğerlik göstermektedir. Model 1 ve model 2’de Konya Karapınar Devlet Hastanesi, Konya Kulu Devlet Hastanesi ve Muş Malazgirt Devlet

Hastanesi en etkin hastaneler olarak belirlenmiştir. Model 3 ve model 4’de ise her iki modelde ortak olarak etkin çıkan hastaneler; Hatay Hassa Devlet Hastanesi ve Konya Hadim Devlet Hastanesidir.

Tablo 4.12 Rol ve konumun hastane etkinliğine etkileri

	<i>SSA1</i>	<i>SSA2</i>	<i>SSA3</i>	<i>SSA4</i>	<i>BSSA1</i>	<i>BSSA2</i>	<i>BSSA3</i>	<i>BSSA4</i>
<i>Sabit</i>	0,640 (0,000)	0,422 (0,000)	0,730 (0,000)	0,563 (0,000)	0,923 (0,000)	0,921 (0,000)	0,911 (0,000)	0,880 (0,000)
<i>D1</i>	-0,123 (0,009)	-0,010 (0,825)	-0,127 (0,008)	-0,008 (0,827)	0,002 (0,204)	-0,001 (0,507)	-0,007 (0,001)	-0,001 (0,930)
<i>D2</i>	-0,244 (0,000)	-0,013 (0,796)	-0,236 (0,000)	-0,030 (0,433)	0,002 (0,096)	-0,001 (0,508)	-0,012 (0,000)	-0,003 (0,659)
<i>D3</i>	-0,308 (0,000)	-0,039 (0,456)	-0,316 (0,000)	-0,101 (0,013)	0,003 (0,108)	-0,001 (0,616)	0,002 (0,514)	-0,013 (0,028)
<i>D4</i>	0,147 (0,001)	0,028 (0,512)	0,066 (0,147)	-0,000 (0,994)	-0,003 (0,014)	0,000 (0,960)	-0,003 (0,146)	0,000 (0,991)
R ²	0,114	0,004	0,121	0,041	0,017	0,002	0,238	0,035
F	11,648 (0,000)	0,285 (0,887)	12,411 (0,000)	3,837 (0,005)	1,570 (0,182)	0,159 (0,959)	28,447 (0,000)	3,285 (0,012)
n	369	369	365	365	369	369	369	369

Not: *p* değerleri parantez içinde verilmiştir. %5 düzeyinde anlamlı olan katsayılar koyu olarak vurgulanmıştır.

Hastane etkinlik düzeylerini belirledikten sonra hastane rolünün ve il/ilçe farkının etkinlik üzerindeki etkisi de araştırılmıştır (Tablo 4.12). Temel sınıfın yine il merkezinde yer alan A2 grubu hastaneler olduğu analizde sabit terim her spesifikasyonda istatistiksel olarak oldukça anlamlı bulunmuştur. Buna göre hastanenin il merkezinde ve A2 grubunda bulunması etkinlik düzeyini anlamlı bir şekilde ve pozitif yönde etkilemektedir. Diğer taraftan B ve C rol grubunda bulunmak hastane etkinlik düzeyini 8 spesifikasyonun 3’ünde anlamlı ve negatif yönde etkiliyor görünmektedir. D grubu hastanelerde ise oran 4/8’ dir ve yine negatif yönde etkide bulunmaktadır. Buradan hareketle sağlık kurumunun kapasite ve donanımının küçülmesinin etkinlik düzeyini azaltıcı etkide bulunduğu söylenebilir.

Sağlık kurumunun il/ilçe merkezinde bulunmasının etkinlik düzeyi üzerinde etkili olmadığı sonucu da bir diğer bulgu olarak ifade edilebilir.

Hastaneleri bölgelere göre ayırıp, kukla değişken atanıp regresyon analizi yapıldığında hem klasik model etkinlik skorlarında hem de bayes modeli etkinlik skorlarında istatistiki açıdan anlamlı bir sonuca ulaşılamamıştır. Ayrıca klasik model etkinlik skorları arasında farklı çıktılar için negatif yönde düşük korelasyon varken, aynı çıktılar için pozitif yönde yüksek korelasyon mevcuttur. Bayes modeli için ise farklı çıktılar için pozitif yönde yüksek korelasyon, aynı çıktılar için yine pozitif yönde ama düşük korelasyon bulunmaktadır (Ek.4).



SONUÇ

Kökünü itibarıyla tarihin en eski organizasyonlarından biri olan hastaneler bugün olduğu gibi bugün de toplumda önemli bir yere sahiptir. Bu önem, hastanelerde tedavi edici hizmetler sunulurken bir yandan da toplumu sağlık sorunlarından büyük ölçüde korumaya yönelik hizmetler sunuluyor olmasından kaynaklanmaktadır. Sağlık hakkı doğumla birlikte başlar. Sağlıklı yaşamak her bireyin temel ihtiyacıdır ve bu ihtiyacın karşılanabilmesi açısından hastaneler çok önemli işlev görmektedir (Okursoy, 2010). Günümüzde giderek yaygınlaşan “sosyal devlet” anlayışının en önemli bileşenlerinden birini kamu tarafından sunulan sağlık hizmetleri oluşturmaktadır.

Son yıllarda uygulanan sağlık politikaları bir taraftan kamu hastanelerinin kapasite ve donanım açısından büyük bir gelişim göstermesine yol açarken bir taraftan da özel sağlık kurumlarının sayılarının artmasına neden olmuştur. Bu genişleme bazı ciddi finansman sorunlarını beraberinde getirirken, artan ölçek hacmiyle birlikte özellikle kamu kesiminde sağlık hizmetlerinin sunumunda etkinlik ve verimlilik konusu daha önemli hâle gelmiştir.

Pahalı bir hizmet türü olan sağlık hizmetlerinde verimlilik ve etkinlik artışı hem hastalıkların neden olduğu üretim kayıplarının azaltılmasına hem de hizmet maliyetlerinin düşürülmesine neden olacağından ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Özellikle, kamu kesiminde etkinlik artışının getirisinin daha yüksek olacağı açıktır. Çünkü devlet Türkiye’de en büyük ve yaygın sağlık hizmetleri sunucusudur ve gerek organizasyon yapısı gerekse de hizmet sunumu açısından kamunun çok parlak bir imajı yoktur. Liyakat, finansman, personel ve kadro politikası, bürokrasi, özellikle yönetim ve ulusal sağlık politikası konusunda belirleyici olan siyasî faktörler ve kamunun kendine has rolüne ilişkin mülâhazalar kamu sağlık kurumlarında etkinlik ve verimliliği kabul edilebilir seviyeye çıkarmanın ve daha yükseklerle doğru artırmanın önündeki en büyük potansiyel sorun kaynakları olarak kendini göstermektedir.

Konunun önemine binaen bu çalışmada kamu sağlık kurumlarının etkinlik seviyeleri hastane düzeyinde araştırılmıştır. Firma üretim etkinliği maliyet ve çıktı açısından ele alınabilmektedir. Bu çalışmada etkinlik çıktı (teknik) açısından ele alınmıştır. Etkinlik araştırmalarında kullanılan yöntem açısından da artan bir

çeşitlilikten bahsedilebilir. Her ne kadar VZA en popüler yöntem olsa da, son dönemlerde SSA, TOPSIS ve AHP gibi alternatif yöntemler de giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada (klasik) SSA ve bunun daha yeni bir varyantı olan Bayesyen SSA yöntemleri uygulanmıştır.

Etkinlik analizinde hastanelerin temel çıktıları olarak muayene ve ameliyat sayıları, girdi olarak ise hekim ve yatak sayıları dikkate alınmıştır. Ayrıca hastanenin Sağlık Bakanlığı tarafından belirlenen rolü ve mevkiinin (il/ilçe) de çıktı düzeyi üzerinde etkili olabileceği düşünülmüştür. Analizlerde çıktı değişkenine ve girdi değişkenlerine bağlı olarak dört farklı model yapısına yer verilmiştir.

Her iki yaklaşımdan elde edilen bulgular karşılaştırıldığında klasik SSA yaklaşımıyla hastane etkinlik skorlarının daha değişken olmakla birlikte genel olarak daha düşük tahmin edildiği, buna karşılık Bayesyen SSA'dan elde edilen etkinlik skorlarının daha az değişken ve genel olarak yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılığın Bayesyen yaklaşımda önsel dağılımın dikkate alınmasından kaynaklandığı söylenebilir. Analizde parametrelere ilişkin önsel bilginin kullanılması etkinlik skorlarının daha homojen bir dağılım göstermesine yol açmaktadır. Bu etkinlik farklılığına aynı rol grubundaki kurumlar arasında da rastlanmaktadır. Türkiye'deki kamu hastanelerinin kapasite, kadro ve donanım dağılımı dikkate alındığında klasik SSA yaklaşımının ortaya koyduğu ölçüde bir etkinlik farklılığının geçerli olmasının çok gerçekçi olmadığı söylenebilir.

Diğer taraftan, her iki yaklaşıma göre de, bir kamu hastanesinin il merkezi veya ilçede bulunmasının etkinlik skoru üzerinde pek fazla etkisi bulunmasa da, hastane rolünün etkinliği kayda değer derecede etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre, sağlık kurumunun kapasite ve donanımının küçülmesinin etkinlik düzeyini azaltıcı etkide bulunduğu söylenebilir. Buradan hareketle, çoğu ilçelerde faaliyet göstermekte olan B, C ve D rol grubundan hastanelerde poliklinik, acil servis, ameliyathane ve yoğun bakım imkânlarının artırılmasının hastane etkinliğine olumlu etkide bulunacağı öngörülebilir.

KAYNAKÇA

Afriat, S. N., (1972). Efficiency Estimation of Production Functions. *International Economic Review*. 13(3): 568-598.

Aigner, D. J., Lovell, C. A. K. ve Schmidt, P. (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*. 6(1): 21-37.

Assaf, A. G. (2009). Are U.S. Airlines Really in Crisis?. *Tourism Management*. 30(6): 916-621.

Assaf, A. G. (2011). Accounting For Technological Differences in Modelling The Performance of Airports: A Bayesian Approach. *Applied Economics*. 43 (18): 2267-2275.

Assaf, A. G. (2012). Benchmarking The Asia Pacific Tourism Industry: A Bayesian Combination of DEA And Stochastic Frontier. *Tourism Management*. 33(5): 1122-1127.

Assaf, A. G., Barros, C. P. ve Managi, S. (2011a). Cost efficiency of Japanese Steam Power Generation Companies: A Bayesian Comparison of Random And Fixed Frontier Models, *Applied Energy*. 88(4): 1441-1446.

Assaf, A. G., Barros, C. ve Sellers-Rubio, R. (2011b). Efficiency Determinants in Retail Stores: A Bayesian Framework. *Omega*. 39(3): 283-292.

Assaf, A. G., Barros, C. ve Ibiwoye, A. (2012). Performance Assessment of Nigerian Banks Pre And Post Consolidation: Evidence From A Bayesian Approach, *The Service Industries Journal*. 32 (2): 215-229.

Atasever, M. (2014). *Türkiye’de Sağlık Hizmetlerinin Finansmanı ve Sağlık Harcamalarının Analizi*. Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayın No:983.

Athanassopoulos, A. D. ve Chrysostomos, C. (2001). Assessing The Technical and Allocative Efficiency of Hospital Operations in Greece and its Resource Allocation Implications. *European Journal of Operational Research*. 133(2): 416-431.

Atılgan, E. (2012). *Hastane Etkinliğinin Stokastik Sınır Analizi Yöntemiyle Değerlendirilmesi: T.C. Sağlık Bakanlığı Hastaneleri İçin Bir Uygulama*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

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

Ayanoğlu, Y., Atan, M. ve Beylik, U. (2010). Hastanelerde Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemiyle Finansal Performans Ölçümü ve Değerlendirilmesi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*. 2(2): 40-62.

Bal, V. ve Bilge, H. (2013). Eğitim ve Araştırma Hastanelerinde Veri Zarflama Analizi İle Etkinlik Ölçümü. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 2(6): 1-14.

Barros, C. P. ve Rossi, G. (2014). A Bayesian Stochastic Frontier of Italian Football. *Applied Economics*. 46 (20). 2398-2407.

Battese, G. E. ve Corra, G. S. (1977). Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone off Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics*. 21(3): 169-79.

Battese, G. ve Coelli, T. (1988). Prediction of Firm-level Technical Efficiencies With a Generalized Frontier Production Function and Panel Data. *Journal of Econometrics*. 38(3): 387-399.

Battese, G. E., Coelli, T. J. ve Colby, T. C. (1989). Estimation of Frontier Production Functions and The Efficiencies of Indian Farms Using Panel Data from ICRISAT's Village Level Studies. *Jornal of Quantitative Economics*. 5: 327-348.

Battese, G. ve Coelli, T. (1992). Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India. *The Journal of Productivity Analysis*. 3(1-2): 153–169.

Battese, G.E., Rambaldi, A.N., Wan, G.H. (1997). A Stochastic Frontier Production Function with Flexible Risk Properties. *Journal of Productivity Analysis*. 8(3): 269-280.

Bayraktutan, Y. ve Pehlivanoğlu, F. (2012). Sağlık İşletmelerinde Etkinlik Analizi: Kocaeli Örneği. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 23: 127-162.

Baysal, M. E, Çerçioğlu, H ve Toklu, B. (2004). *Sağlık Sektöründe Bir Performans Değerlendirme Çalışması* (ss. 1-3), Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği, XXIV Ulusal Kongresi, Gaziantep-Adana.

Beckers, D.E ve Hammond C.J. (1977). A Tractable Likelihood Function for the Normal-gamma Stochastic Frontier Model. *Economics Letters*, 24: 33-38.

Begho, T. ve Ogisi, O. D. (2014). Bayes Approach to The Estimation of Technical Efficiency And Returns to Scale in Agriculture: A Case of Nigeria. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*. 3 (4): 275-284.

Berger, J. O. (1985). *Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis*. New York: Springer-Verlag.

