

**OECD ÜLKELERİNİN SAĞLIK
ALANINDAKİ ETKİNLİKLERİNİN
BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ
İLE BELİRLENMESİ
Gözde YEŞİLAYDIN
(Doktora Tezi)
Eskişehir, 2015**

**OECD ÜLKELERİNİN SAĞLIK ALANINDAKİ ETKİNLİKLERİNİN
BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ**

Gözde YEŞİLAYDIN

DOKTORA TEZİ

İşletme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nesrin ALPTEKİN

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Kasım, 2015

Bu tez çalışması, Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca kabul edilen 1503E125 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Gözde YEŞİLAYDIN'ın "OECD Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Bulanık Veri Zarflama Analizi İle Belirlemesi" başlıklı tezi 25 Kasım 2015 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca İşletme (Sayısal Yöntemler) Anabilim Dalında, Doktora tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Doç.Dr.Nesrin ALPTEKİN
Üye : Prof.Dr.Emel ŞIKLAR
Üye : Doç.Dr.Harun SÖNMEZ
Üye : Doç.Dr.Menderes TARCAN
Üye : Yrd.Doç.Dr.Cengiz BAL

N. Alptekin
Emel Şıklar
Harun Sönmez
M. Tarcan
Cengiz Bal

Kemal Yıldırım
Prof.Dr.Kemal YILDIRIM
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü
ENSTİTÜSÜ

Doktora Tez Özü

OECD ÜLKELERİNİN SAĞLIK ALANINDAKİ ETKİNLİKLERİNİN BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ

Gözde YEŞİLAYDIN

İşletme Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kasım 2015

Danışman: Doç. Dr. Nesrin ALPTEKİN

Bu çalışma, OECD ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin bulanık veri zarflama analizi ile belirlenmesi ve bulanık kümeleme analizi yardımıyla Türkiye'nin sağlık etkinliğinin içinde bulunduğu kümedeki diğer ülkeler ile karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır.

Çalışma kapsamında, ülkelere ilişkin sağlık etkinliklerinin değerlendirilmesinde sağlığı doğrudan etkileyen girdi değişkenleri, sağlığı dolaylı etkilediği düşünülen çevre değişkenleri (dışsal değişkenler) ve çıktı değişkenleri kullanılmıştır. Değişkenlerin belirlenmesinde literatür taramasından yararlanılmıştır. Karar verme birimi sayıları ile girdi-çıkıtı değişkenleri sayısına ilişkin görüşlerin doğrulanması amacıyla değişkenlere yönelik korelasyon analizi yapılmış; analiz sonucunda bazı değişkenler arasında yüksek korelasyon olduğu görülmüş ve aralarında yüksek korelasyon olan değişkenlerden biri analiz dışı bırakılmıştır. Sonuç olarak, sağlığı doğrudan etkilediği düşünülen üç girdi değişkeni; beş çevre değişkeni ve iki çıktı değişkeni ile bulanık veri zarflama analizi gerçekleştirilmiştir.

Bulanık veri zarflama analizinde Wang, Greatbanks ve Yang (2005a)'ın önermiş olduğu model kullanılmış; çözümler Zimmermann (1991)'nin α -kesim düzeyi yaklaşımı doğrultusunda aralık veriler oluşturularak yapılmıştır. Bulanık veri zarflama analizi ile beş farklı α -kesim düzeyinde (0; 0,25; 0,50; 0,75 ve 1) alt ve üst sınır etkinlik değerleri elde edilmiştir. Her α kesim düzeyi için karar verme birimlerinin maksimum etkinlik kaybı değerleri Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı ile hesaplanmış ve etkin olmayan

lkeler en iyiden en kötüye doğru sıralanmıştır. Son aşamada tüm ülkeler için bulanık kümeleme analizi yapılmış ve Türkiye'nin yer aldığı kümedeki ülkeler belirlenmiştir. Türkiye'nin alt ve üst sınır etkinlik değerleri ile ait olduğu kümedeki diğer ülkelerin etkinlik değerleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Kümeleme, Bulanık Veri Zarflama Analizi, Etkinlik, OECD, Sağlık Göstergeleri

Abstract

DETERMINING OF HEALTH EFFICIENCIES OF OECD COUNTRIES BY USING FUZZY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Gözde YEŞİLAYDIN

Department of Business Administration

Anadolu University, Graduate School of Social Sciences, November 2015

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Nesrin ALPTEKİN

This study was designed to determine health efficiencies of OECD countries by using fuzzy data envelopment analysis and was performed to compare Turkey's health efficiencies with other countries in the same cluster.

In the study, for evaluation of efficiencies related to the countries, input variables that directly affect the health, environment variables considered as indirect health impacts (exogenous variables) and output variables were used. It was benefited from the literature for the determination of these variables. To verify views on the number of decision making units, input and output variables, correlation analysis was performed. Analysis results showed that there was a high correlation between some variables and one of the variables including the high correlation was excluded from the analysis. As a result, fuzzy data envelopment analysis was performed with three input variables that directly affect the health, five environmental variables and two output variables.

In the fuzzy data envelopment analysis, Wang, Greatbanks and Yang (2005a)'s model was used. Solutions were conducted by forming interval data in the direction of Zimmermann (1991)'s α – cut level approach. With fuzzy data envelopment analysis, upper and lower efficiency limits were obtained using five different α - cut level (0; 0,25; 0,50; 0,75 and 1). For each α – cut level, maximum loss of efficiency value of decision making units were calculated by Minimax Regret Approach and countries with inefficient scores were listed from best to the worst. At the last step, fuzzy clustering analysis for all countries was conducted and countries located with Turkey in the same

cluster were determined. Efficiency scores of countries located in the same cluster with Turkey were compared with Turkey's lower and upper efficiency limits.

Keywords: Fuzzy Clustering, Fuzzy Data Envelopment Analysis, Efficiency, OECD, Health Indicators

Etik İlke ve Kurallara Uygunluk Beyannamesi

Bu tez çalışmasının bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumunda bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve hiçbir şekilde intihal içermediğini beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Gözde YEŞİLAYDIN



Önsöz

Bu doktora tez çalışmasının gerçekleşmesine olanak sağlayan, tüm süreç boyunca değerli bilgi, görüş ve tecrübelerini benimle paylaşarak hiçbir konuda desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Nesrin ALPTEKİN'e; tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Emel ŞIKLAR ve Doç. Dr. Harun SÖNMEZ'e; değerli hocalarım Doç. Dr. Menderes TARCAN ve Yrd. Doç. Dr. Cengiz BAL'a en derin saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca her türlü anlayışı gösteren, bilgi, görüş, öneri ve katkılarıyla her zaman desteklerini arkamda hissettiğim başta Prof. Dr. A. Ezel ESATOĞLU olmak üzere Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Sağlık Yönetimi Bölümü'nün değerli öğretim üyeleri, öğretim ve araştırma görevlilerine, tüm çalışma arkadaşlarıma ve sevgili dostlarıma sonsuz şükranlarımı sunarım.

Hayatım boyunca her daim yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini hep üzerimde hissettiğim sevgili AİLEM ile çalışmalarım esnasında değerli fikir ve görüşleriyle desteğini, sevgi, saygı ve anlayışını esirgemeyen, büyük bir özveri ve sabır örneği sergileyerek her daim yanımda olan sevgili eşim İsmail YEŞİLAYDIN' a sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasının konu ile ilgili olan herkese faydalı olmasını temenni ederim.

Gözde YEŞİLAYDIN

Eskişehir, Kasım 2015

Özgeçmiş

Gözde YEŞİLAYDIN

İşletme Anabilim Dalı
Doktora

Eğitim

- Y.Ls. 2010 Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı
- Ls. 2008 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik - Mimarlık Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Bölümü
- Lise 2004 Eskişehir Fatih Anadolu Lisesi

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri/yılı: 27.05.1986 / Kütahya Cinsiyet: Kadın Yabancı dil: İngilizce

İçindekiler

	<u>Sayfa</u>
Jüri ve Enstitü Onayı	ii
Öz	iii
Abstract.....	v
Etik İlke ve Kurallara Uygunluk Beyannamesi	vii
Önsöz	viii
Özgeçmiş	ix
Tablolar Listesi	xiii
Şekiller Listesi	xiv
Kısaltmalar Listesi	xv
Giriş	1

Birinci Bölüm

Etkinlik Ölçümü

1. Etkinlik Türleri.....	7
1.1. Teknik Etkinlik.....	7
1.2. Ölçek Etkinliği.....	8
1.3. Tahsis Etkinliği.....	10
2. Etkinlik Ölçme Yöntemleri.....	10
2.1. Oran Analizi.....	11
2.2. Parametrik Yöntemler	13
2.2.1. Stokastik sınır analizi	14
2.2.2. Serbest dağılım yaklaşımı.....	15
2.2.3. Kalın sınır yaklaşımı.....	16
2.3. Parametrik Olmayan Yöntemler	16
2.3.1. Serbest atılabilir zarf yöntemi	18
2.3.2. Veri zarflama analizi	19

İkinci Bölüm

Bulanık Veri Zarflama Analizi

1. Klasik Kümeler	30
2. Bulanık Kümeler	30
2.1. Üyelik Fonksiyonu.....	31
2.2. Üyelik Fonksiyon Türleri	35
2.2.1. Üçgen üyelik fonksiyonu.....	35
2.2.2. Yamuk üyelik fonksiyonu.....	36
2.3. Bulanık Kümelerde Temel Kavramlar	37
2.4. Bulanık Kümelerde Mantıksal İşlemler	42
3. Bulanık Sayılar	43
3.1. Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler	43
3.1.1. α – kesim yöntemi ile aritmetik işlemler	44
3.1.2. Genişleme ilkesine göre aritmetik işlemler	45
4. Bulanık Veri Zarflama Analizi.....	46
4.1. Bulanık Veri Zarflama Analizi Modelleri.....	47
4.1.1. Sengupta modeli	48
4.1.2. Despotis-Smirlis modeli	48
4.1.3. Cook-Kress-Seiford modeli	49
4.1.4. Cooper-Park-Yu modeli	49
4.1.5. Kao-Liu modeli.....	49
4.1.6. Guo - Tanaka modeli	50
4.1.7. Saati-Memariani-Jahanshahloo modeli	50
4.1.8. Saati-Memariani modeli	50
4.1.9. Lertworasirikul-Fang-Joines-Nuttle modeli.....	51
4.1.10. León-Liern-Ruiz-Sirvent modeli	51
4.1.11. Zhu modeli	51
4.1.12. Wang-Chin modeli	51
4.1.13. Wang, Greatbanks ve Yang (2005) modeli	52

Üçüncü Bölüm

OECD Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Belirlenmesi

1. Sağlık ve Sağlık Hizmetleri Kavramları.....	58
2. Sağlık Alanında Kullanılan Göstergeler	63
3. Sağlık Alanında Etkinlik Analizi	67
3.1. Sağlık Sektöründe Veri Zarflama Analizinin Kullanımı.....	67
3.2. Sağlık Sektöründe Bulanık Veri Zarflama Analizinin Kullanımı	76
4. Araştırmanın Amacı, Özgünlüğü ve Önemi	79
5. Verilerin Elde Edilmesi ve Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi.....	80
6. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi	83
6.1. Sağlık Doğrudan Etkileyen Girdi Değişkenleri	84
6.2. Çevre Değişkenleri (Dışsal Değişkenler)	88
6.3. Çıktı Değişkenleri.....	93
7. Analizde Kullanılacak Değişkenlere İlişkin Korelasyon Analizi	96
8. Bulanık Veri Zarflama Analizi Uygulaması	98
8.1. Alt ve Üst Sınır Etkinliklerine Yönelik Sonuçlar	100
8.2. Minimaks Pişmanlık Yaklaşımına İlişkin Sonuçlar.....	103
9. Bulanık Kümeleme Analizi ve Sonuçları.....	115
Sonuç ve Öneriler.....	126
Ekler	131
Kaynakça	176

Tablolar Listesi

Sayfa

Tablo 1. Ölçme Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	11
Tablo 2. Parametrik ve Parametrik Olmayan Yöntemlerin Karşılaştırılması.	18
Tablo 3. Çekirdek Sağlık Göstergeleri Küresel Referans Listesi.	65
Tablo 4. 2010-2015 Yılları Arasında Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Yapılan Çalışmalara İlişkin Karar Verme Birimleri, Girdi ve Çıktı Değişkenleri.....	72
Tablo 5. Bulanık Veri Zarflama Analizinde Kullanılacak Değişkenler, Değişkenlere İlişkin Ortalama, Standart Sapma, Minimum ve Maksimum Değerler.....	97
Tablo 6. Bulanık Veri Zarflama Analizi Çözümünde α - Kesim Düzeyleri İçin Alt Sınır Etkinlik Değerleri.	100
Tablo 7. Bulanık Veri Zarflama Analizi Çözümünde Alfa Kesim Düzeyleri İçin Üst Sınır Etkinlik Değerleri.	102
Tablo 8. Maksimum Etkinlik Kaybı Değerleri ve Ülke Sıralamaları.	112
Tablo 9. Ülkelerin Kümelerde Olma Olasılıkları	122
Tablo 10. Bulanık c-Ortalamalar Yöntemine Göre Kümeleme Analizi Sonuçları	123
Tablo 11. $k = 5$ için Bulanık c-Ortalamalar Yöntemine Göre Kümeleme.....	124
Tablo 12. Diskriminant Analizi Sınıflandırma Sonuçları.	125