Berger, A.N. ve D.B. Humphrey. (1992). Measurement and Efficiency Issues in Commercial Banking. Z. Griliches (Ed.). *Output Measurement in the Service Sectors* (ss. 245-300). Chicago: University of Chicago Press.

Berger, A. N. ve D. B. Humphrey (1997). Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research. *European Journal of Operational Research*, 98(2). 175-212.

Besstremyannaya, G. (2011). Managerial Performance And Cost Efficiency of Japanese Local Public Hospitals: A Latent Class Stochastic Frontier Model. *Health Economics*. 20(1): 19-34.

Beylik, U. ve Pekcan, A. Y. (2012). Eğitim ve Araştırma Hastanelerinde Etkinlik Analizleri ve Değerlendirilmesi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*. 3(6): 119-156.

Bosmans, N. ve Fecher, F. (1995). Performance of Belgian hospitals: A Frontier Approach. *Health Economics*. 4(5): 389–397.

Boussofiane, A., Dyson, R. ve Rhodes, E. (1991). Applied Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*. 2(6): 1–15.

Burgess, J.F., Wilson, P.W. (1998). Variation in Inefficiency Among US Hospitals. *INFOR Journal*. 36(3): 84-102.

Brown, H.S. (2003). Managed Care and Technical Efficiency. *Health Economics*. 12(2): 149-158.

Bwana, K.M. ve Gwauhula, R., (2015). Technical Efficiency of Tanzania Teaching Hospitals: The Case of Private not For-profit Hospitals. *Business Management and Strategy*. 6(1): 97-110.

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

Chambers, R.G., Quiggin, J. (2000). *Uncertainty, Production, Choice and Agency: The State-Contingent Approach*. Cambridge, U.K: Cambridge University Press.

Chang, H.H. (1998). Determinants of Hospital Efficiency: The Case of Central Government-owned Hospital in Taiwan. *Omega, Elsevier*. 26(2): 307-317.

Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*. 2(6): 429–444.

Chen, Z., Barros, C. P. Ve Hou, X. (2016). Has the Medical Reform Improved the Cost Efficiency of Chinese Hospitals?. *The Social Science Journal*. 53(4): 510-520.

Chirikos, T.N. (1998). Identifying Efficiently and Economically Operated Hospitals: The Prospects and Pitfalls of Applying Frontier Regression Techniques. *Journal of Health Politics*. 23(6): 879-904.

Chirikos, T., ve Sear, A. (2000). Measuring Hospital Efficiency: A Comparison of Two Approaches. *Health Services Research*. 34(6): 1389-1408.

Coelli, T.J. (1995). Estimators and Hypothesis Tests for a Stochastic Frontier Function: A Monte Carlo Analysis. *Journal of Productivity Analysis*. 6(3): 247-268.

Coelli, T., Perelman, S., Romano, E. (1999). Accounting for Environmental Influences in Stochastic Frontier Models: With Application to International Airlines. *Journal of Productivity Analysis*. 11(3): 251-273.

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

Cornwell, C., Schmidt, P. ve Sickles, R. C. (1990). Production Frontiers with Cross-Sectional and Time-Series Variation in Efficiency Levels. *Journal of Econometrics*. 46(1/2): 185-200.

Çakmak M., Öktem M.K. ve Ömürgönülşen U. (2009). Türk Kamu Hastanelerinde Teknik Verimlilik Sorunu: Veri Zarflama Analizi Tekniği ile Sağlık Bakanlığı'na Bağlı Kadın Doğum Hastanelerinin Teknik Verimliliklerinin Ölçülmesi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*. 12(1): 1-36.

Çınar, Y. (2010). Türkiye ile AB üyesi Ülkelerin Elektrik Üretim Sektörlerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi: 2000-2006 Dönemi İçin Uluslararası bir Karşılaştırma. *Sosyoekonomi*. 12(12): 93-136.

Debreu, G. (1951). The Coefficient of Resource Utilisation. *Econometrica*. 19(3). 273-292.

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

Dismuke, C. E. ve Sena, V. (2001). Has DRG Payment System Influenced the Technical Efficiency and Productivity of Diagnostic Technologies in Portuguese Public Hospitals? An Empirical Analysis Using Parametric and Non-parametric Methods. *Health Care Management Science*. 2: 107-116.

Doğan, N. Ö. ve Gencan, S. (2014). VZA/AHP Bütünleşik Yöntemi ile Performans Ölçümü: Ankara'daki Kamu Hastaneleri Üzerine Bir Uygulama, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 16 (2): 88-112.

Ekici, O. (2009). İstatistikte Bayesyen ve Klasik Yaklaşımın Farklılıkları. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 12(21): 89-101.

Ersoy, K., Kavuncubaşı, Ş., Özcan, Y.A. ve Haris M.J. (1997). Technical Efficiency of Turkish Hospitals: DEA Approach. *Journal of Medical Systems*. 21(2): 67-74.

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

Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*. 120(3): 253-290.

Folland, S., ve Hofler, R. (2001). How Reliable Are Hospital Efficiency Estimates? Exploiting the Dual to Homothetic Production. *Health Economics*. 10(8): 683-698.

Frohloff, A. (2007). Cost and Technical Efficiency of German Hospitals- A Stochastic Frontier Analysis. *Ruhr Economic Papers*. 2: 1-22.

Gannon, B. (2005). Testing For Variation in Technical Efficiency of Hospitals in Ireland. *The Economic and Social Review*. 36(3): 273-294.

Gerdtham, G., Löthgren, M., Tambour, M. ve Rehnberg, C. (1999). Internal Markets And Health Care Efficiency: A Multiple-Output Stochastic Frontier Analysis. *Health Economics*. 8(2): 151-164.

Gill, J. (2008). *Bayesian Methods: A Social and Behavioral Sciences Approach*. USA: Chapman & Hall/CRC.

Giokas, D.I. (2001). Grek Hospitals: How Well Their Resources Are Used. *Omega*, Elsevier. 29(1): 73-83.

Giuffrida, A., ve Gravelle, H. (2001). Measuring Performance in Primary Care: Econometric Analysis and DEA. *Applied Economics*. 33 (2): 163-75.

Goudarzi, R., Pourreza, A., Shokoohi, M., Askari, R., Mahdavi, M. ve Moghri, J. (2014). Technical Efficiency of Teaching Hospital in Iran: The Use of Stochastic Frontier Analysis. *International Journal of Health Policy and Management*. 3(2): 91-97.

Gökgöz, F. (2009). *Veri Zarflama Analizi ve Finans Alanına Uygulanması*. Ankara: Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi, Yayın No: 597.

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

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

Greene, W. H. (1990). A Gamma-distributed Stochastic Frontier Model. *Journal of Econometrics*. 46(1-2): 141-163.

Greene, W. H., Fried, H., Lovell K. ve Schmidt, S. (1993). The Econometric Approach to Efficiency Analysis. *The Measurement of Productive Efficiency* (68-120). New York: Oxford University Press.

Griffin, J. E. ve Steel, M. F. J., (2004). Semiparametric Bayesian Inference for Stochastic Frontier Models. *Journal of Econometrics, Elsevier*. 123(1): 121-152.

Grosskopf, S., Margaritis, D. ve Valdmanis, V. (2001). The Effects of Teaching on Hospital Productivity. *Socio-Economic Planning Sciences*. 35(3): 189-204.

Güçlü A., (1999). *Türk Silahlı Kuvvetleri Hastanelerinde Teknik Verimlilik Ölçümü: Veri Zarflama Analizi Uygulaması*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ankara: GATA SBE Sağlık Hizmetleri Yönetimi BD.

Gülsevin, G. ve Türkan, A. H. (2012). Afyonkarahisar Hastanelerinin Etkinliklerinin VZA ile Değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 12(2): 1-8.

Güner, A. (2014). *Bayesci Yaklaşımda Eşlenik Aileleri Önsel ile Jeffreys Önselinin Karşılaştırılması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Hamidi, S. (2016). Measuring Efficiency of Governmental Hospitals in Palestine Using Stochastic Frontier Analysis. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*. 14(3): 1-12.

Helvig, B. ve Lapsley, I. (2001). On the Efficiency of Public, Welfare and Private Hospital in Germany over time: A Sectoral Data Envelopment Analysis Study. *Health Service Management Research*. 14(4): 263-274.

Herr, A. (2008). Cost And Technical Efficiency of German Hospitals: Does Ownership Matter?. *Health Economics*. 17(9): 1057-1071.

Hollingsworth, B., Dawson, P. J. ve Maniadakis, N. (1999). Efficiency Measurement of Health Care: Areview of Non-parametric Methods and Applications. *Health Care Management Science*. 2 (3): 161-72.

İnan, E. A. (2000). Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik. *Bankacılar Dergisi*. 34: 82-96.

Jacobs, R. (2001). Alternative Methods to Examine Hospital Efficiency: Data Envelopment Analysis And Stochastic Frontier Analysis. *Health Care Management Science*. 4(2): 103-115.

Jamasb, T. ve Pollitt, M. (2003). International Benchmarking and Regulation: An Application to European Electricity Distribution Utilities. *Energy Policy*. 31(15): 1609– 1622.

Johnson, N.L. ve Kotz S. (1970). *Distributions in Statistics. Continuous Univariate Distributions Volume 1*. Boston, MA: Houghton Mifflin.

Jondrow, J., Lovell, C.A.K., Materov, I.S. ve Schmidt, P. (1982). On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model. *Journal of Econometrics*. 19(2-3): 233-238.

Judge, G.G., R.C. Hill, W.E. Griffiths, H. Lütkepohl ve T.C. Lee (1988). *Introduction to the Theory and Practice of Econometrics*. New York: Wiley.

Karabulut, K. ve Emsen, Ö.S. (2003). Doğu Anadolu Bölgesinde Sağlık Sektörü ve Bir Model Önerisi. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 4(1): 19-30.

Karadağ, Ö. (2011) *Bayesci Hiyerarşik Modeller*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kavuncubaşı, S. (1995). *Hastanelerde Görelî Verimlilik Ölçümü: Veri Çevreleme Analizinin Uygulanması*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi) Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Kimsey, L. G. (2009). *How Efficient Are Military Hospitals? A Comparison of Technical Efficiency Using Stochastic Frontier Analysis*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Lexington: University of Kentucky.

Kirigia, J. M., Emrouznejad, A. ve Sambo, L. G. (2002). Measurement of Technical Efficiency of Public Hospitals in Kenya: Using Data Envelopment Analysis. *Journal of Medical Systems*. 26(1): 39-45.

Kmenta J. (1997). *Elements of Econometrics*. Ann Arbor: University of Michigan Press.

Kodde, D. A. ve Palm, F. C. (1986). Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions. *Econometrica*. 54 (5): 1243-1248.

Kokkinou, A. (2009). Stochastic Frontier Analysis: Empirical Evidence On Greek Productivity. *The 4th HO PhD Symposium on Contemporary Greece and Cyprus*, London.

Koop, G., Osiewalski, J. Ve Steel M.F.J. (1997). Bayesian Efficiency Analysis Through Individual Effects: Hospital Cost Frontier. *Journal of Econometrics*. 76(1-2): 77-105.

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

Kumbhakar, S. (1990). Production Frontiers, Panel Data and Time-varying Technical Inefficiency. *Journal of Econometrics*. 46(1-2): 201–211.

Kumbhakar, S. C., Ghosh, S. ve McGuckin, J.T. (1991). A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in US Dairy Farms. *Journal of Business and Economic Statistics*. 9(3): 279-86.

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

Kutlar, A. ve Salamov, F. (2016). Azerbaycan Kamu Hastanelerinin Etkinliğinin VZA Uygulaması ile Değerlendirilmesi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 31: 1-17.

Lee, L.F., Tyler, W.G. (1978). The Stochastic Frontier Production Function and Average Efficiency. *Journal of Econometrics* 7(3): 385-389.

Lee, P. M. (2012). *Bayesian Statistics: An Introduction*. Chichester: John Wiley & Sons.

Li, T., ve Rosenman, R. (2001). Cost Efficiency in Washington Hospitals: A Stochastic Frontier Approach Using Panel Data. *Health Care Management Science*. 4(2): 73-81.

Linna, M. (1998). Measuring Hospital Cost Efficiency With Panel Data Models. *Health Economics*. 7 (5): 415-427.

Linna M. ve Hakkinen, U. (1998). A Comparative Application of Econometric Frontier and DEA Methods for Assessing Cost Efficiency of Finnish Hospital. P. Zweifel(ed.). *Health the Medical Profession and Regulation* (169-187). Boston, MA: Springer.

Lopez-Valcarcel, G.B. ve Perez, P.B. (1996). Changes in the Efficiency of Spanish Public Hospitals After The Introduction of Program-contracts. *Investigaciones Economicas*. 20(3): 377-402.

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

Ludwig, M., Groot, W. ve Merode, F. (2009). Hospital Efficiency And Transaction Costs: A Stochastic Frontier Approach. *Social Science & Medicine*, 69(1): 61-67.

Malmquist, S. (1953). Index Numbers and Indifference Surfaces. *Trabajos deEstatistica*. 4(2): 209-242.

Meeusen, W. ve Broeck, J. V. D. (1977). Efficiency Estimation from C-D Production Functions With Composed Error. *International Economic Review*. 18(2): 435-444.

Meyer, R., Millar, R. B. (1999). Bayesian Stock Assessment Using a State–space Implementation of The Delay Difference Model. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 56(1): 37-52.

Millar, R. B. (2002). Reference Priors For Bayesian Fisheries Models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 59(9): 1492-1502.

Mobley, L.R. (1998). Effects of Selective Contracting on Hospital Efficiency, Costs and Accessibility. *Health Economics*. 7(3): 247–261.

Newhouse, J. (1994). Frontier Estimation: How Useful a Tool for Health Economics?. *Journal of Health Economics*. 13(3): 317-322.

O' Donnell, C.J. ve Griffiths, W.E. (2006). Estimating State-Contingent Production Frontiers. *American Journal of Agricultural Economics*. 88(1): 249-266.

OECD (2008). *OECD Sağlık sistemi İncelemeleri: Türkiye*. OECD ve Dünya Bankası.

Okursoy, A. (2010). *Türkiye’de Sağlık Sistemi ve Kamu Hastanelerinin Performanslarının Değerlendirilmesi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Özata, M. (2004). *Sağlık Bilişim Sistemlerinin Hastane Etkinliğini Arttırılmasında Yeri ve Önemi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Özcan, Y.A. ve MC Cue, M.J. (1996). Development of a Financial Performance Index for Hospitals:DEA Approach. *Journal of the Operational Research Society*. 47(1): 18-36.

Parkin, D. ve Hollingsworth, B (1997). Measuring Production Efficiency of Acute Hospitals in Scotland, 1991-94: Validity Issues in Data Envelopment Analysis. *Applied Economics*. 29(11): 1425-1433.

Paul, C.J.M. (2002). Productive Structure and Efficiency of Public Hospitals. K.J. Fox (ed.). *Efficiency in the Public Sector* (219-248). Boston, MA: Springer.

Pitt, M., ve Lee, L. F. (1981). The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry. *Journal of Development Economics*. 9(1): 43-64.

Raiffa, H. ve Schlaifer, R. (1968). *Applied Statistical Decision Theory*. America: MIT Press.

Ramanathan, T. V., Chandra, C. S. ve Thupeng W. M. (2003). A Comparison of The Technical Efficiencies of Health Districts and Hospitals in Botswana. *Development Southern Africa*. 20(2): 307-320.

Reichmann, M.S. (2000). The Impact of the Austrian Hospital Financing Reform on Hospital Productivity: Empirical Evidence on Efficiency and Technology Changes Using a Non-Parametric Input Based Malmquist Approach. *Health Care Management Science*. 3(4): 309-321.

Richmond, J. (1974). Estimating the Efficiency of Production. *International Economic Review*. 15(2): 515-521.

Ritter, C. ve Simar, L. (1997). Pitfalls of Normal-gamma Stochastic Frontier Models. *Journal of Productivity Analysis*. 8(2): 167–182.

Rosko, M. (2001). Cost Efficiency of U.S. Hospitals: A Stochastic Frontier Approach. *Health Economics*. 10(6): 539-551.

Rosko, M. ve Mutter, R. (2008). Stochastic Frontier Analysis of Hospital Inefficiency: A Review of Empirical Issues and an Assessment of Robustness. *Medical Care Research and Review*. 65(2): 131-166.

Sağlık Bakanlığı (2007). *Türkiye’de Sağlığa Bakış 2007*. Ankara: Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı.

Sağlık Bakanlığı (2010). *Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2010 Yılı Kılavuzu*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Onarım Dairesi Başkanlığı.

Saltman, R. B. ve Figueras, J. (1997). *European Health Care Reform: Analysis of Current Strategies*. Copenhagen: WHO Regional Publications.

Schmidt, P. ve Sickles, R. C. (1984). Production Frontiers and Panel Data. *Journal of Business and Economic Statistics*. 2(4): 367-74.

Shephard, R.W. (1953). *Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press.

Shephard, R.W. (1970). *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press.

Staat, M. (2006). Efficiency of Hospitals in Germany: a DEA-Bootstrap Approach. *Applied Economics*. 38(19): 2255-2263.

Steinmann, L. ve Zweifel, P. (2003). On the (in)Efficiency of Swiss Hospitals, *Applied Economics*. 35(3): 361-370.

Stevenson, R. E. (1980). Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation. *Journal of Econometrics*. 13(1): 57-66.

Sülkü, S. N. (2011). Performansa Dayalı Ek Ödeme Sisteminin Kamu Hastanelerinin Verimliliği Üzerine Etkileri. *Maliye Dergisi*. 160: 242-268.

Şahin, İ. (1999). Sağlık Kurumlarında Göreceli Verimlilik Ölçümü: Sağlık Bakanlığı Hastanelerinin İllere Göre Karşılaştırmalı Verimlilik Analizi. *Amme İdaresi Dergisi*. 32(2): 124 – 146.

Şahin, İ. ve Özcan Y.A. (2000). Public Sector Hospital Efficiency for Provincial Markets in Turkey. *Journal of Medical Systems*. 24(6): 307-320.

Şenel ve Cengiz (2016). A Bayesian Approach for Evaluation of Determinants of Health System Efficiency Using Stochastic Frontier Analysis and Beta Regression. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. Article ID: 2801081: 1-5.

Tabak, B. M. ve Tecles, P. L. (2010). Estimating a Bayesian Stochastic Frontier for the Indian Banking System. *International Journal of Production Economics*. 125(1): 96-110.

Tambour, M. (1999). The Impact Of Health Care Policy Initiatives on Productivity. *Health Economics*. 6(1): 57-70.

Temür, Y. (2010). İllerin Gelişmişlik Derecelerine Göre Hastanelerin Etkinlik Analizi. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 29(2): 1-22.

Tsionas, E. G. ve Assaf, A. G. (2014). Short-run and Long-run Performance of International Tourism: Evidence from Bayesian Dynamic Models. *Tourism Management*. 42(2014): 22-36.

Uçkun, N., Girginer, N., Köse, T. ve Şahin, Ü. (2016). Türkiye'deki Büyükşehir Kamu Hastanelerinin Etkinliklerinin Analizi. *International Journal of Innovative Research in Education*. 3(2): 102-108.

Varabyona, Y. ve Schreyögg, J. (2013). International Comparisons of The Technical Efficiency of The Hospital Sector: Panel Data Analysis of OECD Countries Using Parametric and Non-parametric Approaches. *Health Policy*. 112(1):70-79.

Varian, H. R. (1992). *Micro Economic Analysis*. Third Edition, New York: W. W. Norton & Company Inc.

Viscusi, W.K., Harrington, J.E. ve Vernon, J.M. (2005). *Economics of Regulation and Antitrust*. Cambridge: The MIT Press.

Votápková J. ve Šťastná L. (2013). Efficiency of Hospital In The Czech Republic. *Pradue Economic Papers*. 4: 524-541.

Wagner, J. ve Shimshak, D.G. (2006). Stepwise Selection of Variables in Data Envelopment Analysis: Producers and Managerial Perspectives. *European Journal of Operations Management*. 18(1): 57-67.

Wagstaff, A. (1989). Estimating Efficiency in the Hospital Sector: A Comparison of Three Statistical Cost Frontier Models. *Applied Economics*. 21(5): 659-672.

Wagstaff, A. ve Lopez, G. (1996). Hospital Costs in Catalonia: A Stochastic Frontier Analysis. *Applied Economics Letters, Taylor & Francis Journals*. 3(7): 471-474.

Wei, Y., Yu, H., Geng, J., Wu, B., Guo, Z., He, L. ve Chen Y. (2018). Hospital Efficiency and Utilization of High-technology Medical Equipment: A Panel Data Analysis. *Health Policy and Technology*. 7(1): 65-72.

Widmer, P.K. (2015). Does Prospective Payment Increase Hospital (In)efficiency? Evidence from the Swiss Hospital Sector. *Eur J Health Econ*. 16(4): 407-419.

Winsten, C. B. (1957). Discussion on Mr. Farrell's Paper. *Journal of the Royal Statistical Society Series A*. 120(3): 282-84.

Worthington, A. (2004). Frontier Efficiency Measurement in Health Care: A Review of Empirical Techniques and Selected Applications. *Medical Care Research and Review*. 61(2): 135-170.

Yardımcı, A. (1992). *Çoklu Bağlantılı Çoklu Doğrusal Regresyonda Bayes Yaklaşımı*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yeşilyurt, M. E. (2007). Türkiye’de Eğitim Hastanelerinin Etkinlik Analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 21(1): 61 – 74.

Yıldırım, H.H. (2013). *Türkiye Sağlık Sistemi: Sağlıkta Dönüşüm Programı Değerlendirme Raporu*. Ankara: Sağlık-Sen Yayınları 21.

Yiğit, V. (2016). Hastanelerde Teknik Verimlilik Analizi: Kamu Hastane Birliklerinde Bir Uygulama. *SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 7(2): 9 – 16.

Yong, K. ve Harris, A. (1999). *Efficiency of Hospitals in Victoria under Casemix Funding: A Stochastic Frontier Approach* (Working paper 92). Melbourne: Centre for Health Program Evaluation.

Zuckerman, S., J. Hadley, ve L. Iezzoni. (1994). Measuring Hospital Efficiency with Frontier Cost Functions. *Journal of Health Economics*. 13(3): 255-280.

EK-1**Tablo Ek.1.** Klasik SSA etkinlik skorları.

Hastane Adı	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Adana Ceyhan D. Hastanesi	0.8897	0.4313	0.9020	0.5038
Adana Kozan D. Hastanesi	0.5470	0.5386	0.5544	0.5465
Adana İmamoğlu D. Hastanesi	0.6207	0.3382	0.6218	0.6839
Adana Pozantı 80.Yıl D. Hastanesi	0.4525	0.2287	0.4533	0.5167
Adana Tufanbeyli D. Hastanesi	0.3560	0.0768	0.3566	0.1961
Adıyaman Kahta D. Hastanesi	0.9823	0.3881	0.9932	0.5708
Adıyaman Besni D. Hastanesi	0.6481	0.3108	0.6636	0.3840
Adıyaman Gölbaşı D. Hastanesi	0.5971	0.3778	0.6112	0.3881
A. Karahisar Dinar D. Hastanesi	0.6017	0.2965	0.6159	0.4286
A. Karahisar Sandıklı Devlet Hastanesi	0.9823	0.2819	0.9932	0.4511
A. Karahisar Bolvadin H. İ. Özsoy D. Has.	0.7192	0.3901	0.7362	0.4869
A. Karahisar Emirdağ D. Hastanesi	0.9823	0.1973	0.9932	0.3336
A. Karahisar Şuhut D. Hastanesi	0.6266	0.6471	0.6402	0.7281
A. Karahisar Çay D. Hastanesi	0.9823	0.1560	0.9932	0.2700
A. Karahisar İncehisar İlçe D. Hastanesi	0.9823	0.1560	0.9932	0.2700
Ağrı D. Hastanesi	0.7514	0.6063	0.8585	0.7039
Ağrı Doğubeyazıt Y. Eryılmaz D. Has.	0.8135	0.2252	0.8223	0.3841
Ağrı Patnos D. Hastanesi	0.9121	0.5418	0.9220	0.7023
Ağrı Diyadin D. Hastanesi	0.6180	0.0379	0.6304	0.0746
Aksaray D. Hastanesi	0.7509	0.3492	0.8586	0.5408
Aksaray Ortaköy D. Hastanesi	0.5324	0.0401	0.5443	0.0577
Amasya Merzifon K. M. Paşa D. Hastanesi	0.6847	0.4404	0.6924	0.6164
Amasya Suluova D. Hastanesi	0.5867	0.5043	0.6006	0.5142
Amasya Taşova D. Hastanesi	1.0000	0.1003	0.9987	0.5579
Ankara Gölbaşı Hasvak D. Hastanesi	0.0490	0.6063	0.0496	0.4707
Ankara 29 Mayıs D. Hastanesi	0.2394	0.3644	0.2775	0.2660
Ankara Haymana D. Hastanesi	0.0260	0.3663		
Ankara Şereflikoçhisar D. Hastanesi	0.3615	0.5231	0.3706	0.4364
Ankara Çubuk Halil Şıvgın D. Hastanesi	0.7237	0.6527	0.7326	0.6824
Ankara Elmadağ H. Alataş D. Hastanesi	0.4197	0.1973	0.4303	0.1911
Ankara Sincan N. Körez D. Hastanesi	0.9091	0.6120	0.9109	0.6217
Ankara Polatlı Duatepe D. Hastanesi	0.6137	0.2860	0.6221	0.4110
Ankara C. Ertuğ Etimesgut D. Hastanesi	0.0732	0.4026	0.0847	0.2797
Ankara Beypazarı D. Hastanesi	0.6221	0.5637	0.6385	0.5244
Ankara Kazan Hamdi Eriş D. Hastanesi	0.0631	0.7286	0.0647	0.6307
Ankara Kızılcahamam D. Hastanesi	0.3616	0.6775	0.3705	0.6533
Ankara Nallıhan D. Hastanesi	0.2970	0.5001	0.3039	0.4899
Antalya Atatürk D. Hastanesi	0.5486	0.4731	0.6285	0.5509
Antalya Alanya Devlet Hastanesi	0.5992	0.4678	0.5994	0.5678
Antalya Manavgat Devlet Hastanesi	0.8026	0.5941	0.8148	0.6040
Antalya Serik Devlet Hastanesi	0.6992	0.6832	0.7090	0.6453
Antalya Finike Devlet Hastanesi	0.6053	0.5755	0.6204	0.6562
Antalya Kumluca Devlet Hastanesi	0.0761	0.7449	0.0780	0.7318