Sekiller Listesi

Sayfa

Şekil 1. Etkinlik ve Verimlilik Kavramlarının Karşılaştırılması	6
Şekil 2. Ölçeğe Göre Sabit ve Değişken Getiri.	9
Şekil 3. VZA Modelleri.....	25
Şekil 4. Klasik ve Bulanık Kümelerde Üyelik Fonksiyonları.....	32
Şekil 5. Klasik ve Bulanık Kümelerin Grafikselleştirilmesi.....	33
Şekil 6. Üçgen Üyelik Fonksiyonu.	35
Şekil 7. Yamuk Üyelik Fonksiyonu.	36
Şekil 8. Normal ve Normal Olmayan Bulanık Kümeler.....	37
Şekil 9. Üçgen ve Yamuk Üyelik Fonksiyonlarında Temel Kavramların Gösterimi	39
Şekil 10. Yediye Yakın Sayıların Grafiği.....	40
Şekil 11. Dış Bükey ve Dış Bükey Olmayan Bulanık Kümeler.	41
Şekil 12. Bulanık Sayı α Kesim Düzeyi	44

Kısaltmalar Listesi

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AIDS	Acquired Immunodeficiency Syndrome
BCC	Banker, Charnes, Cooper Modeli
BVZA	Bulanık Veri Zarflama Analizi
CCR	Charnes, Cooper, Rhodes Modeli
CO	Karbonmonoksit
CRS	Constant Returns to Scale
DALE	Disability Adjusted Life Expectancy
DRS	Decreasing Returns to Scale
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
HIV	Human Immunodeficiency Virus
IRS	Increasing Returns to Scale
KVB	Karar Verme Birimi
MRI	Magnetic Resonance Imaging
MS	Multipl Skleroz
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
KSY	Kalın Sınır Yaklaşımı
SAZ	Serbest Atılabilir Zarf Yöntemi
SSA	Stokastik Sınır Analizi
SDF	Serbest Dağılım Yaklaşımı
VRS	Variable Returns to Scale
VZA	Veri Zarflama Analizi
WHO	World Health Organization
YÖK	Yüksek Öğrenim Kurumu

Giriş

Toplumların gelişmişlik göstergelerinden biri olan sağlık ve sağlığın korunması ve geliştirilmesi amacıyla sunulan sağlık hizmetleri tüm ülkeler için önem arz etmektedir. Özellikle teknolojide yaşanan hızlı değişimler, bireylerin eğitim seviyesinin ve bilinç düzeyinin yükselmesi ve sağlığa olan talebin artmasıyla birlikte sağlık hizmeti maliyetlerinde meydana gelen artışlar ülkelerin sağlığa daha fazla önem vermeleri ve sağlık etkinliklerini değerlendirmeleri gerekliliğini gündeme getirmiştir.

Küresel ilişkilerin yoğun olarak yaşandığı günümüzde tüm alanlarda olduğu gibi sağlık alanında da uluslararası iletişim, bilgi alışverişi ve dayanışma faaliyetleri yoğun olarak sürmektedir (Aydın ve Mollahaliloğlu, 2013: 1093). Ülkeler, kaynaklarını etkin bir şekilde kullanıp kullanmadığını ölçmek, hangi seviyede etkin kullandıklarını belirlemek istemektedirler. Bu amaçla etkinlik analizleri yapılmakta; aynı sektörde faaliyet gösteren veya benzer ürünler üreten işletmeler ya da ülkeler arası karşılaştırmalar ön plana çıkmaktadır (Kula ve Özdemir, 2007: 56).

Sosyal ve ekonomik yönden kalkınmayı hedefleyen ülkelerin bir araya gelerek oluşturduğu Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD), üye ülkelerin bir araya gelerek sağlık ile ilgili gelişmeleri, değişim ve stratejileri, politika deneyimlerini paylaşabilecekleri, ortak sorunlarına çözüm bulabilecekleri, en iyi mevzuat ve uygulama yöntemlerini belirleyebilecekleri, ulusal ve uluslararası politikalarda eşgüdüm sağlayabilecekleri ve ülkelerarası karşılaştırmalar yapabilecekleri bir ortam sağlamıştır (OECD, 2008: 2).

Bu çalışmanın temel amacı, uluslararası literatürde kabul görmüş sağlık göstergeleri kullanılarak OECD'ye üye ülkelerin sağlık etkinliklerini bulanık veri zarflama analizi ile değerlendirmek; ülkelerin etkinlik kaybı değerlerini hesaplamak ve etkin olmayan ülkeleri en iyiden en kötüye doğru sıralamaktır. Çalışmada ayrıca bulanık kümeleme analizi ile Türkiye'nin içinde bulunduğu kümedeki ülkeler belirlenmiş ve Türkiye'nin alt ve üst sınır etkinlikleri ile ait olduğu kümedeki diğer ülkelerin etkinlik değerleri karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde, etkinlik ve verimlilik kavramları açıklanmış; teknik, ölçek ve tahsis etkinliği gibi etkinlik türleri, etkinlik ölçme yöntemlerinden oran analizi, parametrik ve parametrik olmayan yöntemler, veri zarflama analizinin özellikleri, avantaj ve dezavantajları, matematiksel modeli, veri zarflama analizine ilişkin model türleri ve uygulama aşamaları teorik olarak ele alınmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde klasik kümeler, bulanık kümeler, üyelik fonksiyon türleri, bulanık kümelere temel kavramlar, bulanık sayılar, bulanık sayılarda aritmetik işlemler, bulanık veri zarflama analizi ve modelleri ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, sağlık ve sağlık hizmetleri kavramlarına, sağlık alanında kullanılan temel göstergelere, sağlık sektöründe veri zarflama ve bulanık veri zarflama analizinin kullanımına ve bu konuda yapılmış çalışmalara değinilmiştir.

Son bölümde, OECD ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin değerlendirilebilmesi için kullanılması gereken sağlığı doğrudan etkileyen girdi değişkenleri, çevre değişkenleri (dışsal değişkenler) ve çıktı değişkenleri hakkında detaylı bilgiler sunulmuş; belirlenen değişkenlere korelasyon analizi yapılmış ve aralarında yüksek korelasyon bulunan değişkenler analizden çıkarılmıştır. Korelasyon analizi sonucunda belirlenen değişkenler kullanılarak bulanık veri zarflama analizi ile ülkelerin etkinliklerinin farklı α -kesim düzeylerine göre alt ve üst sınır etkinlik değerleri oluşturulmuştur. Etkin olmayan ülkelerin etkinlik kaybı değerleri hesaplanarak, ülkeler arası sıralama yapılmıştır. Ayrıca bulanık kümeleme analizi ile Türkiye'nin içinde bulunduğu kümedeki ülkelerin hangi ülkeler olduğu tespit edilmiş ve bu ülkeler ile Türkiye'nin alt ve üst sınır etkinlik değerleri karşılaştırılmıştır.

Birinci Bölüm

Etkinlik Ölçümü

Günümüzde sınırsız olan ihtiyaçları karşılamak için gereken kaynaklar kısıtlıdır. Bu nedenle değişen ve gelişen dünyada rekabet edebilmenin önemli unsurlarından biri mevcut kaynakları en rasyonel şekilde etkin ve verimli kullanmaktır. Kaynakların etkin şekilde kullanılıp kullanılmadığını ölçmek, hangi seviyede etkin kullanıldıklarını belirlemek, aynı sektörde faaliyet gösteren veya benzer ürünler üreten işletmeler ya da ülkeler arası karşılaştırmalar yapmak gerekmektedir. Bu amaçla etkinlik analizi yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir (Akyüz vd., 2015b: 24; Kök, 1991: 45; Kula ve Özdemir, 2007: 56; Öztürk, 2009: 139). Etkinlik analizi, etkinlik ölçümü yapılarak ürün ve hizmet (çıktı) üretebilmek için kaynakların (girdi) ne ölçüde etkin kullanıldığının belirlenmesi esasına dayanır (Özden, 2008: 168). Kıt kaynakların kullanımında etkinlik ilkelerine uyulup uyulmadığı ekonomideki önemli sorunlardan biridir (Suiçmez, 2002: 173).

Etkinliğin ölçülmesi tüm kuruluşlar için oldukça önemlidir. Etkinlik ölçümü ile işletmeler kaynaklarını ne şekilde etkin kullandıklarını öğrenebilmekte ve bu sayede yöneticilerin kaynak kullanımını etkinleştirmek, verimliliği artırmak konusunda isabetli kararlar almaları sağlanmaktadır (İlkay ve Doğan, 2009: 210-211). Diğer taraftan genel durum tespiti ve durum analizi yapma aracı olarak da kullanılmakta olan etkinlik ölçümü ile mevcut durumun, zayıf ve güçlü yönlerin belirlenmesi, benzer ekonomik birimlerin görece etkinliklerinin ortaya konularak karşılaştırmalar yapılması, farklılıkların belirlenmesi, farklılıklara ilişkin ileri analizler yapılması, karar almada kullanılacak önceliklerin saptanması ve etkinliğin iyileştirilmesinde politikaların, gerçekçi hedeflerin ve yeni stratejilerin ortaya konulması söz konusu olmaktadır (Kalirajan ve Shand, 1999: 149; Şafak, 2009: 1). Bu sayede işletmeler, yöneticiler ve politika yapımcılar açısından yol gösterici bilgiler elde edilebilmektedir.

Ekonomik büyüme ve kalkınmanın temel hedefi olan etkinliğin (Öztürk, 2009: 139) artırılması için “neredeyiz?”, “nasıl daha iyi olabiliriz?”, “başka ne yapmalıyız?”,

“nerede olmalıyız?” gibi sorular yanıtlanmalıdır (Demir, 2004: 11; İlkay ve Doğan, 2009: 210). Etkinlik ölçümü ile işletmenin mevcut durumuna ilişkin bilgi elde edilirken; etkinsizliklerin giderilmesine yönelik gereken önlemler de alınabilmektedir (Lorcu, 2008: 37).

Etkinlik (efficiency); iktisadi anlamda minimum çaba ya da harcama ile maksimum çıktının elde edilmesidir (Atmaca vd., 2012: 136; Kök, 1991: 45). Kullanılan girdilerin fiili kullanım durumunun belirli teknikler sonucu saptanmış standartlarla karşılaştırılmasına ilişkin bir göstergedir (Baş ve Artar, 1991: 33; Pilyavsky ve Staat, 2008: 143).

Etkinlik = $\frac{\text{Standart Değer}}{\text{Fiili Değer}}$ şeklinde belirtilebilir.

Oran 1 olduğunda, karar verme birimi etkindir. Bu nedenle oranın 1 olması arzu edilir (Baş ve Artar, 1991: 33).

Başka bir tanımda ise etkinlik, işletmelerin optimum çıktıya, belirlenen amaçlara ve hedeflere veya en iyiye ulaşma derecesini belirleyen (Atmaca vd., 2012: 136; Oral ve Yüksel, 2006: 204; Tütek vd., 2012: 226; Yörüker vd., 2003: 20) hedeflerin ne ölçüde başarıldığını, üretim kaynaklarından ne düzeyde yararlandığını ve kaynakların nasıl kullanıldığını gösteren bir performans boyutudur (Arslan, 2002: 4; Sarıca 2007: 9).

Etkinliğe ilişkin sağlık sektöründen örnek verilebilir. Sağlık programının amacına ulaşp ulaşmaması ve hastalık rakamlarında azalma sağlanıp sağlanmaması hastanelerin sunmuş oldukları sağlık hizmetlerinin etkinliğini göstermektedir (Arslan, 2002: 5). Ayrıca hastane yönetimlerinin kaynakları uygun şekilde dağıtmaları sonucu hastanelerin etkinlikleri yeterli bir düzeye ulaşabilmektedir (Moreno vd., 1999: 376).

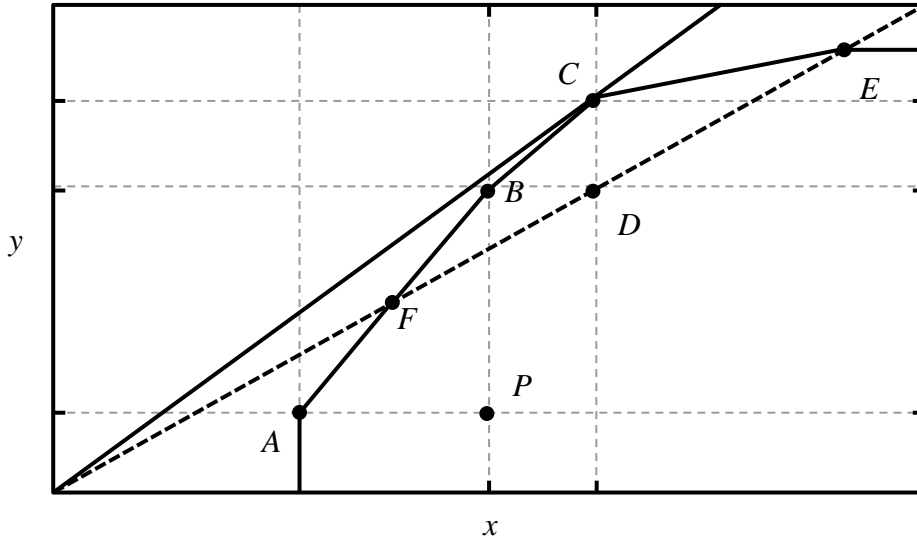
Bir karar verme biriminin etkinliğinin değerlendirilmesinde kesin olarak bir referans noktasına, diğer bir ifade ile etkinlik standardına göre değerlendirme yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle etkinlik göreceli bir kavramdır (Martin, 2003: 4; Tarım, 2001: 5).

Kaynakların veya girdilerin ne ölçüde iyi kullanılarak çıktı üretilbileceğini gösteren bir kavram olan etkinlik; çoğu zaman verimlilik ile karıştırılmaktadır. Ancak verimlilik ve etkinlik, her ne kadar performansın önemli boyutları arasında yer alsalar da, hem kavram hem de matematiksel hesaplama yöntemleri açısından farklılık göstermektedirler (Budak, 2011: 96). Verimlilik, en genel hali ile çıktıların girdilere oranıdır. Diğer bir ifade ile birim girdi başına düşen çıktı miktarını temsil etmektedir. Etkinlik ise daha çok amaç ve hedeflerle, amaçların ne ölçüde gerçekleştiği ile ilgili olup (Çoban, 2007: 21), gerçekleşen durumun amaç ve hedeflerle karşılaştırılmasıdır (Arslan, 2002: 5).

Etkinlik göreceli bir kavram iken; verimlilik göreceli değildir. Çünkü karar verme birimlerinin verimlilikleri birbirlerinden bağımsız olarak ölçülebilmektedir (Budak, 2011: 96; Tarım, 2001: 11). Verimlilik ölçüsü, teorik açıdan negatif olmayan bütün sayılar olabilirken; etkinlik, yüzdeler olarak ifade edilmektedir. Etkinlik değerinin 1'den (% 100) daha büyük olması söz konusu değildir (Oral ve Yüksel, 2006: 204). Drucker'a göre verimlilik, işlerin doğru bir şekilde yapılması; etkinlik ise, doğru işlerin yapılması şeklinde tanımlanmaktadır (Çoban, 2007: 21).

Bir karar verme biriminin diğerlerinden daha verimli olması her durumda daha etkin olduğu anlamına gelmemektedir. Verimliliği düşük olan bir işletme etkin olabilir. Ancak etkinlik sağlanmadan yüksek verimlilik düzeyine ulaşmak mümkün olmamaktadır (Kök, 1991: 50). Örneğin bir işletme ürününü verimli bir şekilde üretebiliyor ancak satış miktarını istenilen düzeye ulaştırıyorsa işletme etkin değildir (Atakan vd., 1997: 17).

Etkinlik ve verimlilik arasındaki fark Şekil 1 yardımıyla açıklanabilir. Grafikte x girdi, y ise çıktı miktarlarını göstermektedir.



Şekil 1. Etkinlik ve Verimlilik Kavramlarının Karşılaştırılması

Kaynak: Tarım, 2001: 16.

Verimlilik, çıktı/girdi oranıdır. Bu durumda Şekil 1'de, B karar verme biriminin verimliliği A'ya ve P'ye göre daha yüksektir. B'nin diğer iki karar verme biriminden daha verimli, P'nin ise içlerinde en verimsiz karar verme birimi olduğu söylenebilir. Şekilde verilen karar verme birimleri etkinlik açısından da karşılaştırılabilir. A, B, C, E ve F üretim noktalarını birleştiren doğru parçaları, üretim sınırını oluşturmaktadır. Bu sınır üzerinde kalan karar verme birimleri etkin olurken; sınırın altında kalan birimler etkinsiz olarak değerlendirilmektedirler. Karar verme birimi D, A'ya göre daha verimli iken; belirlenen üretim sınırına göre etkin değildir. A ise etkin sınır üzerinde yer aldığından daha etkindir. Dolayısıyla faaliyette bulunduğu ölçeğe göre en az kaynakla mümkün olan maksimum çıktıyı üretme başarısına sahiptir. Diğer taraftan P karar verme birimi, B ile aynı girdi miktarını kullanmasına rağmen, daha az çıktıya sahip olduğundan görece olarak etkin değildir. Görüldüğü üzere bir işin verimli yapılması, her durumda o işin etkin olması demek değildir.

1. Etkinlik Türleri

Karar vericilerin davranışsal amaçlara ulaştığı ölçüde etkin, ulaşamadığı durumlarda etkinsiz kabul edilmesi etkinliğin kaynaklarına göre ayırma tabi tutulmasını gerektirmiştir (Kayalı, 2009: 4'ten aktaran Bayraktutan ve Pehlivanoğlu, 2012, s. 131). Buna göre birbiri ile ilişkili farklı etkinlik çeşitleri bulunmaktadır. Bunlar; teknik etkinlik, ölçek etkinliği, fiyat (tahsis) etkinliği ve toplam etkinlik olarak isimlendirilir. Etkinsizliklerin hangi nedenden kaynaklandığının belirlenmesinde etkinlik türlerinin bilinmesi önem taşımaktadır (İçöz, 2013: 12).

1.1. Teknik Etkinlik

Teknik etkinlik, zaman boyutu dikkate alınmadığında işletmelerin mevcut bilgi, teknoloji ve en iyi üretim teknikleri sayesinde belirli girdileri en uygun şekilde kullanarak maksimum çıktı ya da belirli bir çıktı bileşimini en az girdi kullanarak elde etme başarısıdır (Keskin Benli, 2006: 6; Kılıçkaplan ve Karpat, 2004: 2; Sengupta, 1999: 209-210; Tarım, 2001: 14; Tütek vd., 2012: 227). Diğer bir ifade ile teknik etkinlik, üretilebilecek en fazla ürün miktarına yaklaşma derecesidir (Avcı ve Kaya, 2008: 846). Savurganlığın ve israfın olmaması teknik etkinlik ile ifade edilmektedir (Tarım, 2001: 14). Teknik etkinlik teorik olarak literatürde 1951 yılında Koopman tarafından ortaya atılmıştır (Ruggiero, 2000: 138).

Karar verme birimlerine ilişkin etkinlik ya da etkinsizlik, etkinlik sınırı ile belirlenmektedir (İçöz, 2013: 12). Üretim sınırının üzerinde yer alan karar verme birimleri teknik etkindir (Tarım, 2001: 14; Tütek vd., 2012: 227). Bu sınırın altında kalan karar verme birimleri göreceli olarak kaynaklarını israf edebilmektedirler (Tarım, 2001: 14). Teknik etkinlik değeri bire eşit olduğunda o alanda tam teknik etkinlikten; birden küçük olduğunda ise etkinsizlik durumundan söz edilebilir (Suiçmez, 2002: 180). Teknik etkinlik sayesinde üretim maksimizasyonu açısından işletmeler arası karşılaştırmalar yapılabilmektedir (Kılıçkaplan ve Karpat, 2004: 2).

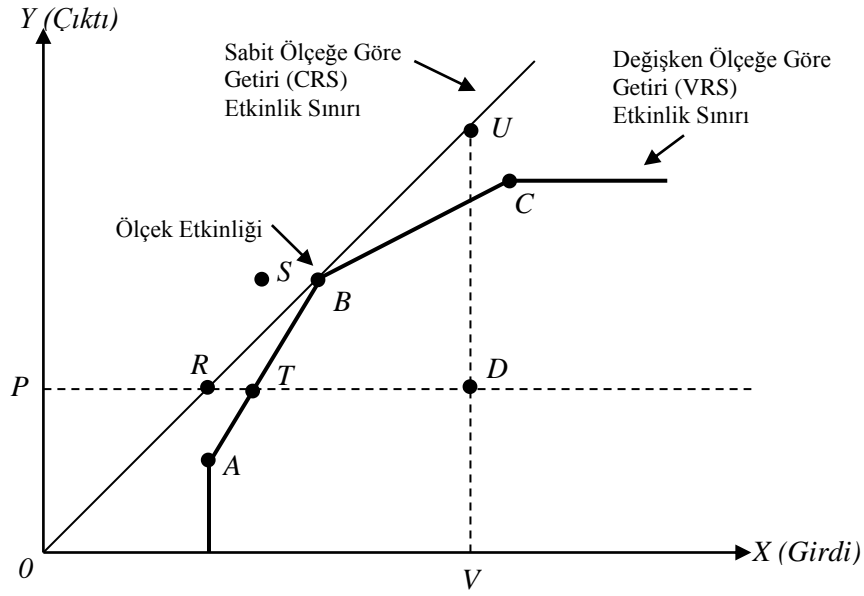
Teknik etkinlik, girdiye yönelik ve çıktıya yönelik teknik etkinlik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Mevcut çıktı düzeyi en az kaynak kullanılarak elde edilirse girdiye yönelik teknik etkinlikten; mevcut girdi bileşimi ile mümkün olan en fazla çıktı üretilirse çıktıya yönelik teknik etkinlikten söz edilir. Karar verme birimlerinin teknik etkinliği incelenirken hem girdiye hem de çıktıya yönelik teknik etkinlikleri incelenmelidir (Lorcu, 2008: 39-40).

Örnek olarak verilen Şekil 1’ de A, B, C, E ve F karar verme birimleri etkinlik sınırı üzerinde yer aldığından teknik etkindirler. Ancak P ve D karar verme birimleri bu sınır üzerinde bulunmadığından teknik etkin olmamaktadırlar.

1.2. Ölçek Etkinliği

Ölçek etkinliği, üreticinin uygun ölçekte üretim yapabilme başarısı olarak ifade edilmektedir (Kılıçkaplan ve Karpat, 2004: 2; Tütek vd., 2012: 227). Başka bir tanım ile ölçek etkinliği, en verimli ölçek büyüklüğüne yakınlık olarak tanımlanmaktadır (Keskin Benli, 2006: 10; Webster vd., 1998: 4; Tarım, 2001: 17). İşletmelerin mevcut kaynaklarını rasyonel olarak kullanabilecek büyüklükte olup olmadığını göstermektedir (Bayramoğlu vd., 2010: 65).

Ölçek etkinliği kapsamında incelenmesi gereken önemli bir konu “ölçeğe göre getiri” kavramıdır. Ölçeğe göre getiri, uzun dönemde ölçek değiştiğinde girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılmaktadır (Özkan, 2004: 121’den aktaran Lorcu, 2008, s. 43). Ölçeğe göre getiri kavramı üç şekilde gerçekleşir. Tüm girdilerdeki (aynı) artış oranı çıktılarda da aynı oranda artışa neden oluyorsa “ölçeğe göre sabit getiri” den; tüm girdilerdeki (aynı) artış oranı çıktılarda daha az oranda artışa neden oluyorsa “ölçeğe göre azalan getiri” den; tüm girdilerdeki (aynı) artış oranı çıktılarda daha fazla oranda artışa neden oluyorsa “ölçeğe göre artan getiri” den söz edilmektedir (Tütek vd, 2012: 227; Yolalan, 1993: 13). Ölçeğe göre sabit ve değişken getiriye ilişkin etkinlik sınırları Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2. Ölçeğe Göre Sabit ve Değişken Getiri

Kaynak: Coelli vd., 2005: 174; Kıran, 2008: 23.

Şekil 2’de yer alan A, B, C, D, R, S ve T karar verme birimleridir. Her bir karar verme biriminin etkinliği etkin sınır yardımıyla kolaylıkla belirlenebilir. Örneğin D noktası hem sabit ölçeğe hem de değişken ölçeğe göre etkin bir karar verme birimi değildir. A ve C noktaları ise ölçeğe göre sabit getiri etkinlik sınırı üzerinde bulunmadıklarından sabit getiri varsayımına göre etkin değillerdir. Ancak bu iki nokta ölçeğe göre değişken getiri etkin sınırı üzerinde yer almakta ve değişken getiri varsayımına göre etkin birer karar verme birimi durumundadırlar (Kıran, 2008: 23).

Ölçek etkinliği Şekil 2’de ölçeğe göre sabit getiri etkin sınırı ile ölçeğe göre değişken getiri etkin sınırı arasındaki uzaklık olarak belirtilmektedir. Her iki etkin sınır üzerinde yer alan B noktası ölçek etkinliğini temsil eden optimal nokta olmaktadır. Ölçek etkinliği 1’e eşit olduğunda ya da ölçeğe göre sabit ve değişken getiri etkinlik değerlerinin her ikisi de 1’e eşit olduğunda ölçeğin etkin olduğu söylenmektedir (Kıran, 2008: 24).