Antalya Gazipaşa Devlet Hastanesi	0.6325	0.6354	0.6475	0.6893
Antalya Korkuteli Devlet Hastanesi	0.0581	0.7746	0.0596	0.6602
Antalya Kaş Devlet Hastanesi	0.3733	0.2786	0.3818	0.2173
Antalya Kemer Devlet Hastanesi	0.4686	0.5560	0.4809	0.3187
Antalya Demre Devlet Hastanesi	0.3272	0.1889	0.3277	0.4295
Ardahan Devlet Hastanesi	0.3529	0.6323	0.4087	0.6131
Ardahan Göle Devlet Hastanesi	0.3743	0.4791	0.3749	0.7410
Artvin Devlet Hastanesi	0.4668	0.5938	0.5404	0.6227
Artvin Hopa Devlet Hastanesi	0.5848	0.6478	0.5992	0.6233
Artvin Arhavi Devlet Hastanesi	0.5658	0.5998	0.5669	0.8224
Artvin Borçka Devlet Hastanesi	0.0466	0.2536	0.0466	0.4566
Artvin Yusufeli Devlet Hastanesi	0.3020	0.6695	0.3026	0.8291
Aydın Nazilli Devlet Hastanesi	0.6480	0.2991	0.6475	0.5285
Aydın Söke F. Kocagöz D. Hastanesi	0.6344	0.2872	0.6430	0.3983
Aydın Kuşadası Devlet Hastanesi	0.0623	0.7628	0.0640	0.5727
Aydın Çine Devlet Hastanesi	0.6541	0.4036	0.6695	0.4742
Aydın Didim Devlet Hastanesi	0.7605	0.3741	0.7794	0.3474
Aydın Germencik Devlet Hastanesi	0.0436	0.0350	0.0437	0.0588
Balıkesir Atatürk Devlet Hastanesi	0.7396	0.3878	0.8455	0.5908
Balıkesir Bandırma Devlet Hastanesi	0.7428	0.3324	0.7527	0.5367
Balıkesir Edremit Devlet Hastanesi	0.6856	0.6291	0.6954	0.6808
Balıkesir Burhaniye Devlet Hastanesi	0.6582	0.2898	0.6744	0.4034
Balıkesir Ayvalık Devlet Hastanesi	0.4541	0.4783	0.4658	0.4996
Balıkesir Gönen Devlet Hastanesi	0.5254	0.5414	0.5389	0.5717
Balıkesir Dursunbey Devlet Hastanesi	0.5390	0.1941	0.5503	0.2889
Balıkesir Sındırgı Devlet Hastanesi	0.8159	0.2726	0.8159	0.7278
Balıkesir Erdek N. Sıtkı Devlet Hastanesi	0.0629	0.6080	0.0630	0.8077
Balıkesir Manyas Devlet Hastanesi	0.6311	0.0329	0.6294	0.1788
Bartın Devlet Hastanesi	0.7222	0.3094	0.8371	0.4681
Batman Kozluk Devlet Hastanesi	0.0442	0.7239	0.0453	0.6464
Batman Gercüş Devlet Hastanesi	0.2344	0.6406	0.2349	0.8015
Bayburt Devlet Hastanesi	0.5135	0.6848	0.5946	0.6988
Bilecik Bozüyük Devlet Hastanesi	0.6562	0.4510	0.6645	0.5330
Bilecik Devlet Hastanesi	0.5476	0.6875	0.6348	0.6292
Bilecik Söğüt Devlet Hastanesi	0.5030	0.0170	0.5030	0.0650
Bingöl Solhan Devlet Hastanesi	0.5445	0.3578	0.5447	0.7863
Bitlis Tatvan Devlet Hastanesi	0.5820	0.3455	0.5890	0.5619
Bitlis Devlet Hastanesi	0.4807	0.5730	0.5571	0.5864
Bitlis Ahlat Devlet Hastanesi	0.0750	0.8279	0.0751	0.9050
Bolu Gerede Devlet Hastanesi	0.6321	0.1913	0.6464	0.2871
Burdur Devlet Hastanesi	0.6448	0.3853	0.7475	0.4723
Burdur Bucak Devlet Hastanesi	0.5989	0.3060	0.6061	0.4809
Burdur Gölhisar Devlet Hastanesi	0.5809	0.6232	0.5933	0.7182
Bursa Çekirge Devlet Hastanesi	0.5956	0.3649	0.5974	0.4580
Bursa İnegöl Devlet Hastanesi	0.9101	0.3720	0.9085	0.6313
Bursa M.Kemalpaşa Devlet Hastanesi	0.7289	0.3984	0.8433	0.4947
Bursa Karacabey Devlet Hastanesi	0.7766	0.3446	0.7850	0.5186

Bursa Gemlik M. Ağım Devlet Hastanesi	0.7907	0.5648	0.8003	0.6491
Bursa Mudanya Devlet Hastanesi	0.5624	0.4176	0.5763	0.5035
Bursa Yenişehir Devlet Hastanesi	0.6763	0.5137	0.6918	0.6502
Bursa İznik Devlet Hastanesi	0.3695	0.5728	0.3782	0.6353
Bursa Orhangazi Devlet Hastanesi	0.7017	0.6841	0.7195	0.6757
Bursa Orhaneli Devlet Hastanesi	0.4568	0.0825	0.4662	0.1358
Çanakkale Devlet Hastanesi	0.6231	0.4543	0.7128	0.6038
Çanakkale Biga Devlet Hastanesi	0.6687	0.3583	0.6755	0.5311
Çanakkale Ezine Devlet Hastanesi	0.5233	0.2857	0.5340	0.5531
Çanakkale Gelibolu Devlet Hastanesi	0.5102	0.6897	0.5216	0.7503
Çanakkale Gökçeada Devlet Hastanesi	0.0185	0.5414	0.0186	0.5966
Çankırı Devlet Hastanesi	0.0487	0.6893	0.0564	0.6063
Çorum Sungurlu Devlet Hastanesi	0.5939	0.2239	0.6078	0.3584
Çorum Alaca Devlet Hastanesi	0.5289	0.2942	0.5402	0.5303
Çorum İskilip Atıf Hoca Devlet Hastanesi	0.4781	0.3730	0.4892	0.5107
Çorum Osmancık Devlet Hastanesi	0.8104	0.3190	0.8288	0.5184
Çorum Bayat Devlet Hastanesi	0.2620	0.2235	0.2624	0.5345
Denizli Devlet Hastanesi	0.6437	0.3979	0.7377	0.5464
Denizli Servergazi Devlet Hastanesi	0.5299	0.4915	0.5380	0.5592
Denizli Acıpayam Devlet Hastanesi	0.7742	0.3650	0.7920	0.5544
Denizli Tavas Devlet Hastanesi	0.7420	0.6997	0.7587	0.7657
Denizli Çivril Devlet Hastanesi	0.6938	0.5121	0.7106	0.5089
Diyarbakır Ergani Devlet Hastanesi	0.0805	0.5858	0.0815	0.5732
Diyarbakır Silvan Y. Azizoğlu D. Has.	0.5853	0.3702	0.5918	0.4299
Diyarbakır Bismil Devlet Hastanesi	0.7684	0.7997	0.7779	0.7896
Diyarbakır Çermik Devlet Hastanesi	0.6861	0.4760	0.7014	0.5679
Diyarbakır Dicle Devlet Hastanesi	0.6428	0.0292	0.6433	0.1279
Diyarbakır Lice HTV D. Hastanesi	0.4735	0.0357	0.4746	0.0956
Düzce Atatürk Devlet Hastanesi	0.6533	0.5025	0.7469	0.5811
Düzce Akçakoca Devlet Hastanesi	0.5482	0.7773	0.5616	0.7016
Edirne Devlet Hastanesi	0.6452	0.3861	0.7379	0.5174
Edirne Keşan Devlet Hastanesi	0.7384	0.3023	0.7472	0.4622
Edirne Uzunköprü Devlet Hastanesi	0.6330	0.3053	0.6490	0.4861
Elazığ Harput Devlet Hastanesi	0.0514	0.5265	0.0521	0.5483
Elazığ Kovancılar Devlet Hastanesi	0.6079	0.4855	0.6221	0.5314
Elazığ Karakoçan Devlet Hastanesi	0.5110	0.1946	0.5119	0.5130
Erzurum Oltu Devlet Hastanesi	0.5983	0.4691	0.6121	0.6272
Erzurum Horasan Devlet Hastanesi	0.5008	0.3452	0.5125	0.3765
Erzurum Hınıs Y. Yürekseven D. Hastanesi	0.5073	0.3991	0.5181	0.5087
Erzurum İspir Devlet Hastanesi	0.3749	0.0127	0.3744	0.0790
Erzurum Pasinler İbrahim Hakkı D. Has.	0.7485	0.0770	0.7488	0.3666
Erzurum Tekman M. Binici D. Hastanesi	0.4281	0.0293	0.4285	0.1018
Eskişehir Devlet Hastanesi	0.7050	0.1886	0.8070	0.3855
Eskişehir Çifteler Devlet Hastanesi	0.4533	0.0949	0.4536	0.3592
Gaziantep Şehitkamil Devlet Hastanesi	0.8359	0.5535	0.8369	0.6691
Gaziantep Nizip Devlet Hastanesi	0.7257	0.5429	0.7359	0.5600
Gaziantep İslahiye Devlet Hastanesi	0.5383	0.4548	0.5524	0.4630

Giresun Bulancak Devlet Hastanesi	0.5513	0.0488	0.5642	0.0777
Giresun Görele E. Özdemir D. Hastanesi	0.6224	0.3490	0.6372	0.4337
Giresun Şebinkarahisar Devlet Hastanesi	0.4883	0.5624	0.4981	0.7489
Giresun Tirebolu Devlet Hastanesi	0.0796	0.5413	0.0813	0.6371
Gümüşhane Devlet Hastanesi	0.5563	0.3538	0.6436	0.4538
Gümüşhane Kelkit Devlet Hastanesi	0.5685	0.4843	0.5817	0.5947
Gümüşhane Şiran Devlet Hastanesi	0.2957	0.2672	0.2962	0.4944
Hakkari Devlet Hastanesi	0.5598	0.5829	0.6477	0.6387
Hakkari Yüksekova Devlet Hastanesi	0.9898	0.6229	1.0000	0.7747
Hakkari Şemdinli Devlet Hastanesi	0.3787	0.5972	0.3876	0.6096
Hatay İskenderun Devlet Hastanesi	0.7995	0.3106	0.8002	0.5501
Hatay Dörtyol Devlet Hastanesi	0.6696	0.5780	0.6788	0.6075
Hatay Reyhanlı Devlet Hastanesi	0.0620	0.7384	0.0636	0.6864
Hatay Kırıkhan Devlet Hastanesi	0.6579	0.6620	0.6756	0.6451
Hatay Samandağ Devlet Hastanesi	0.6776	0.6342	0.6954	0.6023
Hatay Hassa Devlet Hastanesi	0.5260	0.0109	0.5267	0.0513
Hatay Erzincan Devlet Hastanesi	0.5971	0.1060	0.5984	0.2710
İğdır Devlet Hastanesi	0.6365	0.6205	0.7380	0.6395
Isparta Yalvaç Devlet Hastanesi	0.6230	0.2954	0.6374	0.4501
İstanbul Pendik Devlet Hastanesi	0.7485	0.7888	0.7611	0.6991
İstanbul Sultanbeyli TEV D. Hastanesi	0.8647	0.6885	0.8797	0.5206
İstanbul Tuzla Devlet Hastanesi	0.7483	0.7826	0.7700	0.6166
İstanbul Beykoz Devlet Hastanesi	0.6030	0.3898	0.6041	0.4086
İstanbul Şile Devlet Hastanesi	0.4637	0.1950	0.4657	0.3417
İstanbul Bahçelievler Devlet Hastanesi	0.2555	0.2139	0.2595	0.1407
İstanbul Eyüp Devlet Hastanesi	0.7798	0.5646	0.7919	0.5058
İstanbul İstinye Devlet Hastanesi	0.5724	0.4932	0.5812	0.4070
İstanbul Kağıthane Devlet Hastanesi	0.7157	0.7912		
İstanbul Sarıyer İ. Akgün D. Hastanesi	0.5593	0.7287	0.5750	0.5482
İstanbul Silivri Devlet Hastanesi	0.7976	0.4777	0.8088	0.5772
İstanbul Esenyurt Devlet Hastanesi	0.9846	0.5167	1.0000	0.5315
İstanbul Başakşehir Devlet Hastanesi	0.8494	0.7873	0.8622	0.7567
İstanbul Büyükçekmece Devlet Hastanesi	0.0802	0.7997	0.0814	0.5553
İstanbul Çatalca İ. Çokay Devlet Hastanesi	0.5220	0.5787	0.5285	0.4626
İstanbul Arnavutköy Devlet Hastanesi	0.8838	0.3490	0.8968	0.3988
İstanbul Bayrampaşa Devlet Hastanesi	0.8735	0.7588	0.8873	0.6939
İstanbul L. N. Burat Devlet Hastanesi	0.9314	0.7158	0.9567	0.6905
İzmir Ödemiş Devlet Hastanesi	0.6221	0.4021	0.6307	0.5113
İzmir Tire Devlet Hastanesi	0.5756	0.5893	0.5836	0.6699
İzmir Torbalı M. E. Şenerdem D. Hastanesi	0.6359	0.6178	0.6451	0.5468
İzmir Urla Devlet Hastanesi	0.4243	0.5655	0.4360	0.5050
İzmir Bayındır Devlet Hastanesi	0.3774	0.5019	0.3868	0.4273
İzmir Gazimihal N. S. İşören D. Hastanesi	0.0530	0.8412	0.0546	0.6733
İzmir Seferihisar N. Hepkon D. Hastanesi	0.4115	0.6507	0.4221	0.5626
İzmir Selçuk Devlet Hastanesi	0.4643	0.4985	0.4760	0.4181
İzmir Kiraz Devlet Hastanesi	0.4313	0.3842	0.4326	0.6597
İzmir Çeşme A. Çizgenakat D. Hastanesi	0.0466	0.2697	0.0469	0.2586

İzmir Karşıyaka Devlet Hastanesi	0.5478	0.5811	0.5488	0.5956
İzmir Menemen Devlet Hastanesi	0.6788	0.5579	0.6888	0.5939
İzmir Alsancak N. S. İşgören D. Hastanesi	0.0497	0.6270	0.0505	0.4238
İzmir F. İ. Bergama Devlet Hastanesi	0.6860	0.5282	0.6953	0.5719
İzmir Bornova T. Özilhan D. Hastanesi	0.5903	0.7286	0.5996	0.5852
İzmir Aliğa Devlet Hastanesi	0.5689	0.6820	0.5840	0.6479
İzmir Kemalpaşa Devlet Hastanesi	0.5637	0.6733	0.5792	0.5346
İzmir Foça Devlet Hastanesi	0.4162	0.2054	0.4176	0.3942
K. Maraş Necip Fazıl Ş. Hastanesi	0.8144	0.3143	0.9328	0.5458
K. Maraş Elbistan D. Hastanesi	0.0736	0.5224	0.0745	0.5319
K. Maraş Afşin D. Hastanesi	0.7702	0.6056	0.7787	0.7295
K. Maraş Pazarcık D. Hastanesi	0.6478	0.4604	0.6637	0.5824
K. Maraş S. Adanalı Göksun D. Hastanesi	0.0599	0.5740	0.0613	0.4528
Karaman Devlet Hastanesi	0.5751	0.3449	0.6567	0.5659
Karaman Ermenek Devlet Hastanesi	0.4450	0.5001	0.4547	0.6865
Kars Devlet Hastanesi	0.5468	0.4326	0.6243	0.6163
Kars Kağızman Devlet Hastanesi	0.8506	0.6593	0.8685	0.7702
Kars Sarıkamış Devlet Hastanesi	0.4788	0.8658	0.4900	0.8795
Kastamonu M. İslamoğlu Devlet Hastanesi	0.5812	0.4331	0.6638	0.6211
Kastamonu Tosya Devlet Hastanesi	0.5755	0.4860	0.5885	0.6133
Kastamonu İnebolu Devlet Hastanesi	0.3794	0.4911	0.3881	0.5141
Kastamonu Taşköprü Devlet Hastanesi	0.7159	0.4633	0.7309	0.5773
Kayseri Develi H. M. Kocatürk D. Has.	0.6487	0.6690	0.6651	0.7064
Kayseri Yahyalı Devlet Hastanesi	0.7111	0.4647	0.7263	0.4766
Kayseri Bünyan Devlet Hastanesi	0.7668	0.5645	0.7675	0.8315
Kayseri Pınarbaşı Devlet Hastanesi	0.5294	0.3211	0.5303	0.5431
Kırklareli Devlet Hastanesi	0.6440	0.3950	0.7458	0.5324
Kırklareli Lüleburgaz Devlet Hastanesi	0.7144	0.4462	0.7233	0.5941
Kırklareli Babaeski Devlet Hastanesi	0.0464	0.1842	0.0474	0.1868
Kırklareli Vize Devlet Hastanesi	0.4677	0.0936	0.4682	0.3009
Kırklareli Pınarhisar Devlet Hastanesi	0.4380	0.1481	0.4376	0.4872
Kırşehir Kaman Devlet Hastanesi	0.7678	0.1680	0.7837	0.3400
Kırşehir Mucur Devlet Hastanesi	0.3481	0.0321	0.3485	0.0936
Kilis Devlet Hastanesi	0.5248	0.6976	0.6094	0.6549
Kocaeli İzmit Seka Devlet Hastanesi	0.7128	0.2778	0.7129	0.5104
Kocaeli Darıca Farabi Devlet Hastanesi	0.8390	0.3740	0.8390	0.5668
Kocaeli Gebze Fatih Devlet Hastanesi	1.0000	0.5057	1.0000	0.6086
Kocaeli Gölcük N. Çelik Devlet Hastanesi	0.7204	0.3972	0.7300	0.5107
Kocaeli Körfez Devlet Hastanesi	0.7531	0.3150	0.7713	0.3615
Kocaeli Kandıra K. Dinç Devlet Hastanesi	0.6248	0.5384	0.6389	0.6159
Kocaeli Karamürsel Devlet Hastanesi	0.6676	0.5820	0.6839	0.5787
Konya Beyhekim Devlet Hastanesi	0.6111	0.4228	0.6203	0.5667
Konya Akşehir Devlet Hastanesi	0.8207	0.2527	0.8296	0.5203
Konya Ereğli Devlet Hastanesi	0.7381	0.2315	0.7471	0.4008
Konya Seydişehir Devlet Hastanesi	0.7133	0.4946	0.7211	0.6393
Konya Beyşehir Devlet Hastanesi	0.6559	0.4028	0.6637	0.4959
Konya V. Tanır Ilgın Devlet Hastanesi	0.6868	0.4587	0.7022	0.6617

Konya Cihanbeyli Devlet Hastanesi	0.5604	0.5784	0.5739	0.6361
Konya Çumra Devlet Hastanesi	0.7967	0.5613	0.8160	0.5871
Konya Kulu Devlet Hastanesi	0.0064	0.7778	0.0066	0.5719
Konya Karapınar Devlet Hastanesi	0.0080	0.6570	0.0081	0.5164
Konya Kadınhanı R. S. Koyuncu D. Has.	0.5763	0.1201	0.5767	0.4194
Konya Sarayönü Devlet Hastanesi	0.7995	0.0279	0.7987	0.1408
Konya Bozkır Devlet Hastanesi	0.4526	0.4542	0.4529	0.7633
Konya Hadim Devlet Hastanesi	0.1981	0.0105	0.1984	0.0302
Kütahya M. Kalemlı Tavşanlı D. Hastanesi	0.8622	0.3777	0.8724	0.5756
Kütahya İ. Karakuyu Simav D. Hastanesi	0.6769	0.5152	0.6836	0.6916
Kütahya Gediz Devlet Hastanesi	0.6447	0.3599	0.6602	0.4863
Kütahya Emet Devlet Hastanesi	0.0516	0.1194	0.0515	0.3970
Malatya Devlet Hastanesi	0.7497	0.2165	0.8591	0.3939
Malatya Darende Hulusi Efendi D. Has.	0.5550	0.6244	0.5674	0.7405
Malatya Yeşilyurt H. Çalık Devlet Has.	0.3375	0.3239	0.3458	0.2996
Malatya Doğanşehir Devlet Hastanesi	0.3978	0.4781	0.4071	0.3677
Malatya Arapgir Devlet Hastanesi	0.2931	0.1128	0.2934	0.2886
Manisa Merkezefendi Devlet Hastanesi	0.5715	0.4518	0.6535	0.5884
Manisa Akhisar Devlet Hastanesi	0.7412	0.3343	0.7514	0.4954
Manisa Turgutlu Devlet Hastanesi	0.7287	0.3410	0.7389	0.4832
Manisa Salihli Devlet Hastanesi	0.5185	0.4251	0.5259	0.4797
Manisa Soma Devlet Hastanesi	0.8156	0.3525	0.8258	0.5247
Manisa Alaşehir Devlet Hastanesi	0.8359	0.2806	0.8441	0.5522
Manisa Kula Devlet Hastanesi	0.6578	0.6236	0.6718	0.7520
Manisa Demirci Devlet Hastanesi	0.4979	0.6620	0.5089	0.7404
Manisa Kırkağaç Devlet Hastanesi	0.3498	0.7138	0.3584	0.6600
Manisa Sarıgöl Devlet Hastanesi	0.7865	0.3929	0.7860	0.8294
Manisa Gördes Devlet Hastanesi	0.0577	0.0254	0.0577	0.0650
Mardin Kızıltepe Devlet Hastanesi	0.8898	0.4999	0.9016	0.6481
Mardin Midyat Devlet Hastanesi	0.8487	0.6239	0.8581	0.7524
Mardin Nusaybin Devlet Hastanesi	0.9436	0.7378	0.9556	0.7336
Mardin Derik Devlet Hastanesi	0.4849	0.2376	0.4964	0.1945
Mersin Tarsus Devlet Hastanesi	0.8934	0.2378	0.8938	0.4645
Mersin Erdemli Devlet Hastanesi	0.7131	0.5091	0.7227	0.5652
Mersin Silifke Devlet Hastanesi	0.0589	0.6662	0.0596	0.5915
Mersin Anamur Devlet Hastanesi	0.5664	0.5359	0.5723	0.6578
Mersin Mut Devlet Hastanesi	0.5729	0.7473	0.5872	0.7375
Mersin Bozyazı Devlet Hastanesi	0.5270	0.1680	0.5272	0.5231
Muğla Fethiye Devlet Hastanesi	0.5018	0.5465	0.5093	0.5663
Muğla Milas 75. Yıl Devlet Hastanesi	0.0647	0.5701	0.0655	0.5701
Muğla Bodrum Devlet Hastanesi	0.6142	0.6991	0.6226	0.6360
Muğla Marmaris Devlet Hastanesi	0.5500	0.6589	0.5646	0.6205
Muğla Yatağan Devlet Hastanesi	0.6455	0.6892	0.6603	0.7722
Muğla Ortaca Devlet Hastanesi	0.4890	0.3094	0.5010	0.2828
Muğla Dalaman Devlet Hastanesi	0.5744	0.3196	0.5752	0.7443
Muğla Köyceğiz Devlet Hastanesi	0.4425	0.1036	0.4439	0.2267
Muş Devlet Hastanesi	0.7833	0.2488	0.8946	0.4702

Muş Bulanık Devlet Hastanesi	0.8173	0.4627	0.8371	0.5954
Muş Malazgirt Devlet Hastanesi	0.0070	0.6447	0.0071	0.4162
Muş Varto Devlet Hastanesi	0.5840	0.1547	0.5964	0.2132
Nevşehir Devlet Hastanesi	0.6076	0.7897	0.6948	0.8324
Nevşehir Ürgüp Devlet Hastanesi	0.5737	0.0377	0.5855	0.0686
Niğde Devlet Hastanesi	0.6424	0.3469	0.7345	0.4860
Niğde Bor Devlet Hastanesi	0.6409	0.2404	0.6559	0.4651
Ordu Fatsa Devlet Hastanesi	0.8343	0.4594	0.8445	0.6409
Ordu Ünye Devlet Hastanesi	0.6785	0.4270		
Ordu Gököy Devlet Hastanesi	0.7634	0.3089	0.7786	0.5160
Ordu Korgan Devlet Hastanesi	0.8972	0.2155	0.8975	0.6352
Ordu Aybastı Devlet Hastanesi	0.6248	0.0907	0.6248	0.3156
Osmaniye Devlet Hastanesi	0.6631	0.4903	0.7584	0.6365
Osmaniye Kadirli Devlet Hastanesi	0.0630	0.6746	0.0638	0.6316
Osmaniye Düziçi Devlet Hastanesi	0.6847	0.7110	0.7018	0.7428
Rize Devlet Hastanesi	0.8245	0.4065	0.9538	0.6029
Rize Kaçkar Devlet Hastanesi	0.7886	0.3562	0.7961	0.5828
Rize Çayeli İshakoğlu Devlet Hastanesi	0.7848	0.3658	0.7867	0.7718
Samsun Bafra Devlet Hastanesi	0.9250	0.4255	0.9367	0.6434
Samsun Çarşamba Devlet Hastanesi	0.9149	0.4641	0.9263	0.5775
Samsun Vezirköprü Devlet Hastanesi	0.7598	0.6151	0.7682	0.6996
Samsun Terme Devlet Hastanesi	0.7742	0.4458	0.7931	0.5259
Samsun Havza Devlet Hastanesi	0.8849	0.6329	0.9044	0.7647
Samsun Alaçam Devlet Hastanesi	1.0000	0.2842	1.0000	0.7020
Siirt Devlet Hastanesi	0.4462	0.2892	0.5090	0.5310
Siirt Kurtalan Devlet Hastanesi	0.8218	0.3806	0.8397	0.6204
Siirt Pervari Devlet Hastanesi	0.2845	0.0272	0.2853	0.0733
Sinop Atatürk Devlet Hastanesi	0.5559	0.4923	0.5637	0.5873
Sinop Boyabat 75.Yıl Devlet Hastanesi	0.4597	0.5834	0.4712	0.6317
Sinop Ayancık Devlet Hastanesi	0.8350	0.3694	0.8339	0.8329
Sinop Durağan Devlet Hastanesi	0.3701	0.1198	0.3702	0.4697
Sinop Gerze Devlet Hastanesi	0.4634	0.0879	0.4637	0.2681
Sivas Devlet Hastanesi	0.8627	0.3053	1.0000	0.4168
Sivas Suşehri Devlet Hastanesi	0.5865	0.4139	0.5999	0.5075
Sivas Şarkışla Devlet Hastanesi	0.7149	0.3972	0.7304	0.5626
Sivas Divriği S. Özgür Devlet Hastanesi	0.4866	0.0928	0.4865	0.4251
Sivas Yıldızeli Devlet Hastanesi	0.3499	0.2161	0.3504	0.6202
Sivas Zara Devlet Hastanesi	0.5765	0.1485	0.5765	0.5679
Sivas Gürün Devlet Hastanesi	0.3182	0.0467	0.3186	0.1302
Sivas Kangal Devlet Hastanesi	0.4065	0.1061	0.4070	0.2886
Şanlıurfa Siverek Devlet Hastanesi	0.7124	0.4594	0.7211	0.6157
Şanlıurfa Viranşehir Devlet Hastanesi	0.0912	0.4143	0.0923	0.4573
Şanlıurfa Birecik Devlet Hastanesi	0.5578	0.4900	0.5650	0.4759
Şanlıurfa Suruç Devlet Hastanesi	0.6578	0.8051	0.6655	0.7885
Şanlıurfa Ceylanpınar Devlet Hastanesi	0.9755	0.5828	1.0000	0.5928
Şanlıurfa Akçakale Devlet Hastanesi	0.9353	0.8127	0.9605	0.7608
Şanlıurfa Harran Devlet Hastanesi	0.9879	0.1370	0.9907	0.4208