Optimal nokta olan B noktasının altında kalan T noktası ölçeğe göre artan getiri (IRS) alanını temsil ederken; B noktasının üzerinde kalan C noktası ise azalan getiri (DRS) alanını temsil etmektedir. Ölçeğe göre azalan getiri alanında faaliyet gösteren bir karar

verme birimi, üretimini optimal noktaya ulaşıncaya kadar azaltmalıdır. Ölçeğe göre artan getiri alanında faaliyet gösteren bir karar verme birimi ise optimal ölçek büyüklüğüne ulaşıncaya kadar üretimini artırmalıdır (Candemir vd., 2009: 17).

Teknik etkinlik ile ölçek etkinliğinin çarpımı “toplam etkinlik” değerini vermektedir (Keskin Benli, 2006: 11; Tütek vd., 2012: 227).

1.3. Tahsis Etkinliği

Üretim sürecinde girdilere ilişkin maliyetlerin bilindiği ve bu maliyetlerin önemli olduğu durumlarda teknik ve ölçek etkinliği dışında tahsis etkinliğinin ya da diğer bir ifade ile fiyat etkinliğinin belirlenmesi gerekmektedir (Tarım, 2001: 27). Tahsis etkinliği, işletmelerin girdi fiyatlarını dikkat almaları sonucunda optimal girdi bileşimini seçme başarıları olarak tanımlanmaktadır. Tahsis etkinliği doğru girdi bileşiminin seçilmesiyle maliyetlerde oluşan oransal azalmayı ölçmektedir (Tütek vd., 2012: 227).

2. Etkinlik Ölçme Yöntemleri

İşletmelerde yönetim açısından önemli problemlerden biri benzer girdileri kullanarak benzer çıktılar üreten karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin belirlenmesidir. Banka, üniversite, restoran, otel, sağlık kurumları ve kamu kurumlarının göreceli etkinliklerinin ölçülmesi işletmeler için olduğu gibi ülke ekonomisi açısından da önem arz etmektedir (Ulucan, 2007: 119). Ölçüm olmadan işletmelerin benzerleri içerisinde hangi konumda bulduklarını, üstün ve zayıf yönlerini, neye ve kime göre daha iyi olduklarını belirlemeleri mümkün değildir (Yeşilyurt, 2009: 135).

Etkinlik ölçüm yöntemleri genel olarak üç ana başlık altında toplanmaktadır. Bunlar “oran analizi”, “parametrik yöntemler” ve “parametrik olmayan yöntemler” şeklinde belirtilebilir (Yolalan, 1993: 5). Parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kendi içlerinde dallara ayrılmaktadır. İzleyen başlıklarda yöntemlere ilişkin detaylı bilgiler yer almaktadır.

Her yöntemin kendine özgü avantajlı ve dezavantajlı yönleri ile kullanılan girdi ve çıktı sayılarına, üretim fonksiyonlarının analitik bir yapı gerektirip gerektirmediğine ve kullanılan tekniklere göre birtakım farklılıkları bulunmaktadır (İçöz, 2013: 21). Literatürde diğerlerine göre “en iyi” olarak tanımlanan bir yöntem bulunmamaktadır. Bu nedenle yöntemler arası karşılaştırmalar çeşitli avantajlar ve dezavantajlar belirtilerek yapılmaktadır. Yöntemlere ilişkin açıklamalara geçilmeden önce üç ana yönetime ilişkin özet bilgiler karşılaştırılmalı olarak Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Ölçme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Karşılaştırma Ölçütleri	Yöntem Sınıfı		
	Oran Analizi	Parametrik Yöntemler	Parametrik Olmayan Yöntemler
Çözüm Tekniği	Oranlama	Regresyon	Matematiksel Programlama
İçerik	Tek Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/Çok Çıktı (Çok Boyutlu)
Ön Hazırlık (Veri Temini)	Basit	Basit (Ölçüm yapılacak birim analitik yapıya uygun olmalı)	Detaylı (Kullanılacak girdi ve çıktılara bağlı)
Uygulama	Kolay	Kolay	Kolay
Performans Ölçümüne Uygunluk	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş

Kaynak: Onaran, 2006: 19

Etkinlik ölçümünde uygun modelin seçilmesi sonuçların doğruluğu açısından oldukça önemlidir.

2.1. Oran Analizi

Oldukça az bilgiye/veriye gereksinim duyduğundan etkinlik ölçümünde en yaygın kullanılan, hesaplanması kolay, basit bir yöntemdir. Oran analizinde bir defada bir girdi ve bir çıktı ele alınmaktadır. Dolayısıyla tek girdinin tek çıktıya oranı olarak tanımlanan oran analizinde her bir oranın hesaplanmasında yalnızca bir boyut ele alınırken; diğer boyutlar dikkate alınmamaktadır (Gülcü vd., 2004: 92; Yeşilyurt ve Alan, 2003: 92; Yolalan: 1993: 5).

Yöntem, çok sayıda girdiye (hekim, hemşire, tıbbi cihaz, sarf malzemesi vb.) ve çok sayıda çıktıya (poliklinik muayenesi, ameliyat, doğum, tahlil vb.) sahip sağlık hizmetlerinin sunumu ile ilgili kuruluşlarda özellikle hastanelerde (Özata ve Sevinç, 2010: 79) sıklıkla kullanılmaktadır.

Yöntemin kendisine özgü birtakım avantaj ve dezavantajları vardır. Tek girdi ve tek çıktı olduğunda rahatlıkla kullanılabilmesi (Gülcü vd., 2004: 93; Günay, 2010: 30; Sherman, 1984: 924; Yeşilyurt ve Alan, 2003: 92), hesaplanabilirliğinin ve yorumlanabilirliğinin oldukça kolay olması (Kavuncubaşı ve Ersoy, 1995: 78) ve az bilgiye ihtiyaç duyması (Gülcü vd., 2004: 92) yöntemin avantajlarıdır. Dezavantajları ise şu şekilde belirtilebilir: Tek girdinin tek çıktıya oranı olarak ifade edilen yöntemde oranların hesaplanması, yalnızca bir boyutun ele alınıp, diğer boyutların dikkate alınmaması şeklinde yapılmaktadır. Çok sayıda girdi ve çıktı söz konusu olduğunda ise girdilerin ve çıktılarının ayrı ayrı değerlendirilmesi (Güzhan, 2007: 3) ve fazla sayıda oranın hesaplanması gerekecektir (Kavuncubaşı ve Ersoy, 1995: 78). Ayrıca bu oranların analiz edilmesi, kontrolü ve birbirlerini nasıl etkilediklerine ilişkin yorum yapılması da kolay olmayacaktır. Önemli olan oranların hesaplanmasının dışında, hesaplanan oranların yorumlanabilir ve değerlendirilebilir olmasıdır (Akgüç, 1995: 345). Bu nedenle çoklu girdinin ve çıktının olduğu durumlarda oran analizi yetersiz kalmakta; dolayısıyla bu analizi tercih etmek anlamlı olmamaktadır (Al-Shammari ve Salimi, 1998: 6; Cingi ve Tarım, 2000: 11; Güzhan, 2007: 3; Thanassoulis vd., 1996: 230). Bunun dışında girdi ve çıktılarının tek bir birim olarak belirtilemediği, ortak birime dönüştürülemediği durumlar söz konusu olabilmektedir (Kavuncubaşı ve Ersoy, 1995: 78). Bu durumda etkinliği ölçülecek girdi ve çıktılarının değerlendirilmesi farklı olmakta ve yorumlanması mümkün olmayan sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Al-Shammari ve Salimi, 1998: 6; Cingi ve Tarım, 2000: 11). Farklı oranların anlamlı olacak şekilde ağırlıklandırılarak tek bir ölçütle ifade edilebilmesi gerekmektedir (Karsak ve İşcan, 2000: 2-3; Yolalan, 1993: 5). Ayrıca bir oran (örneğin kapasite kullanımı) açısından etkin olan bir sağlık kurumu başka bir oran (ortalama yatış süresi) açısından etkin olmayabilir (İskender, 2005: 9; Sherman, 1984: 924). Yöntem, mutlaka bir karşılaştırmaya gerek duymaktadır. Elde edilen sayısal sonuçlar, genel kabul görmüş oranlarla, benzer alanda faaliyet gösteren diğer işletmelerin oranlarıyla, işletmenin

geçmiş dönem oranlarıyla ya da işletmenin aynı dönem içindeki birbirleriyle ilgili diğer oranlar ile karşılaştırılmaktadır (Akgüç, 1995: 345-346; Yeşilyurt ve Alan, 2003: 92). Oran analizi geçmişe dayalı bir yöntemdir. Oranlar, geçmişteki değerleri ile karşılaştırılmakta; geçmişteki değerlerine bakılarak incelenen dönem hakkında sonuca varılmaktadır (Akgüç, 1995: 318). Oranlama, göreceli olsa da “en iyi” ye göre değil; mevcut değerlerin birbirine bölünmesi ile elde edilmektedir. Bu durum, yöntemin yalnızca durum tespiti yapmasını mümkün kılmaktadır (Yeşilyurt ve Alan, 2003: 92-93).

2.2. Parametrik Yöntemler

Parametrik yöntemler; etkinlik ölçümü yapılacak alana ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımına dayanmakta ve bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışmaktadır (Baysal vd., 2005: 67; Griffin ve Kvam, 1999: 403; Yolalan, 1993: 5). Parametrik yöntemlerin başlıcaları stokastik sınır analizi, serbest dağılım yaklaşımı ve kalın sınır yaklaşımıdır.

Parametrik yöntemler, etkinlik ölçümünde regresyon analizinden yararlanmaktadır. Regresyon analizi, bağımlı (çıktı) ve bağımsız değişkenler (girdi) arasındaki neden-sonuç ilişkisinin matematiksel bir fonksiyon şeklinde yazılarak belirlenmesine yönelik geliştirilmiş bir yöntemdir (Şıklar, 2000: 1-2). Oran analizine göre daha etkili ve daha kapsamlı olup; daha gerçekçi ve değerlendirilebilir sonuçlar üreten regresyon analizinde (Şahin, 2008: 11), girdiler ile çıktılar arasındaki üretim fonksiyonu tahmin edilmekte ve çıktılar tahmin edilen düzeyin üzerinde olan karar verme birimleri etkin olarak nitelendirilmektedir (Akyüz vd., 2015a: 51). Üretim fonksiyonu yardımıyla ölçülen karar verme biriminin kullandığı girdi miktarı bilindiğinde elde edilecek çıktı miktarı öngörülebilmektedir (Gözü, 2003: 8; Tarım, 2001: 46). Genellikle bir çıktının birden fazla sayıda girdi ile ilişkisi olduğu durumlarda çoklu regresyon analizi kullanılarak tahmin yapılmaktadır. Regresyon doğrusunun (etkinlik sınırı) üzerinde kalan karar verme birimleri “etkin”; doğrunun altında kalan birimler ise “etkin olmayan” birimlerdir (Güran ve Cingi, 2002: 64; İnan, 2000: 83).

Regresyon analizinin bazı zayıf yönleri bulunmaktadır. Örneğin, regresyon analizinde birden fazla girdi değerine karşılık tek bir çıktı değeri söz konusudur. Dolayısıyla çıktıların ortak bir birim içerecek şekilde tek bir değere dönüştürülmesi gerekmektedir (Gülcü vd., 2004: 94; Güran ve Cingi, 2002: 64). Çok sayıda girdi ve çıktı ile analiz yapılması durumunda yalnızca bir çıktı ve birden fazla girdinin ilişkisinin değerlendirilmesi etkinlik ölçümünde yetersiz kalmaktadır (Şahin, 1998: 19'den aktaran Yoluk, 2010, s. 31). Regresyon analizinde girdilere ya da çıktılara değişmez sabit katsayılar atanması diğer bir ifade ile parametrik olarak tanımlanması analizin diğer bir zayıf yönüdür (Güran ve Cingi, 2002: 64). Regresyon analizinde ölçümler merkezi eğilim ölçülerinden “ortalama” ya göre yapılmaktadır. Dolayısıyla yöntem, “en iyi” olana göre değil, ortalamaya göre ölçüm yapmaktadır. Etkin birimler yalnızca ortalamanın üzerinde olan karar verme birimleri olduğu için iyileştirmeler “en iyi” karar verme birimine göre yapılmamaktadır (Deniz, 2009: 32; Tarım: 2001: 48). Ayrıca sağlık sektöründe olduğu gibi değişkenler arasındaki yapısal ilişkinin ortaya çıkarılmasının zor ve üretim sürecinin karmaşık olduğu örgütlerde üretim fonksiyonunun belirlenmesi kolay olmamaktadır. Bu durumda regresyon analizinde önemli bir yeri olan üretim fonksiyonunun gerçeği yansıtıp yansıtmadığı, etkin olmayan karar verme birimlerinin doğrudan tespit edilip edilemediği konusunda endişeler oluşabilmektedir (Deniz, 2009: 32; Gülcü vd., 2004: 94; Sherman, 1984: 924).

Regresyon analizinde her zaman hata olabilmektedir. Etkinlik sınırından sapmalar, “etkinsiz gözlem” ve “rassal hata” gibi iki unsuru içermektedir. Parametrik yöntemlerde bu iki unsura ilişkin varsayımların farklılığına göre çeşitli yaklaşımlar söz konusudur (Türker Kaya ve Doğan, 2005: 3). Bunlar; stokastik sınır analizi, serbest dağılım yaklaşımı ve kalın sınır yaklaşımıdır.

2.2.1. Stokastik sınır analizi (SSA)

Stokastik sınır analizi, ekonometrik bir yöntemdir. Maliyet, kar ve üretim gibi açıklanan değişkenler ile girdi, çıktı ve çevresel faktörler gibi açıklayıcı değişkenler arasında bir ilişki kurmaktadır. Ayrıca modelde hata terimi de yer almaktadır (Berger ve Humprey, 1997: 6; Tarkoçin ve Gençler, 2010: 20). Yöntemin ilk uygulandığı çalışma Hofler ve

Folland (1991) tarafından medikal hizmetler üzerinde yapılan çalışmadır (Fulton, 2005: 19).

Yöntem, rassal hata ile etkinsiz gözlemin birbirinden ayrılmasını gerekli kılar. Rassal hata, işletmenin kontrolü dışında gerçekleşen olayları ifade etmektedir. Herhangi bir karar verme biriminin en iyi durumdan sapmasının ne kadarının rassal hata, ne kadarının etkinsiz gözlem olduğu belirlenmelidir. Rassal hata ile etkinsiz gözlemin dağılımlarının birbirinden farklı olduğu varsayımı söz konusudur. Rassal hata normal dağılım; etkinsiz gözlem ise asimetrik bir dağılım göstermektedir. Çok sayıda girdi ve çıktının söz konusu olduğu durumlarda stokastik sınır analizini uygulamak zor olabilmektedir (Berger ve Humphrey, 1997: 6).

2.2.2. Serbest dağılım yaklaşımı (SDF)

Berger (1993) tarafından geliştirilen yöntemde, belli bir fonksiyon tanımlansa da hata terimlerinin dağılımına yönelik herhangi bir varsayımda bulunulmamakta; hata terimlerinin dağılımı herhangi bir dağılım olabilmektedir. İşletmenin etkinliğinin zaman içinde istikrarlı, sabit ve değişmez olduğu varsayımı söz konusudur. Ayrıca yöntemde hata terimlerinin ortalamasının sıfır olduğu kabul edilmektedir (Berger ve Humphrey, 1997: 7; Kumbhakar ve Knox Lovell, 2003: 179-180).

Etkinliğin teknoloji, yasal düzenlemeler, faiz değişkenliği gibi etkenler nedeniyle değişmesi durumunda, her bir işletmenin ortalama artık değeri ile sınır üzerinde bulunan işletmenin ortalama artık değerleri arasındaki fark alınarak etkinlik hesabı yapılır. Diğer bir ifade ile etkinlik, ölçülen her karar verme biriminin en iyi gözlemden sapması dikkate alınarak yapılmaktadır (Berger ve Humphrey, 1997: 7-8).

Yönteme ilişkin birtakım avantaj ve dezavantajlar bulunmaktadır. Berger ve Humphrey (1997)'e göre, panel verilerin kullanılmasına, belirli katsayıların zaman içinde değişmesine ve teknik ve kaynak tahsisi etkinliklerinin ayrıştırılabilmesine imkan vermesi yöntemin avantajlı yanlarıdır (Kadioğlu, 2006: 22). Diğer taraftan maliyet etkinliği zamandan bağımsızdır. Bu durum zaman boyutu uzadıkça maliyet etkinliğinin

zamandan bağımsız olması varsayımını savunmayı zorlaştırmaktadır (Kumbhakar ve Knox Lovell, 2003: 180).

2.2.3. Kalın sınır yaklaşımı (KSY)

Kalın sınır yaklaşımı, stokastik sınır yaklaşımı ve serbest dağılım yaklaşımlarından dağılım ile ilgili varsayımlarından dolayı farklılaşmaktadır (Keskin Benli, 2006: 19). Stokastik sınır yaklaşımına alternatif olarak geliştirilen yöntemde, etkinsizliğe ve hata terimlerinin dağılımına ilişkin bir varsayımda bulunulmamaktadır (İnan, 2000: 84). Yaklaşımında bir fonksiyon belirlenmekte, en yüksek ve en düşük performans gösteren çeyreklerin değerleri rassal hatayı; en yüksek ve en düşük çeyrekler arasında tahmin edilen performanstan sapmalar ise etkinsizliği göstermektedir. Kalın sınır yaklaşımında rassal hata ve etkinsizlik yaklaşımlarına herhangi bir kısıt getirilmemektedir (Berger ve Humprey, 1997: 8). Bu nedenle yöntem, az bilgi üreten ve uygulanması kolay olan bir yöntemdir (Kumbhakar ve Knox Lovell, 2003: 175-176). Berger ve Humprey (1992: 257)' e göre yapısal kısıtların az olması, modelde veriden kaynaklı önemli bir bozulmanın olmamasını sağlamaktadır. Ancak bu yaklaşım, tek bir üretim biriminin etkinliğinin tahmini için uygun değildir. Diğer taraftan yöntem, sadece endüstrinin bütününe etkinliği hakkında bilgi vermesi, bireysel işletmeler için etkinlik ölçümü sağlamaması nedeniyle eleştirilmektedir (Berger ve Humprey, 1997: 8).

2.3. Parametrik Olmayan Yöntemler

Parametrik yöntemlere alternatif olarak geliştirilen bu yöntemler, parametrik yöntemlere benzer şekilde etkinlik sınırı belirleyen ve karar verme birimlerinin bu sınıra olan uzaklıklarını ölçmek için kullanılan, farklı olarak ise üretim fonksiyonunun yapısı ile ilgili herhangi bir varsayımda bulunmayan doğrusal programlama tabanlı yöntemlerdir (Lorcu, 2008: 27).

Parametrik olmayan yöntemlerin birtakım avantajları bulunmaktadır. Parametrik olmayan yöntemler, üretim fonksiyonunun analitik yapısı ile ilgili herhangi bir varsayımda bulunmadığından parametrik yöntemlere göre daha esneklerdir. Çok sayıda

girdiye ve çıktıya sahip işletmelerin etkinlik ölçümünde kullanılabilirler (Yolalan, 1993: 5). Bu sayede işletmeler, ülkeler ya da bölümler arası karşılaştırmalar yapma açısından uygun yöntemlerdir. Etkinlik ölçütleri girdi ve çıktılara ilişkin ölçüm birimlerinden bağımsız olduğundan, işletmeye ilişkin değişik boyutların aynı anda ölçülmesi mümkündür (Lorcu, 2008: 27). Farklı ölçü birimlerinin ortak bir paydada yer almasını sağlamak adına yapılan ağırlıklandırma işlemine gerek duymamaktadır. Parametrik olmayan yöntemlerde etkinlik sınırından olan sapmalar etkinsizlik olarak değerlendirilmektedir (Gözü, 2003: 10). Aynı ürün ya da hizmeti üreten ancak farklı uzmanlıkları olan karar verme birimlerini dikkate almakta, üretim ekonomisinin teorik çerçevesine uyumlu olmakta, etkin olmayan birimlerin etkin olabilmeleri için yapılacakları ve referans alabilecekleri karar verme birimlerini belirtmekte ve etkinlik skorunu oluşturan etkinlik bileşenlerini belirleyebilmektedirler (Gözü, 2003: 10). Yöntemin avantajlarının dışında bazı dezavantajları da söz konusudur. Örneğin, parametrik yöntemlerde yer alan rassal hata parametrik olmayan yöntemlerde yer almamaktadır. Dolayısıyla veri, ölçüm ya da diğer nedenlerle oluşan hatalar modele aktarılır ve etkinlik sınırının doğru bir şekilde belirlenmesi söz konusu olamayabilir (Lorcu, 2008: 27).

Parametrik olmayan yöntemlerden en bilineni ve yaygın kullanılanı veri zarflama analizidir. Bunun dışında serbest atılabilir zarf yöntemi de parametrik olmayan yöntemlerden biridir. Bu yöntemlerin açıklanmasına geçilmeden önce parametrik ve parametrik olmayan yöntemlere ilişkin bilgiler karşılaştırılmalı olarak Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Parametrik ve Parametrik Olmayan Yöntemlerin Karşılaştırılması

Karşılaştırma Kriteri	Parametrik Yöntemler	Parametrik Olmayan Yöntemler
Etkinliğin Belirlenmesi	Regresyon analizinde etkinlik değerleri ortalamaya göre farkı yansıtır. Diğer yöntemlerde etkin sınıra göre olan farklılığı yansıtır.	Etkinlik değerleri etkin sınıra göre farklılığı yansıtır.
Modelde rassal hatanın varlığı	Regresyon analizinde gözlenen ve hesaplanan değerler arasındaki farkın tamamı etkinsizlik olarak ele alınır. Diğer yöntemlerde bu farkın bir kısmı etkinsizlik; diğer kısmı ise şans, ölçüm hataları, veri problemleri gibi nedenlerle oluşabilen rassal hata olarak ortaya çıkmaktadır.	Modelde rassal hataya yer verilmez. Etkin sınırdan sapmaların tümü etkinsizlik olarak ele alınır.
Üretim fonksiyonunun yapısına ilişkin varsayım	Üretim fonksiyonunun yapısı (lineer, lineer olmayan, logaritmik vb.) önceden belirlenmelidir.	Üretim fonksiyonunun yapısına ilişkin herhangi bir varsayımda bulunmak gerekmemektedir.
Etkinsizliklerin ve hata terimlerinin dağılımına ilişkin varsayım	Etkinsizliklerin ve hata terimlerinin dağılımına ilişkin çeşitli varsayımlar bulunmaktadır.	Etkinsizliklerin dağılımına ilişkin herhangi bir varsayımda bulunulması gerekmemektedir.
Girdi ve çıktıların sayısına ilişkin sınırlama	Girdi ve çıktıların sayısına ilişkin sınırlamalar olabilir.	Girdi ve çıktıların sayılarına ilişkin herhangi bir sınırlama yoktur.

Kaynak: Thanassoulis, E., 2001'den ve Berger ve Humphrey, 1997'den aktaran Erdoğan 2011: 9

2.3.1. Serbest atılabilir zarf yöntemi (SAZ)

Bu yöntem veri zarflama analizinin özel bir türüdür. Yöntemde, veri zarflama analizi modelindeki sınırı oluşturan kenarları birleştiren noktalar, üretim kümesi içinde yer almaz. Dolayısıyla bu noktalar etkin sınır olarak kabul edilmemektedir. Gözlem noktalarını kapsayan alan, üretim kümesi içinde bulunmakta ve bu alana “serbest atılabilir zarf” adı verilmektedir. Üretim kümesi sınırı ile küme elemanları arasındaki uzaklık, etkinliği ortaya koymaktadır. Serbest atılabilir zarf modelinde etkin sınır basamaklı bir yapıya sahiptir. Ayrıca etkinlik skorları veri zarflama analizine göre daha yüksektir (Berger ve Humphrey, 1997: 5).

2.3.2. Veri zarflama analizi (VZA)

Diğer etkinlik ölçme yöntemlerinde olduğu gibi bu yöntemde de karar verme birimlerinin mevcut kaynaklarını ne ölçüde etkin kullanacağını belirlenmesi amaçlanmaktadır (Tütek vd., 2012: 223).

Veri zarflama analizi (VZA), benzer girdileri kullanarak benzer çıktılar üreten ve birbirine benzeyen birden fazla sayıda karar verme biriminin göreceli etkinliğinin ölçülmesinde kullanılan doğrusal programlama tabanlı, parametrik olmayan bir yöntemdir (Boussofiâne vd., 1991: 1; Li vd., 2008: 933; Ramanathan, 2003: 25; Wei, 2001: 1321; Tetik, 2003: 222; Tütek vd., 2012: 223; Yolalan, 1993: 27). Farklı ölçeklerle ölçülen, farklı ölçü birimlerine sahip, diğer bir ifade ile ortak bir birimle ifade edilemeyen girdiler ve çıktılar arasında karşılaştırma yapmanın zor olduğu durumlarda kolaylıkla kullanılabilir (Güran ve Cingi, 2002: 64; Kılıçkaplan ve Karpat, 2004: 4; Özden, 2008: 169; Tarım, 2001: 50). VZA’da, analizi yapılacak karar verme birimlerinin ortak özellikler taşıması, aynı hedefe ya da benzer işlemlere sahip olması, aynı pazar şartlarında çalışması önemlidir. Ayrıca tüm birimlerin verimliliklerine ilişkin etmenlerin yoğunluk ve büyüklüklerindeki farklılıklar dışında aynı olması gerekmektedir (Karsak ve İşcan, 2000: 3).