Şırnak Cizre S. Cizrelioğlu D. Hastanesi	0.8863	0.4710	0.8970	0.6525
Şırnak Devlet Hastanesi	0.7053	0.4812	0.8162	0.5677
Şırnak Silopi Devlet Hastanesi	0.9756	0.7183	1.0000	0.7789
Şırnak İdil Devlet Hastanesi	0.0474	0.7622	0.0485	0.7346
Tekirdağ Çorlu Devlet Hastanesi	0.7993	0.2646	0.7989	0.4870
Tekirdağ Devlet Hastanesi	0.6052	0.4594	0.6919	0.6025
Tekirdağ Çerkezköy Devlet Hastanesi	0.8733	0.6128	0.8851	0.6518
Tekirdağ Malkara Devlet Hastanesi	0.5041	0.5193	0.5165	0.5630
Tekirdağ Saray Devlet Hastanesi	0.5424	0.1015	0.5434	0.3769
Tekirdağ Hayrabolu Devlet Hastanesi	0.5129	0.0601	0.5138	0.1666
Tekirdağ Muratlı Devlet Hastanesi	0.5056	0.7077	0.5071	0.8374
Tekirdağ Şarköy Devlet Hastanesi	0.7004	0.5642	0.7019	0.7936
Tokat Devlet Hastanesi	0.7022	0.2731	0.8014	0.6025
Tokat Turhal Devlet Hastanesi	0.7969	0.3579	0.8062	0.5512
Tokat Erbaa Devlet Hastanesi	0.8268	0.6488	0.8365	0.7336
Tokat Niksar Devlet Hastanesi	0.7991	0.2333	0.8072	0.3817
Tokat Zile Devlet Hastanesi	0.7677	0.6673	0.7864	0.7542
Tokat Reşadiye Devlet Hastanesi	0.5720	0.1990	0.5722	0.6298
Trabzon Akçaabat Haçkalı Baba D. Has.	0.0722	0.6073	0.0732	0.6042
Trabzon Vakıfkebir Devlet Hastanesi	0.8932	0.4751	0.9143	0.6746
Trabzon Araklı Bayram Halil D. Hastanesi	0.7620	0.1667	0.7784	0.3594
Trabzon Of Devlet Hastanesi	0.8166	0.3838	0.8370	0.4362
Trabzon Sürmene Devlet Hastanesi	0.4624	0.1643	0.4636	0.5198
Tunceli Devlet Hastanesi	0.3393	0.5710	0.3928	0.5647
Uşak Devlet Hastanesi	0.7555	0.3634	0.8639	0.5851
Uşak Banaz Devlet Hastanesi	0.5007	0.5204	0.5113	0.6657
Uşak Eşme Devlet Hastanesi	0.3770	0.1164	0.3783	0.2339
Van Eğitim Ve Araştırma Hastanesi	0.6829	0.3330	0.7815	0.5375
Van Erciş Devlet Hastanesi	0.9186	0.4484		
Van Başkale Devlet Hastanesi	0.8024	0.2331	0.8194	0.3814
Van Muradiye Devlet Hastanesi	0.5965	0.4062	0.6102	0.4687
Van Çaldıran Devlet Hastanesi	0.6245	0.5582	0.6259	0.8034
Yalova Devlet Hastanesi	0.0727	0.7515	0.0844	0.6425
Yozgat Devlet Hastanesi	0.5458	0.4656	0.6232	0.6567
Yozgat Sorgun Devlet Hastanesi	0.7345	0.3699	0.7427	0.5277
Yozgat Yerköy Devlet Hastanesi	0.0566	0.6445	0.0580	0.5799
Yozgat Akdağmadeni Devlet Hastanesi	0.5631	0.4614	0.5766	0.4557
Yozgat Boğazlıyan Devlet Hastanesi	0.6465	0.6585	0.6613	0.6389
Yozgat Sarıkaya Devlet Hastanesi	0.4592	0.2374	0.4699	0.1837
Yozgat Çekerek Devlet Hastanesi	0.3664	0.2998	0.3671	0.6204
Zonguldak Karadeniz Ereğli D. Hastanesi	0.7803	0.1910	0.7903	0.3824
Zonguldak Çaycuma Devlet Hastanesi	0.9473	0.4517	0.9685	0.7026
Zonguldak Devrek Devlet Hastanesi	0.5360	0.4326	0.5486	0.4542
Zonguldak Alaplı Devlet Hastanesi	0.9379	0.2796	0.9375	0.7387

EK-2**Tablo Ek.2.** Bayesyen SSA etkinlik skorları.

Hastane Adı	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Adana Ceyhan D. Hastanesi	0.9163	0.9148	0.9057	0.8863
Adana Kozan D. Hastanesi	0.9214	0.9187	0.9011	0.8851
Adana İmamoğlu D. Hastanesi	0.9175	0.9119	0.9027	0.8507
Adana Pozantı 80.Yıl D. Hastanesi	0.9197	0.9176	0.9075	0.8710
Adana Tufanbeyli D. Hastanesi	0.9218	0.9191	0.9222	0.9024
Adıyaman Kahta D. Hastanesi	0.9158	0.9134	0.8991	0.8775
Adıyaman Besni D. Hastanesi	0.9181	0.9175	0.9040	0.8932
Adıyaman Gölbaşı D. Hastanesi	0.9184	0.9164	0.9019	0.8920
A. Karahisar Dinar D. Hastanesi	0.9217	0.9187	0.9037	0.8921
A. Karahisar Sandıklı Devlet Hastanesi	0.9172	0.9150	0.9037	0.8875
A. Karahisar Bolvadin H. İ. Özsoy D. Hastanesi	0.9182	0.9157	0.8992	0.8852
A. Karahisar Emirdağ D. Hastanesi	0.9175	0.9148	0.9103	0.8980
A. Karahisar Şuhut D. Hastanesi	0.9211	0.9174	0.8800	0.8504
A. Karahisar Çay D. Hastanesi	0.9167	0.9158	0.9127	0.9019
A. Karahisar İncehisar İlçe D. Hastanesi	0.9171	0.9160	0.9118	0.9019
Ağrı D. Hastanesi	0.9207	0.9170	0.9033	0.8604
Ağrı Doğubeyazıt Y. Eryılmaz D. Hastanesi	0.9184	0.9170	0.9071	0.8954
Ağrı Patnos D. Hastanesi	0.9172	0.9163	0.8906	0.8597
Ağrı Diyadin D. Hastanesi	0.9198	0.9173	0.9206	0.9224
Aksaray D. Hastanesi	0.9226	0.9178	0.9115	0.8825
Aksaray Ortaköy D. Hastanesi	0.9207	0.9191	0.9261	0.9269
Amasya Merzifon K. M. Paşa D. Hastanesi	0.9191	0.9198	0.8965	0.8729
Amasya Suluova D. Hastanesi	0.9182	0.9188	0.8946	0.8828
Amasya Taşova D. Hastanesi	0.9163	0.9115	0.9061	0.8663
Ankara Gölbaşı Hasvak D. Hastanesi	0.9398	0.9394	0.9051	0.8889
Ankara 29 Mayıs D. Hastanesi	0.9279	0.9240	0.9147	0.9027
Ankara Haymana D. Hastanesi	0.9422	0.9423	0.9115	0.9043
Ankara Şereflikoçhisar D. Hastanesi	0.9220	0.9198	0.9007	0.8917
Ankara Çubuk Halil Şıvgın D. Hastanesi	0.9181	0.9168	0.8935	0.8649
Ankara Elmadağ H. Alataş D. Hastanesi	0.9235	0.9210	0.9151	0.9105
Ankara Sincan N. Körez D. Hastanesi	0.9154	0.9162	0.9064	0.8756
Ankara Polatlı Duatepe D. Hastanesi	0.9231	0.9205	0.9095	0.8943
Ankara C. Ertuğ Etimesgut D. Hastanesi	0.9373	0.9361	0.9128	0.9032
Ankara Beypazarı D. Hastanesi	0.9159	0.9132	0.9007	0.8831
Ankara Kazan Hamdi Eriş D. Hastanesi	0.9375	0.9365	0.8932	0.8699
Ankara Kızılcahamam D. Hastanesi	0.9239	0.9225	0.8890	0.8651
Ankara Nallıhan D. Hastanesi	0.9262	0.9249	0.8976	0.8867
Antalya Atatürk D. Hastanesi	0.9244	0.9205	0.9110	0.8812
Antalya Alanya Devlet Hastanesi	0.9220	0.9234	0.9082	0.8798
Antalya Manavgat Devlet Hastanesi	0.9161	0.9144	0.9034	0.8790

Antalya Serik Devlet Hastanesi	0.9176	0.9162	0.8967	0.8720
Antalya Finike Devlet Hastanesi	0.9185	0.9162	0.8927	0.8687
Antalya Kumluca Devlet Hastanesi	0.9386	0.9342	0.8840	0.8570
Antalya Gazipaşa Devlet Hastanesi	0.9182	0.9158	0.8895	0.8607
Antalya Korkuteli Devlet Hastanesi	0.9383	0.9363	0.8908	0.8675
Antalya Kaş Devlet Hastanesi	0.9231	0.9209	0.9091	0.9041
Antalya Kemer Devlet Hastanesi	0.9190	0.9170	0.9049	0.8982
Antalya Demre Devlet Hastanesi	0.9221	0.9208	0.9120	0.8802
Ardahan Devlet Hastanesi	0.9266	0.9201	0.9001	0.8735
Ardahan Göle Devlet Hastanesi	0.9233	0.9204	0.8964	0.8307
Artvin Devlet Hastanesi	0.9241	0.9171	0.8991	0.8739
Artvin Hopa Devlet Hastanesi	0.9180	0.9164	0.8914	0.8704
Artvin Arhavi Devlet Hastanesi	0.9204	0.9160	0.8887	0.7979
Artvin Borçka Devlet Hastanesi	0.9404	0.9374	0.9107	0.8754
Artvin Yusufeli Devlet Hastanesi	0.9243	0.9232	0.8867	0.7885
Aydın Nazilli Devlet Hastanesi	0.9224	0.9238	0.9103	0.8849
Aydın Söke F. Kocagöz D. Hastanesi	0.9222	0.9192	0.9097	0.8952
Aydın Kuşadası Devlet Hastanesi	0.9357	0.9365	0.8985	0.8783
Aydın Çine Devlet Hastanesi	0.9196	0.9140	0.8987	0.8872
Aydın Didim Devlet Hastanesi	0.9156	0.9145	0.9053	0.8974
Aydın Germencik Devlet Hastanesi	0.9395	0.9368	0.9325	0.9224
Balıkesir Atatürk Devlet Hastanesi	0.9209	0.9191	0.9094	0.8796
Balıkesir Bandırma Devlet Hastanesi	0.9207	0.9177	0.9057	0.8858
Balıkesir Edremit Devlet Hastanesi	0.9185	0.9170	0.8973	0.8660
Balıkesir Burhaniye Devlet Hastanesi	0.9195	0.9162	0.9057	0.8924
Balıkesir Ayvalık Devlet Hastanesi	0.9239	0.9202	0.9024	0.8853
Balıkesir Gönen Devlet Hastanesi	0.9217	0.9174	0.8966	0.8788
Balıkesir Dursunbey Devlet Hastanesi	0.9204	0.9203	0.9036	0.8974
Balıkesir Sındırgı Devlet Hastanesi	0.9160	0.9114	0.8974	0.8360
Balıkesir Erdek N. Sıtkı Devlet Hastanesi	0.9382	0.9367	0.8883	0.8054
Balıkesir Manyas Devlet Hastanesi	0.9204	0.9168	0.9200	0.9032
Bartın Devlet Hastanesi	0.9217	0.9158	0.9118	0.8912
Batman Kozluk Devlet Hastanesi	0.9398	0.9390	0.8918	0.8716
Batman Gercüş Devlet Hastanesi	0.9265	0.9235	0.8882	0.8096
Bayburt Devlet Hastanesi	0.9223	0.9175	0.8940	0.8627
Bilecik Bozüyük Devlet Hastanesi	0.9210	0.9174	0.9026	0.8837
Bilecik Devlet Hastanesi	0.9211	0.9149	0.8995	0.8718
Bilecik Söğüt Devlet Hastanesi	0.9200	0.9195	0.9293	0.9198
Bingöl Solhan Devlet Hastanesi	0.9214	0.9186	0.8936	0.8164
Bitlis Tatvan Devlet Hastanesi	0.9257	0.9217	0.9006	0.8837
Bitlis Devlet Hastanesi	0.9241	0.9175	0.9052	0.8774
Bitlis Ahlat Devlet Hastanesi	0.9369	0.9360	0.8588	0.6560
Bolu Gerede Devlet Hastanesi	0.9203	0.9172	0.9071	0.9014
Burdur Devlet Hastanesi	0.9230	0.9152	0.9088	0.8908
Burdur Bucak Devlet Hastanesi	0.9221	0.9222	0.9053	0.8890
Burdur Gölhisar Devlet Hastanesi	0.9190	0.9171	0.8794	0.8548
Bursa Çekirge Devlet Hastanesi	0.9228	0.9229	0.9139	0.8932