Yöntemde, en az girdi bileşimi kullanarak en çok çıktı bileşimi üreten “en iyi” karar verme birimi belirlenmekte; belirlenen bu “en iyi” karar verme birimi etkinlik sınırını oluşturmakta; bu sınır “referans” olarak kabul edilmekte; etkin olmayan karar verme biriminin etkinliği bu sınıra göre radyal olarak ölçülmektedir. Diğer karar verme birimlerinin etkin olup olmadıkları, bu sınıra olan uzaklıklarının oransal olarak ölçülmesi ile belirlenir (Cook ve Seiford, 2009: 1-2; Yolalan, 1993: 27-28). İstatistiksel yöntemler, merkezi eğilim yaklaşımı doğrultusunda üreticileri ortalama bir üreticiye göre değerlendirmekteyken; VZA, her bir üreticiyi sadece “en iyi” olan üreticilerle diğer bir ifade ile uç değerlere sahip ve sınırlara yönelen gözlemlerle karşılaştırmaktadır (Aydemir, 2002: 45; Charnes vd., 1994: 7). Veri zarflama analizinde her bir karar verme birimi ayrı ayrı değerlendirilmekte ve her bir karar verme biriminin etkinliği, etkinlik

sınırının üzerinde ya da altında yer almasına göre belirlenmektedir (Charnes vd., 1994: 4-6).

Tüm karar verme birimlerinin etkinlik sınırı üzerinde yer alması arzu edilir. Etkin olan karar verme birimlerinin etkinlik skoru 1 (% 100) iken; diğer karar verme birimlerinin etkinlik skorları 0 ile 1 arasında (0 ile % 100 arasında) değişmektedir (Keh vd., 2006: 268; Ramanathan, 2003: 26). Diğer bir ifade ile etkinlik değeri 1'e ya da % 100'e yaklaştıkça karar verme birimleri görece etkin olmakta; uzaklaştıkça etkinsizlik ortaya çıkmaktadır.

Veri zarflama analizinin tarihsel gelişimine bakıldığında; parametrik olmayan etkinlik ölçümü ile ilgili ilk çalışma, Farrell'in 1957'deki "The Measurement of Productive Efficiency" adlı çalışmasıdır (Farrell, 1957: 253). Veri zarflama analizi ise ilk defa, 1978'de Edwardo Rhodes'in Carnegie Mellon Üniversitesi'nde W.W. Cooper'ın danışmanlığında yapmış olduğu doktora tez çalışması ile ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada "Program Follow Through" isimli eğitim programına katılan ve katılmayan okul gruplarının performanslarının ölçümü ve karşılaştırılması yapılmıştır (Charnes vd., 1994: 3). Farrell'in birden fazla girdi ve tek çıktıdan oluşan modeli, Abraham Charnes, William W. Cooper ve Edwardo Rhodes tarafından çok sayıda girdi ve çıktının görece etkinlik ölçüm modeline dönüştürülmüştür. Modelde, matematiksel programlamanın optimizasyon metodu kullanılmış (Charnes vd., 1994: 4) ve çalışma 1978 yılında "Measuring the Efficiency of Decision Making Units" ismiyle "European Journal of Operations Research" dergisinde yayınlanmıştır (Charnes vd., 1978: 429-444). Charnes ve arkadaşları, çalışmalarında karar verme birimi (KVB) kavramını ortaya atmışlar; etkinliği ölçülmek istenen ve benzer girdi ve çıktılara sahip olan birimlere "karar verme birimleri" adını vermişlerdir (Charnes vd., 1978: 429). Ayrıca etkinlik ölçümüne ilişkin yaklaşımlarından bahsederlerken ilk kez veri zarflama analizi terimini kullanmışlardır. Model, yazarların isimlerinin baş harfleri olan "CCR" ismi ile anılmakta ve literatürde "CCR modeli" olarak bilinmektedir (Tütek vd., 2012: 223).

İlk başta kar amacı gütmeyen kurumların görece etkinliklerinin ölçülmesini hedefleyen VZA, daha sonra, kar amacı güden üretim ve hizmet işletmelerinde de kullanılmaya

başlamıştır (Yolalan, 1993: 27). Yöntemin gelişimini görmek açısından Tavares'in, Seiford'un ve Gattoufi'nin çalışmalarına değinmek gerekir. Tavares (2002) çalışmasında, 1978–2001 yılları arasında yayınlanan 3.203 adet yayını incelemiştir. Çalışmada VZA ile ilgili yayın yapan yazarların yayın sayıları, en fazla kullanılan anahtar kelimeler, yayınların yer aldığı dergiler, yayınların ülkelere, üniversitelere ve bölümlere göre dağılımları gibi çeşitli istatistiksel bilgiler yer almaktadır. Ayrıca konu ile ilgili yapılan yayın sayısının 1978-1996 yılları arasında artış gösterdiği, 1997 yılında bir önceki yıla ilişkin yayın sayısına göre yaklaşık iki katına ulaştığı, 1999-2001 yılları arasında ise düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde Seiford (1997) da çalışmasında, 1978-1996 yılları arasında veri zarflama analizi ile ilgili yayınlanan 800'den fazla makaleye ve tez çalışmasına yer vermiştir. Gattoufi vd. (2004) ise 1951-2001 yılları arasında yayınlanan VZA ile ilgili 1.800 adet çalışmadan bahsetmektedir. Bu çalışmaların dışında Cooper vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada veri zarflama analizi ile ilgili yapılmış on beş adet çalışmanın özetleri yer almaktadır. Veri zarflama analizine ve yöntemde kullanılan modellere ilişkin otuz yıllık geçmişin incelendiği Cook ve Seiford (2009)'un yapmış olduğu çalışma da veri zarflama analizi ile ilgili yapılmış önemli çalışmalar arasında yer almaktadır.

Veri zarflama analizinin kendisine özgü birtakım özellikleri ve bu özellikler sayesinde sunmuş olduğu birtakım avantajları bulunmaktadır. Yönteme ilişkin özellikler ve avantajlar şu şekilde belirtilebilir: Yöntem, belirli karar verme birimleri veya göreceli grupların birbirlerine görece etkinlik değerlerinin hesaplanmasını sağlar (Tütek vd., 2012: 223; Yolalan, 1993: 27). Doğrusal programlama prensibine dayalı bir yöntemdir (Sherman ve Zhu, 2006: 50; Tütek vd., 2012: 223). Çok sayıda girdi ve çıktıyı aynı anda dikkate alır (Akyüz vd., 2015a: 50; Cooper vd., 2011: 1; Hoff, 2007: 425; Tütek vd., 2012: 224; Yun vd., 2004: 87-88). Çok sayıda girdi ve çıktının söz konusu olduğu durumlarda önceden belirlenmiş analitik bir fonksiyonun varlığına ihtiyaç duymadan ölçüm yapabilmektedir (Charnes vd., 1994: 5; Erdoğan ve Yıldız, 2015: 131; Hoff, 2007: 425; Tütek vd., 2012: 224; Yun vd., 2004: 88). Farklı birimlerde (miktar, TL, satış cirosu, personel sayısı) ölçümlenen çoklu girdi ve çoklu çıktı verilerini aynı anda hesaplayabilir (Tütek vd., 2012: 224). Karar verme birimleri, merkezi eğilime göre bulunan etkinlik sınırı yerine “en iyi” lerin yer aldığı etkinlik sınırına odaklanır (Akyüz

vd., 2015b: 24; Aydemir, 2002: 45; Tütek vd., 2012: 224). Etkin olmayan karar verme birimlerinin etkinsizlik miktarı ve etkin olmama nedenleri belirlenebilir; etkinlik sınırına ulaşmalarında girdilerde ve çıktılarda meydana gelen değişimler hakkında bilgi verir; girdi miktarlarında ne kadarlık bir azalma ya da çıktı miktarlarında ne kadarlık bir artış olacağına, etkin olmayan karar verme birimlerinin etkinliklerinin iyileştirilmesi için neler yapılması gerektiğine ilişkin yol göstericidir (Akyüz vd., 2015a: 51; Behdioğlu ve Özcan, 2009: 303; Sherman ve Zhu, 2006: 51; Tütek vd., 2012: 224; Yalama, 2006: 55). Hesaplamalarda gölge değişkenleri de kullanılabilir (Charnes vd., 1994: 11).

Yönteme ilişkin dezavantajlar ise şu şekilde belirtilebilir: Yöntem, değişken seçimine ve veri hatalarına karşı oldukça duyarlıdır (Govindarajan, 2003: 8; Kalirajan ve Shand, 1999: 167). Durağan bir yapıdadır, tek bir dönemdeki karar verme birimleri arasında kesit analizi yapmaktadır (Aydemir, 2002: 92). Parametrik olmayan yöntemlerden biri olduğundan elde edilen sonuçlarda istatistiksel hipotez testleri kullanılamaz (İnan, 2000: 86). VZA ile elde edilen analiz sonuçları yalnızca incelenen karar verme birimleri için geçerlidir. Farklı karar verme birimlerinin yer aldığı başka bir çalışma ile etkinlik skorları açısından karşılaştırma yapmak mümkün değildir (Çağlar, 2003: 20). Dolayısıyla etkinlik değerleri seçilen karar verme birimlerine göre farklılaşmaktadır. Karar verme birimlerinin göreceli olmayan mutlak etkinliklerinin incelenememesi de yöntemin diğer bir zayıf yönüdür (Tütek vd., 2012: 225). Roll ve Golany (1993)'e göre her bir karar verme birimi için farklı ağırlıkların kullanılması bazen sakıncalı olabilir (Çağlar, 2003: 20). Her bir karar verme birimi için ayrı ayrı doğrusal programlama modeli çözmek gerekir. Bu nedenle büyük boyutlu problemlerin çözümde uygun ve elverişli paket programlar kullanılmıyorsa hesaplamalar zaman alıcı olabilir (Öztürk, 2003: 6'dan aktaran Özcan, 2005, s. 24). VZA'nın çözümünde, farklı alanlara ilişkin problemlere yönelik kullanılabilen farklı yazılım programları bulunmaktadır. Bu yazılım programlarından bazıları Warwick Windows DEA, BYU-DEA, IDEA, DEAP, DEA-Frontier Analyst, Pioneer ve EMS şeklinde belirtilebilir. Bu sayede VZA'nın çok daha kolay uygulanabildiği söylenebilir (Aydemir, 2002: 46; Lorcü, 2008: 61).

Veri zarflama analizi, kesirli programlama formundadır. Kesirli programlamada doğrusal programlama modellerinin çözümünde kullanılan Simpleks Yöntemine benzer standart bir yöntem bulunmamaktadır. Bu nedenle kesirli programlama, çözüm aşamasında birtakım güçlükler yaratmaktadır. Ancak, kesirli programlama modelini standart bir çözüm yöntemine sahip doğrusal programlama modeline dönüştürmek ve bu sayede çözüm yapabilmek mümkün olmaktadır (Kıllı, 2004: 29-30; Tarım, 2001: 48-49). Veri zarflama analizine ilişkin doğrusal programlama modeli aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \quad \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} \\
 & \text{k.a.} \\
 & \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \\
 & \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1 \\
 & u_{rk} \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \\
 & v_{ik} \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m
 \end{aligned}$$

Veri zarflama analizine ilişkin doğrusal programlama modeli her bir karar verme birimi için o karar verme biriminin kendi parametreleri için ayrı ayrı çözülür. Ancak $\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} \leq 0$ kısıtlar grubu her çözümde sabittir. Çözüm yapılan karar verme biriminin verilerine göre modelde değişiklik gösterenler, amaç fonksiyonu ile $\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1$ kısıtıdır (Ulucan, 2007: 121).

Doğrusal programlamada geçerli olan aşağıdaki varsayımlar; sınırlı kaynakların etkin kullanımının söz konusu olduğu veri zarflama analizi modellerinde de geçerli olmaktadır (Ünsal vd., 2000: 114'den aktaran Oruç, 2008, s. 19).

- Kesinlik (Modelin tüm katsayılarının kesinlikle bilinmesi)
- Orantı (Hem amaç fonksiyonunda hem de kısıtlarda bir orantı olması)
- Toplanabilirlik (Tüm ürünlerin birbirinden bağımsız olması)
- Bölünebilirlik (Çözüm değerlerinin tam sayı olmasının gerekmemesi)
- Negatif olmama (Tüm değişkenlerin pozitif ya da sıfır olması)

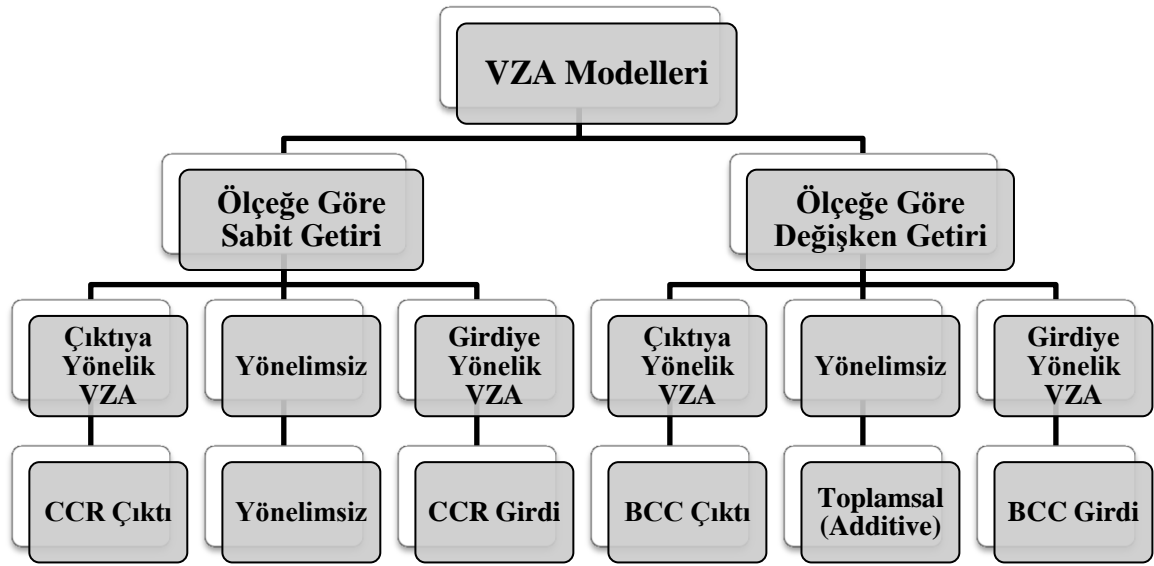
Bütün işletmelerin ihtiyaçlarına yönelik ortak bir VZA modeli yoktur. Her işletme kendi yapısına, girdi ve çıktı değişkenlerine uygun bir VZA modeli seçer. Model ile girdi veya çıktı seçimi; çıktı olarak ne görülmek istendiğine, bu çıktıya hangi girdilerin veya çevresel faktörlerin daha fazla etki ettiğine bağlı olarak değişen önemli bir konudur (Champaner, 2003: 32).

Farklı kriterlere göre farklı şekilde sınıflandırılabilen çok sayıda veri zarflama analizi modeli bulunmaktadır. VZA modelleri ölçeğe göre getiri durumlarına göre, “ölçeğe göre sabit getiri” (Constant Return to Scale – CRS) ve “ölçeğe göre değişken getiri” (Variable Return to Scale - VRS) modelleri şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Diğer bir sınıflama da mevcut veri yapısı ile ilgili olup, “girdiye yönelik VZA modelleri” (Input Oriented) ile “çıkıya yönelik VZA modelleri” (Output Oriented) şeklinde yapılmaktadır.

Ölçeğe göre sabit getirili modellerde girdi miktarında meydana gelebilecek bir artış, çıktı miktarında da aynı oranda olmaktadır (Altun, 2006: 27; Kıran, 2008: 22). Örneğin, kullanılan tüm üretim faktörleri % 100 oranında artırılırsa, üretim de % 100 oranında artmaktadır (Arıcan vd., 2011: 12). Ölçeğe göre değişken getirili modellerde ise, girdi miktarında meydana gelen her artış, çıktı miktarında farklı oranlarda görülebilmektedir (Kıran, 2008: 22). Ölçeğe göre değişken getiri, “Ölçeğe Göre Artan Getiri” ve “Ölçeğe Göre Azalan Getiri” olmak üzere iki farklı şekilde ortaya çıkmaktadır. Üretim sürecindeki tüm girdiler aynı oranda artırıldığında, çıktılardaki artış oranının girdilerdeki artış oranından fazla olması durumunda ölçeğe göre artan getiriden; çıktılardaki artış oranının girdilerdeki artış oranından az olması durumunda ise ölçeğe göre azalan getiriden söz edilmektedir (Yolalan, 1993: 13).

Girdiye yönelik VZA modellerinde amaç, belirli bir çıktı bileşiminin en etkin şekilde üretilmesinde kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini belirlemektir. Çıktıya yönelik VZA modellerinde ise belirli bir girdi bileşimi kullanılarak en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceği araştırılmaktadır (Depren, 2008: 30-34; Kula ve Özdemir, 2007: 61; Yolalan, 1993: 28, 43). Modelin girdiye yönelik olması, çıktı miktarının sabit tutulup girdi miktarında oluşan değişimlerin incelenmesi anlamına gelmektedir (Akyüz vd., 2015a: 52).

Girdiye ya da çıktıya yönelik model seçimi karar vericinin girdi ve çıktı bileşimi üzerindeki yetkisine bağlı olarak değişmektedir. Eğer karar vericinin girdi üzerinde denetimi varsa girdiye yönelik; çıktı üzerinde denetimi varsa çıktıya yönelik modeller tercih edilmektedir (Lorcu, 2008: 70). Modellere ilişkin sınıflandırma Şekil 3'te yer almaktadır.



Şekil 3. VZA Modelleri

Kaynak: Charnes vd., 1994: 66; Özden, 2008: 170.

Girdiye ve çıktıya yönelik modellere ek olarak “yönelimsiz” VZA modelleri de bulunmaktadır. Bu modellerde karar vericiler girdiler ve çıktılar üzerinde aynı anda kontrole sahiplerdir. Diğer bir ifade ile bu modellerde girdiler minimize edilirken, çıktılar da maksimize edilebilmektedir (Charnes, Cooper ve Rhodes, 1978’den aktaran İçöz, 2013, s. 44).

Ölçeğe göre değişken getiri koşuluna uyan toplamsal model, Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından 1985 yılında geliştirilmiştir (Bakırcı, 2006'dan aktaran Kecek, 2010, s. 64). Bu modelde girdiye ve çıktıya yönelik olan modeller tek bir model şeklinde ifade edilmektedir (Cooper vd., 2007: 94). Diğer bir ifade ile toplamsal model kullanılarak bir karar verme biriminin etkinliğinin sağlanmasında girdilerde yapılacak mümkün olan azaltma ile çıktılardaki artışın orantılı olarak yapılması sağlanmaktadır (Sowlati, 2001: 52).

Karar vericiler için karar verme birimlerinin etkinlik türü önemsenmiyorsa tüm modeller kullanılabilir. Ancak karar verici için etkinlik türü önemseniyorsa, karma etkinliği veren ve etkinlik türlerine göre ayrımı incelemeyen toplamsal modeller kullanılmamalıdır (Sarıkaya, 2010: 65).

Bu modellerin dışında “Aylak Tabanlı Ölçüm Modeli” ve “Süper Aylak Tabanlı Model” de bulunmaktadır (Charnes, Cooper, Lewin ve Seiford, 1994'den aktaran Kıran, 2008: 21-22).

Veri zarflama analizinde yaygın bir şekilde kullanılan modeller CCR modelleri ile BCC modelleridir (Baysal vd., 2005: 70). CCR modeli, ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanarak toplam etkinlik ölçümünde kullanılan ilk modeldir. Ancak sonraları CCR modelinin ölçeğe göre sabit getiri varsayımını esnekletiren, çok sayıda girdi ve çıktı olduğu durumlarda karar vericinin performansını ölçeğe göre artan ya da azalan getiri varsayımı altında araştıran ölçeğe göre değişken getirinin söz konusu olduğu model geliştirilmiştir. Bu model, 1984 yılında Banker, Charnes, Cooper tarafından geliştirilen BCC modelidir (Tütek vd., 2012: 236; Yun vd., 2004: 88). CCR ve BCC modellerinin her ikisi için de girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki farklı formülasyon söz konusudur (Kutlar ve Kartal, 2004: 53). Bu sayede veri zarflama analizinin uygulama sahası genişlemiş ve sonuçların yorumlanma kabiliyeti artmıştır (Yeşilyurt ve Alan, 2003: 95).

Veri zarflama analizine ilişkin hesaplamalarda her ne kadar doğrusal programlama yazılımları ya da VZA' ya özel yazılımlar kullanılsa da, VZA' nın uygulanmasında

hesaplamalar dışında önemli birtakım hususlar ve veri zarflama analizinin uygulanabilmesi için gereken adımlar bulunmaktadır (Ramanathan, 2003: 172). Bu adımlar karar verme birimlerinin belirlenmesi, girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi, model seçimi, uygulama ve sonuçların analizidir (Golany ve Roll, 1989: 238). Etkinlik ölçümünde kullanılacak modelin türü ve girdi ile çıktı değişkenlerindeki farklılıklar analiz sonuçlarının farklılaşmasına neden olduğundan, analizde kullanılacak modelin ve girdi ile çıktı değişkenlerinin doğru bir şekilde seçilmesi oldukça önemlidir (Akyüz vd., 2015a: 50; Griffin ve Kvam, 1999: 403). Ayrıca birbiriyle karşılaştırmalı etkinlik ölçümü yapılacak karar verme birimlerinin seçiminde karar verme birimlerinin homojen olması gerekmektedir (Ramanathan, 2003: 173). Karar verme birimlerinin benzer süreçlere, girdi ve çıktı bileşimine, dış etkenlere sahip olması, aynı görevi benzer amaçlarla yerine getirmeleri ve aynı pazar şartlarında çalışmalarını diğer bir ifade ile homojen olması sonuçların anlamlı çıkması açısından oldukça önemlidir (Aydemir, 2002: 88; Golany ve Roll, 1989: 239; Yolalan, 1993: 65). Örneğin, üniversiteler ile bir üretim işletmesinin girdi ve çıktı değişkenleri farklı olduğundan karşılaştırılmaları uygun olmayacaktır. Dyson vd. (2001: 247)'ne göre, karar verme birimlerinin ait olduğu çevrenin homojen olmaması etkinlik analizinin yanlı olarak yapılmasına neden olabilmektedir.

İkinci Bölüm

Bulanık Veri Zarflama Analizi

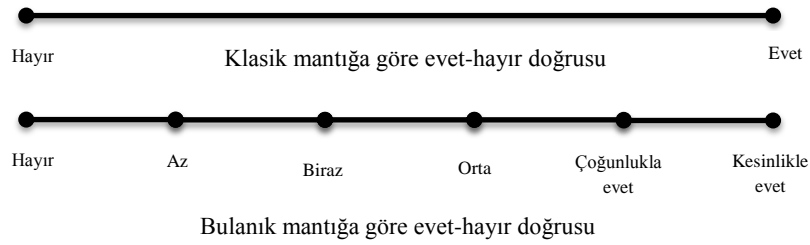
Gerçek hayatta karşılaşılan olayların ya da durumların birçoğu çeşitli açılardan belirsiz olabilir. Özellikle bilgi eksikliği nedeniyle bir sistemin mevcut durumu net bir şekilde bilinemeyebilir veya ifade edilemeyebilir. Olayların ya da durumların ifade edilmesinde kullanılan kelimelerin, tanımlamaların, bilgilerin içerdiği belirsizlik literatürde “bulanıklık” (fuzziness) olarak isimlendirilir (Zimmermann, 1997’den aktaran Dönmez, 2007, s. 26). Bulanıklık, araştırmacı tarafından incelenen konunun kendisi tarafından tam ve kesin olarak bilinmediği, birtakım eksik, yanlış, çelişkili ve belirsiz bilgilerin olduğu durumlar için kullanılmaktadır (Elmas, 2007: 189; Şen, 2009: 26).

Belirsizlik içeren verilere psikoloji, sosyoloji, antropoloji, ilaç endüstrisi, ekonomi, yönetim bilimi, sağlık yönetimi, yöneylem araştırması, işletmecilik, mühendislik ve doğa bilimleri gibi pek çok alanda rastlanmaktadır. Bu durumda genellikle olasılıktan ve parametre tahmini, hipotez testleri gibi istatistiksel tekniklerden yararlanılmaktadır (Başkaya, 2011: 22; Guiffrida ve Nagi, 1998: 39). Ancak bulanık olan girdi ve çıktı bilgilerinden anlamlı ve yararlı çıkarımlar yapılması (Şen, 2009: 14) belirsizliğe nicel olarak değinilmesi (Güneş, 2006: 36) için bilinen matematiksel teknik, yöntem, algoritma ve yaklaşımların dışında bilimsel birtakım yöntemlere, bulanık mantık kurallarına ihtiyaç duyulmaktadır (Şen, 2009: 22). Bulanık mantık, belirsizliğin olduğu kesin olmayan problemlerin çözümünde kullanılan bir yöntemdir (Özbek, 2014: 213).

Bulanık mantığın geçerli olduğu iki durum söz konusudur. Bunlardan biri incelenen olayın karmaşık olması ya da yeterli bilgi bulunmaması durumunda uzman kişilerin görüş, düşünce, değer ve yargılarına yer verilmesi; ikincisi ise bulanık mantığın bireylerin muhakemesine, kavrayışına ve çıkarımda bulunmasına olanak tanımasıdır (Şen, 2009: 18). Yager ve Zadeh (1992)’e göre bulanık sistemler; kesin olmayan, “yaklaşık” ya da matematiksel model yazımının zor olduğu durumlar için uygun bir çözüm yöntemidir (Güneş, 2006: 37).