Bursa İnegöl Devlet Hastanesi	0.9191	0.9203	0.9040	0.8737
Bursa M.Kemalpaşa Devlet Hastanesi	0.9204	0.9150	0.9062	0.8851
Bursa Karacabey Devlet Hastanesi	0.9212	0.9192	0.9012	0.8829
Bursa Gemlik M. Ağım Devlet Hastanesi	0.9170	0.9168	0.8945	0.8717
Bursa Mudanya Devlet Hastanesi	0.9223	0.9182	0.9022	0.8883
Bursa Yenişehir Devlet Hastanesi	0.9195	0.9161	0.8883	0.8667
Bursa İznik Devlet Hastanesi	0.9261	0.9227	0.8910	0.8702
Bursa Orhangazi Devlet Hastanesi	0.9178	0.9128	0.8876	0.8628
Bursa Orhaneli Devlet Hastanesi	0.9220	0.9213	0.9143	0.9118
Çanakkale Devlet Hastanesi	0.9245	0.9202	0.9100	0.8783
Çanakkale Biga Devlet Hastanesi	0.9214	0.9203	0.9018	0.8811
Çanakkale Ezine Devlet Hastanesi	0.9243	0.9222	0.8940	0.8751
Çanakkale Gelibolu Devlet Hastanesi	0.9229	0.9217	0.8764	0.8456
Çanakkale Gökçeada Devlet Hastanesi	0.9434	0.9425	0.9062	0.8609
Çankırı Devlet Hastanesi	0.9415	0.9385	0.9047	0.8791
Çorum Sungurlu Devlet Hastanesi	0.9232	0.9192	0.9077	0.8956
Çorum Alaca Devlet Hastanesi	0.9218	0.9199	0.8967	0.8799
Çorum İskilip Atıf Hoca Devlet Hastanesi	0.9238	0.9217	0.9000	0.8811
Çorum Osmancık Devlet Hastanesi	0.9185	0.9143	0.8989	0.8814
Çorum Bayat Devlet Hastanesi	0.9278	0.9231	0.9083	0.8683
Denizli Devlet Hastanesi	0.9236	0.9195	0.9151	0.8848
Denizli Servergazi Devlet Hastanesi	0.9239	0.9199	0.9056	0.8847
Denizli Acıpayam Devlet Hastanesi	0.9186	0.9159	0.8956	0.8781
Denizli Tavas Devlet Hastanesi	0.9169	0.9143	0.8745	0.8403
Denizli Çivril Devlet Hastanesi	0.9170	0.9128	0.8968	0.8824
Diyarbakır Ergani Devlet Hastanesi	0.9381	0.9380	0.9001	0.8770
Diyarbakır Silvan Y. Azizoglu D. Hastanesi	0.9224	0.9211	0.9030	0.8900
Diyarbakır Bismil Devlet Hastanesi	0.9154	0.9153	0.8789	0.8331
Diyarbakır Çermik Devlet Hastanesi	0.9169	0.9157	0.8914	0.8757
Diyarbakır Dicle Devlet Hastanesi	0.9173	0.9151	0.9263	0.9130
Diyarbakır Lice HTV D. Hastanesi	0.9209	0.9169	0.9271	0.9167
Düzce Atatürk Devlet Hastanesi	0.9211	0.9186	0.9089	0.8786
Düzce Akçakoca Devlet Hastanesi	0.9157	0.9132	0.8824	0.8550
Edirne Devlet Hastanesi	0.9211	0.9188	0.9128	0.8847
Edirne Keşan Devlet Hastanesi	0.9209	0.9193	0.9041	0.8880
Edirne Uzunköprü Devlet Hastanesi	0.9223	0.9185	0.9050	0.8866
Elazığ Harput Devlet Hastanesi	0.9419	0.9397	0.9040	0.8856
Elazığ Kovancılar Devlet Hastanesi	0.9203	0.9161	0.8962	0.8787
Elazığ Karakoçan Devlet Hastanesi	0.9196	0.9173	0.9088	0.8744
Erzurum Oltu Devlet Hastanesi	0.9223	0.9172	0.8921	0.8721
Erzurum Horasan Devlet Hastanesi	0.9215	0.9181	0.9029	0.8944
Erzurum Hınıs Y. Yürekseven D. Hastanesi	0.9210	0.9183	0.8951	0.8824
Erzurum İspir Devlet Hastanesi	0.9255	0.9239	0.9291	0.9194
Erzurum Pasinler İbrahim Hakkı D. Hastanesi	0.9181	0.9143	0.9152	0.8862
Erzurum Tekman M. Binici D. Hastanesi	0.9218	0.9190	0.9265	0.9139
Eskişehir Devlet Hastanesi	0.9225	0.9206	0.9188	0.8994
Eskişehir Çifteler Devlet Hastanesi	0.9233	0.9179	0.9160	0.8886

Gaziantep Şehitkamil Devlet Hastanesi	0.9192	0.9201	0.9046	0.8714
Gaziantep Nizip Devlet Hastanesi	0.9184	0.9160	0.9019	0.8814
Gaziantep İslahiye Devlet Hastanesi	0.9210	0.9191	0.9034	0.8915
Giresun Bulancak Devlet Hastanesi	0.9217	0.9175	0.9247	0.9246
Giresun Görele E. Özdemir D. Hastanesi	0.9190	0.9174	0.8988	0.8883
Giresun Şebinkarahisar Devlet Hastanesi	0.9259	0.9214	0.8769	0.8468
Giresun Tirebolu Devlet Hastanesi	0.9378	0.9377	0.8880	0.8681
Gümüşhane Devlet Hastanesi	0.9235	0.9167	0.9059	0.8889
Gümüşhane Kelkit Devlet Hastanesi	0.9228	0.9175	0.8923	0.8753
Gümüşhane Şiran Devlet Hastanesi	0.9226	0.9225	0.9092	0.8706
Hakkari Devlet Hastanesi	0.9226	0.9168	0.8982	0.8707
Hakkari Yüksekova Devlet Hastanesi	0.9153	0.9156	0.8826	0.8420
Hakkari Şemdinli Devlet Hastanesi	0.9240	0.9215	0.8921	0.8714
Hatay İskenderun Devlet Hastanesi	0.9205	0.9214	0.9113	0.8838
Hatay Dörtyol Devlet Hastanesi	0.9195	0.9177	0.8976	0.8769
Hatay Reyhanlı Devlet Hastanesi	0.9390	0.9366	0.8942	0.8674
Hatay Kırıkhan Devlet Hastanesi	0.9179	0.9139	0.8943	0.8719
Hatay Samandağ Devlet Hastanesi	0.9165	0.9138	0.8966	0.8756
Hatay Hassa Devlet Hastanesi	0.9206	0.9186	0.9341	0.9262
Hatay Erzin Devlet Hastanesi	0.9168	0.9140	0.9169	0.8940
İğdir Devlet Hastanesi	0.9205	0.9151	0.9038	0.8751
İsparta Yalvaç Devlet Hastanesi	0.9206	0.9180	0.8990	0.8883
İstanbul Pendik Devlet Hastanesi	0.9141	0.9107	0.8955	0.8672
İstanbul Sultanbeyli TEV D. Hastanesi	0.9131	0.9091	0.9055	0.8859
İstanbul Tuzla Devlet Hastanesi	0.9122	0.9059	0.8923	0.8756
İstanbul Beykoz Devlet Hastanesi	0.9202	0.9215	0.9150	0.8938
İstanbul Şile Devlet Hastanesi	0.9197	0.9174	0.9162	0.8922
İstanbul Bahçelievler Devlet Hastanesi	0.9282	0.9261	0.9228	0.9166
İstanbul Eyüp Devlet Hastanesi	0.9164	0.9131	0.9046	0.8877
İstanbul İstinye Devlet Hastanesi	0.9192	0.9174	0.9095	0.8945
İstanbul Kağıthane Devlet Hastanesi	0.9143	0.9117	0.8967	0.8724
İstanbul Sarıyer İ. Akgün D. Hastanesi	0.9166	0.9105	0.8992	0.8812
İstanbul Silivri Devlet Hastanesi	0.9191	0.9172	0.9020	0.8823
İstanbul Esenyurt Devlet Hastanesi	0.9161	0.9125	0.9062	0.8835
İstanbul Başakşehir Devlet Hastanesi	0.9149	0.9122	0.8856	0.8530
İstanbul Büyükçekmece Devlet Hastanesi	0.9343	0.9334	0.9005	0.8805
İstanbul Çatalca İ. Çokay Devlet Hastanesi	0.9191	0.9174	0.9001	0.8857
İstanbul Arnavutköy Devlet Hastanesi	0.9179	0.9144	0.9114	0.8941
İstanbul Bayrampaşa Devlet Hastanesi	0.9138	0.9119	0.8952	0.8673
İstanbul L. N. Burat Devlet Hastanesi	0.9122	0.9068	0.8891	0.8680
İzmir Ödemiş Devlet Hastanesi	0.9223	0.9192	0.9049	0.8865
İzmir Tire Devlet Hastanesi	0.9214	0.9199	0.8971	0.8685
İzmir Torbalı M. E. Şenerdem D. Hastanesi	0.9177	0.9169	0.9007	0.8813
İzmir Urla Devlet Hastanesi	0.9225	0.9194	0.9045	0.8855
İzmir Bayındır Devlet Hastanesi	0.9239	0.9214	0.9024	0.8903
İzmir Gaziemir N. S. İşgören D. Hastanesi	0.9379	0.9350	0.8930	0.8676
İzmir Seferihisar N. Hepkon D. Hastanesi	0.9216	0.9194	0.8977	0.8786

İzmir Selçuk Devlet Hastanesi	0.9201	0.9176	0.9019	0.8904
İzmir Kiraz Devlet Hastanesi	0.9205	0.9171	0.9042	0.8527
İzmir Çeşme A. Çizgenakat D. Hastanesi	0.9365	0.9368	0.9197	0.8983
İzmir Karşıyaka Devlet Hastanesi	0.9207	0.9239	0.9090	0.8801
İzmir Menemen Devlet Hastanesi	0.9187	0.9177	0.9013	0.8806
İzmir Alsancak N. S. İşgören D. Hastanesi	0.9388	0.9393	0.9094	0.8953
İzmir F. İ. Bergama Devlet Hastanesi	0.9195	0.9169	0.8990	0.8798
İzmir Bornova T. Özilhan D. Hastanesi	0.9183	0.9163	0.9016	0.8788
İzmir Aliğa Devlet Hastanesi	0.9187	0.9136	0.8932	0.8695
İzmir Kemalpaşa Devlet Hastanesi	0.9186	0.9146	0.8983	0.8824
İzmir Foça Devlet Hastanesi	0.9205	0.9181	0.9140	0.8835
K. Maraş Necip Fazıl Ş. Hastanesi	0.9224	0.9169	0.9129	0.8858
K. Maraş Elbistan D. Hastanesi	0.9400	0.9380	0.9038	0.8856
K. Maraş Afşin D. Hastanesi	0.9188	0.9167	0.8862	0.8562
K. Maraş Pazarcık D. Hastanesi	0.9190	0.9150	0.8975	0.8785
K. Maraş S. Adanalı Gökşun D. Hastanesi	0.9382	0.9375	0.8997	0.8867
Karaman Devlet Hastanesi	0.9247	0.9226	0.9104	0.8801
Karaman Ermenek Devlet Hastanesi	0.9257	0.9233	0.8880	0.8598
Kars Devlet Hastanesi	0.9229	0.9228	0.9060	0.8764
Kars Kağızman Devlet Hastanesi	0.9154	0.9150	0.8707	0.8390
Kars Sarıkamış Devlet Hastanesi	0.9209	0.9193	0.8366	0.7543
Kastamonu M. İslamoğlu Devlet Hastanesi	0.9247	0.9225	0.9068	0.8738
Kastamonu Tosya Devlet Hastanesi	0.9224	0.9173	0.8905	0.8702
Kastamonu İnebolu Devlet Hastanesi	0.9251	0.9213	0.8958	0.8801
Kastamonu Taşköprü Devlet Hastanesi	0.9170	0.9155	0.8882	0.8740
Kayseri Develi H. M. Kocatürk D. Hastanesi	0.9169	0.9147	0.8871	0.8590
Kayseri Yahyalı Devlet Hastanesi	0.9149	0.9149	0.8927	0.8804
Kayseri Bünyan Devlet Hastanesi	0.9147	0.9132	0.8855	0.7847
Kayseri Pınarbaşı Devlet Hastanesi	0.9160	0.9150	0.9063	0.8672
Kırklareli Devlet Hastanesi	0.9232	0.9179	0.9056	0.8821
Kırklareli Lüleburgaz Devlet Hastanesi	0.9190	0.9197	0.9009	0.8774
Kırklareli Babaeski Devlet Hastanesi	0.9412	0.9390	0.9159	0.9101
Kırklareli Vize Devlet Hastanesi	0.9210	0.9175	0.9157	0.8918
Kırklareli Pınarhisar Devlet Hastanesi	0.9227	0.9209	0.9073	0.8713
Kırşehir Kaman Devlet Hastanesi	0.9183	0.9152	0.9035	0.8944
Kırşehir Mucur Devlet Hastanesi	0.9235	0.9220	0.9283	0.9173
Kilis Devlet Hastanesi	0.9221	0.9174	0.9018	0.8723
Kocaeli İzmit Seka Devlet Hastanesi	0.9221	0.9221	0.9116	0.8885
Kocaeli Darıca Farabi Devlet Hastanesi	0.9205	0.9202	0.9075	0.8771
Kocaeli Gebze Fatih Devlet Hastanesi	0.9160	0.9170	0.9050	0.8748
Kocaeli Gölcük N. Çelik Devlet Hastanesi	0.9211	0.9173	0.9036	0.8851
Kocaeli Körfez Devlet Hastanesi	0.9154	0.9132	0.9047	0.8971
Kocaeli Kandıra K. Dinç Devlet Hastanesi	0.9190	0.9168	0.8895	0.8701
Kocaeli Karamürsel Devlet Hastanesi	0.9178	0.9142	0.8967	0.8738
Konya Beyhekim Devlet Hastanesi	0.9237	0.9208	0.9070	0.8867
Konya Akşehir Devlet Hastanesi	0.9196	0.9183	0.9038	0.8857
Konya Ereğli Devlet Hastanesi	0.9209	0.9203	0.9079	0.8939

Konya Seydişehir Devlet Hastanesi	0.9185	0.9188	0.8951	0.8701
Konya Beyşehir Devlet Hastanesi	0.9201	0.9192	0.9037	0.8844
Konya V. Tanır Iğın Devlet Hastanesi	0.9187	0.9185	0.8923	0.8663
Konya Cihanbeyli Devlet Hastanesi	0.9221	0.9182	0.8911	0.8690
Konya Çumra Devlet Hastanesi	0.9155	0.9122	0.8948	0.8749
Konya Kulu Devlet Hastanesi	0.9491	0.9484	0.8901	0.8739
Konya Karapınar Devlet Hastanesi	0.9494	0.9487	0.8934	0.8778
Konya Kadınhanı R. S. Koyuncu D. Hastanesi	0.9195	0.9161	0.9118	0.8809
Konya Sarayönü Devlet Hastanesi	0.9151	0.9149	0.9251	0.9080
Konya Bozkır Devlet Hastanesi	0.9210	0.9188	0.8948	0.8241
Konya Hadim Devlet Hastanesi	0.9277	0.9268	0.9361	0.9307
Kütahya M. Kalemlı Tavşanlı D. Hastanesi	0.9192	0.9162	0.9008	0.8802
Kütahya İ. Karakuyu Simav D. Hastanesi	0.9217	0.9191	0.8890	0.8626
Kütahya Gediz Devlet Hastanesi	0.9214	0.9172	0.9010	0.8858
Kütahya Emet Devlet Hastanesi	0.9395	0.9392	0.9133	0.8853
Malatya Devlet Hastanesi	0.9219	0.9184	0.9196	0.8975
Malatya Darende Hulusi Efendi D. Hastanesi	0.9228	0.9207	0.8799	0.8513
Malatya Yeşilyurt H. Çalık Devlet Hastanesi	0.9265	0.9206	0.9076	0.9007
Malatya Doğanşehir Devlet Hastanesi	0.9199	0.9203	0.9022	0.8903
Malatya Arapgir Devlet Hastanesi	0.9248	0.9235	0.9166	0.8916
Manisa Merkezefendi Devlet Hastanesi	0.9242	0.9214	0.9098	0.8800
Manisa Akhisar Devlet Hastanesi	0.9222	0.9171	0.9064	0.8892
Manisa Turgutlu Devlet Hastanesi	0.9210	0.9171	0.9073	0.8898
Manisa Salihli Devlet Hastanesi	0.9220	0.9206	0.9061	0.8904
Manisa Soma Devlet Hastanesi	0.9177	0.9170	0.9028	0.8870
Manisa Alaşehir Devlet Hastanesi	0.9197	0.9197	0.8997	0.8794
Manisa Kula Devlet Hastanesi	0.9190	0.9175	0.8774	0.8440
Manisa Demirci Devlet Hastanesi	0.9229	0.9201	0.8770	0.8525
Manisa Kırkağaç Devlet Hastanesi	0.9245	0.9224	0.8867	0.8645
Manisa Sarıgöl Devlet Hastanesi	0.9167	0.9130	0.8850	0.7899
Manisa Gördes Devlet Hastanesi	0.9386	0.9371	0.9298	0.9187
Mardin Kızıltepe Devlet Hastanesi	0.9191	0.9156	0.8971	0.8731
Mardin Midyat Devlet Hastanesi	0.9183	0.9176	0.8855	0.8493
Mardin Nusaybin Devlet Hastanesi	0.9129	0.9107	0.8870	0.8544
Mardin Derik Devlet Hastanesi	0.9188	0.9175	0.9102	0.9086
Mersin Tarsus Devlet Hastanesi	0.9201	0.9210	0.9118	0.8875
Mersin Erdemli Devlet Hastanesi	0.9189	0.9168	0.9004	0.8799
Mersin Silifke Devlet Hastanesi	0.9405	0.9375	0.8999	0.8783
Mersin Anamur Devlet Hastanesi	0.9220	0.9207	0.8923	0.8650
Mersin Mut Devlet Hastanesi	0.9192	0.9155	0.8806	0.8524
Mersin Bozyazı Devlet Hastanesi	0.9201	0.9165	0.9086	0.8722
Muğla Fethiye Devlet Hastanesi	0.9237	0.9213	0.9036	0.8825
Muğla Milas 75.Yıl Devlet Hastanesi	0.9414	0.9399	0.8991	0.8807
Muğla Bodrum Devlet Hastanesi	0.9187	0.9175	0.8942	0.8725
Muğla Marmaris Devlet Hastanesi	0.9200	0.9157	0.8966	0.8712
Muğla Yatağan Devlet Hastanesi	0.9201	0.9184	0.8764	0.8436
Muğla Ortaca Devlet Hastanesi	0.9202	0.9192	0.9088	0.9001

Muğla Dalaman Devlet Hastanesi	0.9208	0.9174	0.8967	0.8309
Muğla Köyceğiz Devlet Hastanesi	0.9202	0.9163	0.9210	0.9001
Muş Devlet Hastanesi	0.9216	0.9196	0.9135	0.8886
Muş Bulanık Devlet Hastanesi	0.9187	0.9118	0.8957	0.8757
Muş Malazgirt Devlet Hastanesi	0.9491	0.9482	0.9007	0.8915
Muş Varto Devlet Hastanesi	0.9203	0.9195	0.9094	0.9047
Nevşehir Devlet Hastanesi	0.9219	0.9199	0.8900	0.8174
Nevşehir Ürgüp Devlet Hastanesi	0.9205	0.9194	0.9225	0.9241
Niğde Devlet Hastanesi	0.9223	0.9209	0.9129	0.8866
Niğde Bor Devlet Hastanesi	0.9208	0.9181	0.9019	0.8889
Ordu Fatsa Devlet Hastanesi	0.9207	0.9165	0.8957	0.8708
Ordu Ünye Devlet Hastanesi	0.9217	0.9195	0.8994	0.8783
Ordu Gököy Devlet Hastanesi	0.9177	0.9173	0.8950	0.8791
Ordu Korgan Devlet Hastanesi	0.9132	0.9100	0.9024	0.8539
Ordu Aybastı Devlet Hastanesi	0.9185	0.9166	0.9157	0.8896
Osmaniye Devlet Hastanesi	0.9221	0.9198	0.9085	0.8741
Osmaniye Kadirli Devlet Hastanesi	0.9403	0.9387	0.8981	0.8712
Osmaniye Düziçi Devlet Hastanesi	0.9181	0.9155	0.8867	0.8548
Rize Devlet Hastanesi	0.9201	0.9145	0.9028	0.8779
Rize Kaçkar Devlet Hastanesi	0.9194	0.9206	0.8963	0.8739
Rize Çayeli İshakoğlu Devlet Hastanesi	0.9182	0.9121	0.8991	0.8307
Samsun Bafra Devlet Hastanesi	0.9190	0.9156	0.8996	0.8734
Samsun Çarşamba Devlet Hastanesi	0.9172	0.9146	0.8992	0.8794
Samsun Vezirköprü Devlet Hastanesi	0.9195	0.9164	0.8913	0.8602
Samsun Terme Devlet Hastanesi	0.9187	0.9138	0.8991	0.8811
Samsun Havza Devlet Hastanesi	0.9156	0.9135	0.8754	0.8438
Samsun Alaçam Devlet Hastanesi	0.9121	0.9086	0.8980	0.8416
Siirt Devlet Hastanesi	0.9263	0.9251	0.9103	0.8806
Siirt Kurtalan Devlet Hastanesi	0.9202	0.9151	0.8923	0.8698
Siirt Pervari Devlet Hastanesi	0.9250	0.9238	0.9302	0.9198
Sinop Atatürk Devlet Hastanesi	0.9243	0.9213	0.9028	0.8788
Sinop Boyabat 75.Yıl Devlet Hastanesi	0.9235	0.9201	0.8946	0.8737
Sinop Ayancık Devlet Hastanesi	0.9179	0.9150	0.8860	0.7814
Sinop Durağan Devlet Hastanesi	0.9243	0.9234	0.9124	0.8762
Sinop Gerze Devlet Hastanesi	0.9197	0.9190	0.9173	0.8958
Sivas Devlet Hastanesi	0.9188	0.9130	0.9122	0.8936
Sivas Suşehri Devlet Hastanesi	0.9197	0.9171	0.8961	0.8809
Sivas Şarkışla Devlet Hastanesi	0.9174	0.9161	0.8927	0.8777
Sivas Divriği S. Özgür Devlet Hastanesi	0.9225	0.9195	0.9135	0.8819
Sivas Yıldızeli Devlet Hastanesi	0.9250	0.9230	0.9075	0.8619
Sivas Zara Devlet Hastanesi	0.9216	0.9195	0.9075	0.8636
Sivas Gürün Devlet Hastanesi	0.9231	0.9204	0.9246	0.9096
Sivas Kangal Devlet Hastanesi	0.9219	0.9211	0.9176	0.8948
Şanlıurfa Siverek Devlet Hastanesi	0.9212	0.9182	0.8994	0.8770
Şanlıurfa Viranşehir Devlet Hastanesi	0.9379	0.9365	0.9059	0.8902
Şanlıurfa Birecik Devlet Hastanesi	0.9202	0.9187	0.9050	0.8867
Şanlıurfa Suruç Devlet Hastanesi	0.9175	0.9171	0.8754	0.8359

Şanlıurfa Ceylanpınar Devlet Hastanesi	0.9136	0.9056	0.8925	0.8740
Şanlıurfa Akçakale Devlet Hastanesi	0.9100	0.9042	0.8819	0.8445
Şanlıurfa Harran Devlet Hastanesi	0.9108	0.9081	0.9138	0.8821
Şırnak Cizre S. Cizrelioğlu D. Hastanesi	0.9189	0.9162	0.8948	0.8717
Şırnak Devlet Hastanesi	0.9197	0.9163	0.9028	0.8781
Şırnak Silopi Devlet Hastanesi	0.9139	0.9103	0.8806	0.8431
Şırnak İdil Devlet Hastanesi	0.9410	0.9388	0.8835	0.8514
Tekirdağ Çorlu Devlet Hastanesi	0.9202	0.9208	0.9111	0.8884
Tekirdağ Devlet Hastanesi	0.9214	0.9224	0.9089	0.8778
Tekirdağ Çerkezköy Devlet Hastanesi	0.9186	0.9144	0.8957	0.8719
Tekirdağ Malkara Devlet Hastanesi	0.9218	0.9188	0.8967	0.8794
Tekirdağ Saray Devlet Hastanesi	0.9206	0.9179	0.9158	0.8864
Tekirdağ Hayrabolu Devlet Hastanesi	0.9201	0.9159	0.9222	0.9044
Tekirdağ Muratlı Devlet Hastanesi	0.9193	0.9153	0.8870	0.7869
Tekirdağ Şarköy Devlet Hastanesi	0.9159	0.9114	0.8938	0.8107
Tokat Devlet Hastanesi	0.9231	0.9226	0.9091	0.8789
Tokat Turhal Devlet Hastanesi	0.9201	0.9185	0.9001	0.8830
Tokat Erbaa Devlet Hastanesi	0.9178	0.9165	0.8879	0.8530
Tokat Niksar Devlet Hastanesi	0.9191	0.9183	0.9064	0.8959
Tokat Zile Devlet Hastanesi	0.9186	0.9153	0.8836	0.8487
Tokat Reşadiye Devlet Hastanesi	0.9183	0.9162	0.9040	0.8556
Trabzon Akçaabat Haçkalı Baba D. Hastanesi	0.9399	0.9382	0.9002	0.8752
Trabzon Vakfikebir Devlet Hastanesi	0.9184	0.9145	0.8899	0.8674
Trabzon Araklı Bayram Halil D. Hastanesi	0.9190	0.9153	0.9068	0.8974
Trabzon Of Devlet Hastanesi	0.9159	0.9121	0.9034	0.8913
Trabzon Sürmene Devlet Hastanesi	0.9212	0.9200	0.9108	0.8755
Tunceli Devlet Hastanesi	0.9272	0.9225	0.9038	0.8795
Uşak Devlet Hastanesi	0.9215	0.9196	0.9117	0.8827
Uşak Banaz Devlet Hastanesi	0.9243	0.9201	0.8871	0.8615
Uşak Eşme Devlet Hastanesi	0.9222	0.9194	0.9193	0.8980
Van Eğitim Ve Araştırma Hastanesi	0.9228	0.9195	0.9144	0.8851
Van Erciş Devlet Hastanesi	0.9150	0.9145	0.9014	0.8838
Van Başkale Devlet Hastanesi	0.9172	0.9169	0.8998	0.8923
Van Muradiye Devlet Hastanesi	0.9189	0.9181	0.8993	0.8859
Van Çaldıran Devlet Hastanesi	0.9169	0.9125	0.8907	0.8127
Yalova Devlet Hastanesi	0.9376	0.9346	0.9016	0.8717
Yozgat Devlet Hastanesi	0.9254	0.9216	0.9054	0.8697
Yozgat Sorgun Devlet Hastanesi	0.9199	0.9183	0.9000	0.8841
Yozgat Yerköy Devlet Hastanesi	0.9391	0.9394	0.8979	0.8769
Yozgat Akdağmadeni Devlet Hastanesi	0.9185	0.9173	0.9005	0.8868
Yozgat Boğazlıyan Devlet Hastanesi	0.9175	0.9142	0.8878	0.8654
Yozgat Sarıkaya Devlet Hastanesi	0.9181	0.9179	0.9117	0.9065
Yozgat Çekerek Devlet Hastanesi	0.9237	0.9215	0.9060	0.8599
Zonguldak Karadeniz Ereğli D. Hastanesi	0.9222	0.9181	0.9120	0.8983
Zonguldak Çaycuma Devlet Hastanesi	0.9182	0.9135	0.8853	0.8604
Zonguldak Devrek Devlet Hastanesi	0.9230	0.9184	0.8988	0.8872
Zonguldak Alaplı Devlet Hastanesi	0.9146	0.9122	0.8946	0.8326

EK-3

Bayesyen model tahminlerinde ve SSA'da kullanılan WinBUGS kodu

Model

```
{  
  for (i in 1:N) {  
    u[i] ~ dexp(lambda)  
    eff[i] <- exp(- u[i])  
  }  
  
  for ( k in 1:K ) {  
    ones[k] <- 1  
    firm[k] <- data[k, p +1]  
    mu[k] <- alpha + u[firm[k]] + inprod(beta[1:p], data[k, 1:p])  
    y[k] ~ dnorm(mu[k], prec)  
  }  
  
  lambda0 <- -log(rstar)  
  lambda ~ dexp(lambda0)  
  
  alpha ~ dnorm(0.0, 1.0E-06)  
  for (i in 1:6) {  
    beta[i] ~ dnorm(0.0, 1.0E-06)  
  }  
  prec ~ dgamma(0.01, 0.001)  
  sigmasq <- 1 / prec  
}
```

EK 4.

Klasik etkinlik skorları arasındaki korelasyonlar

	SSA1	SSA2	SSA3	SSA4
SSA1	1	-0.08	0.99	0.19
SSA2	-0.08	1	-0.07	0.76
SSA3	0.99	-0.07	1	0.19
SSA4	0.19	0.76	0.19	1

Bayes etkinlik skorları arasındaki korelasyonlar

	Bayes1	Bayes2	Bayes3	Bayes4
Bayes1	1	0.97	0.09	0.06
Bayes2	0.97	1	0.10	0.07
Bayes3	0.09	0.10	1	0.76
Bayes4	0.06	0.08	0.76	1