Bulanık mantığın kendine özgü birtakım özellikleri bulunmaktadır (Elmas, 2007: 186; Paksoy vd., 2013: 15; Zadeh, 1989: 89).

- Bulanık mantıkta, kesin nedenlere dayalı düşünme yerine, “yaklaşık” nedenlere dayalı düşünme söz konusudur.
- Bulanık mantıkta her şey derecelendirilebilir.
- Herhangi bir mantıksal sistem bulanıklaştırılabilir.
- Klasik mantıkta (Aristo mantığı) her bir ifade 0 ya da 1 değerinden birini alırken; bulanık mantıkta her bir ifade 0 ve 1 arasındaki tüm değerleri içerebilir.



- Bulanık mantıkta küçük, büyük, çok, az gibi sözel ifadeler kullanılabilir.
- Matematiksel modeli zor olan problemler için uygun bir çözüm yöntemidir.
- Dilbilimsel yapıların kullanılmasına olanak tanıyıp verilerin derecelendirilmesini sağladığından olayların modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Nabiyev, 2003: 640).

Bulanık mantık, bulanık küme teorisine dayanmaktadır. Bulanık küme teorisi ilk olarak 1965 yılında Azeri asıllı bir bilim adamı olan Lotfi A. Zadeh tarafından yayımlanan “Fuzzy Sets” isimli makale ile ortaya çıkmıştır (Zadeh, 1965). Makalede, bulanık kümelerle ilişkin kesişim, birleşim, tümlenme, konvekslik gibi özellikler ile cebirsel işlemlere ilişkin detaylı bilgiler yer almaktadır. Bulanık küme teorisi, belirsizlik nedeniyle tanımlanması zor olan sistemlerin modellenmesinde kullanılan, kesin bilginin olmadığı ve özneliğin bulunduğu bir modelin formüle edilmesi ile ilgili bir yöntemdir. Özetle belirsizliklerin olduğu bir problemin en uygun çözümünü bulmak için yardımcı olarak kullanılacak bir tekniktir (Guiffreda ve Nagi, 1998: 39).

1. Klasik Kümeler

Nesnelere ilişkin bilgilerin düzenlenmesi, özetlenmesi ve genelleştirilmesi gereken durumlarda küme kavramından yararlanılmaktadır. İyi tanımlanmış nesnelere topluluğuna küme, üzerinde çalışan kümelerin her birini alt küme olarak ele alan en geniş kümeye ise evrensel küme denir. Klasik kümeler, evrensel kümede bulunan nesnelere ortak özelliklerine göre bir araya getirilmiş şeklidir (Özkan, 2003: 2).

Klasik kümede bir eleman bulunduğu kümeye ya aittir ya da değildir. Kısmi üyelik söz konusu değildir. Dolayısıyla klasik kümelerde kümeye üye (ait) olma ya da olmama şeklinde iki durum söz konusudur. Küme elemanlarından kümeye üye olanlar 1 değerini alırken; üye olmayanlar 0 değerini almaktadırlar. Klasik kümelerde bu iki değer dışında başka bir değer bulunmamakta; sınırlar net bir şekilde belirlenmektedir (Elmas, 2007: 189; Nabiyev, 2003: 640; Şafak, 2009: 49). Bir elemanın bulunduğu kümeye ait olup olmadığı “üyelik fonksiyonu” ile ifade edilmektedir (Başkaya, 2011: 46-47). Bir x elemanının A kümesinin elemanı olup olmadığına ilişkin üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi belirtilmektedir (Ross ve Parkinson, 2002: 30; Mendel, 2001: 19).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1; & \text{eğer } x \in A \text{ ise} \\ 0; & \text{eğer } x \notin A \text{ ise} \end{cases}$$

Görüldüğü üzere klasik kümelerde üyelik fonksiyonu $\mu_A(x)$, A kümesinin elemanlarını $\{0,1\}$ kapalı aralığına eşleyen bir üyelik fonksiyonudur (Sengupta ve Pal, 2009: 4). Dolayısıyla küme üyelikleri arasındaki geçişler 0'dan 1'e ve 1'den 0'a olmak üzere kesikli bir şekilde gerçekleşmektedir (Özkan, 2003: 2, 4).

2. Bulanık Kümeler

Bulanık kümeler, μ_x üyelik fonksiyonu ile ifade edilen, kümeye ait olup olmama durumlarına göre 0 ile 1 arasında değerler alabilen elemanlardan oluşan kümelerdir. Dolayısıyla bulanık kümelerde elemanların üyelik dereceleri $[0,1]$ kapalı aralığında sonsuz sayıda değişmektedir (Elmas, 2007: 190). Bulanık kümelerde küme elemanları arasındaki geçiş klasik kümelerde olduğundan biraz farklıdır. Klasik kümelerde kümeye

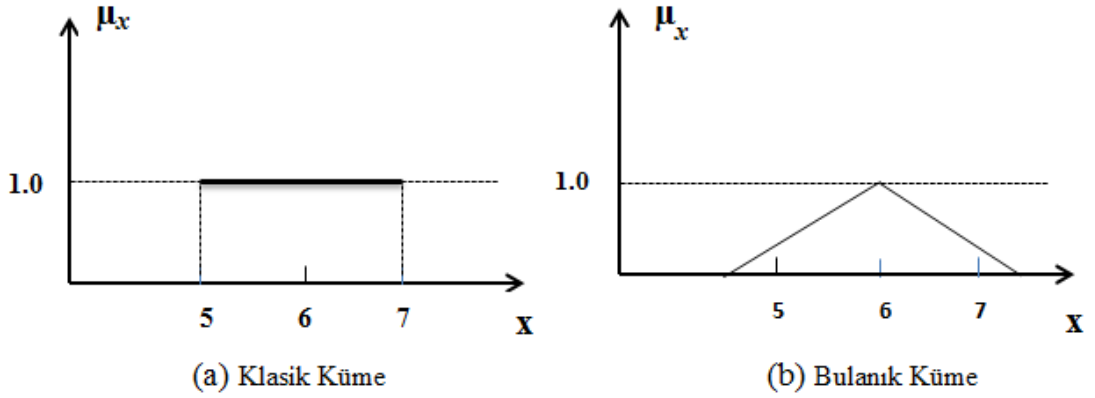
üye olmak ya da olmamak şeklinde bir geçiş söz konusuysen; bulanık kümelerde bu geçiş daha esnek olup, üyelik derecelerine bakılarak karar verilmektedir (Nabiyev, 2003: 642). Bu nedenle bulanık kümeler, sınır koşulları esnek olan kümelerdir (Özkan, 2003: 5; Zadeh, 1978: 3).

Bulanık kümelerin gösteriminde üst kısma (\sim) işareti ya da alta ($_$) işareti konulmakta; bulanık kümeler \tilde{A} , \underline{A} şekillerinden biri ile gösterilmektedir (Şafak, 2009: 50).

2.1. Üyelik Fonksiyonu

Bulanık kümelerde her bir küme elemanının o kümeyle aitliğine ilişkin bir aidiyet derecesi vardır. Bu dereceye “üyelik derecesi” denilmektedir (Paksoy vd., 2013: 24). Aynı kümeyle ilişkin bütün üyelik derecelerinin değişimini gösteren şekle ise “üyelik fonksiyonu” adı verilir (Şen, 2009: 38). Bir x elemanının üyelik derecesi $\mu_{\tilde{A}}(x)$, \tilde{A} bulanık kümesine üyeliğinin hangi derecede olduğunu göstermektedir (Başkaya, 2011: 60).

Klasik mantık yaklaşımında, herhangi bir elemanın diğerlerinden bir ayrıcalığının olmaması, tüm elemanların aynı derecede o kümeyle ait olmaları sonucu üyelik fonksiyonları dikdörtgen şeklindedir. Bulanık kümelerde ise durum böyle değildir. X_a alt sınırına ve X_b üst sınırına sahip bir X değişkeninin bu aralıkta yer alan her bir değerinin ayrı bir üyelik derecesi (μ_x) bulunmaktadır (Şen, 2009: 38, 40). Bu durum klasik kümeler ile bulanık kümeleri birbirinden ayıran önemli özelliklerden biridir. Örneğin, 5 ile 7 arasında yer alan gerçek sayıların üyelik fonksiyonları, klasik (dikdörtgen) ve bulanık (üçgen) küme gösterimlerine göre Şekil 4’te sunulmuştur.

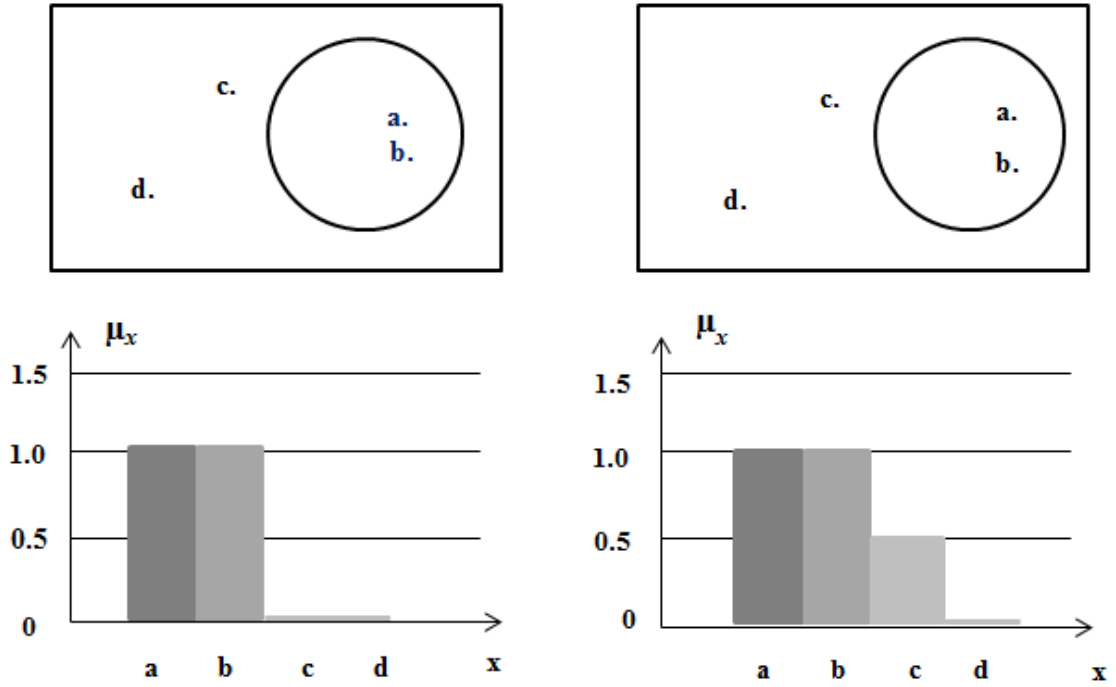


Şekil 4. Klasik ve Bulanık Kümelerde Üyelik Fonksiyonları

Kaynak: Ross ve Parkinson, 2002: 30

E evrensel kümeyi göstermek üzere, bir \tilde{A} bulanık kümesinin E evrensel küme içerisinde tanımlanan üyelik fonksiyonu 0 ile 1 kapalı aralığında sürekli olup, herhangi bir değer alabilmekte ve $\mu_{\tilde{A}}: E \rightarrow [0,1]$ şeklinde gösterilmektedir (Başkaya, 2011: 60; Kabnurkar, 2001: 68; Klir ve Folger, 1988: 10; Zadeh, 1978: 7). Burada, bulanık kümede yer alan bir elemanın üyelik derecesinin 0 olması o elemanın kümenin üyesi olmadığını, 1 değerini alması kümenin tam elemanı olduğunu ve bu iki değer arasında herhangi bir sayı alması ise kısmi üye olduğunu göstermektedir (Başkaya, 2011: 68; Kabnurkar, 2001: 68; Özkan, 2003: 6). Dolayısıyla değer 1'e yaklaştıkça o elemanın kümeye ait olma derecesi de artmaktadır.

Klasik ve bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarına ilişkin farkın daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla grafiksel gösterimleri karşılaştırmalı olarak Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 5. Klasik ve Bulanık Kümelerin Grafikselle Gösterimi

Kaynak: Başkaya, 2011: 62-63

A kümesinin klasik ve bulanık küme şekli Şekil 5’te gösterilmektedir. Her iki şekilde de a ve b elemanları A kümesinin elemanları olduğundan, üyelik dereceleri 1’e eşittir. c elemanı kümenin sınır bölgesinde yer almaktadır. Ancak kümenin tam elemanı olmadığından klasik kümede üyelik derecesi 0 iken; bulanık kümede kısmi üyelik söz konusu olmakta ve üyelik derecesi 0,5 olarak ele alınmaktadır. d elemanının ise A kümesinden oldukça uzakta olmasından dolayı hem klasik hem de bulanık kümede üyelik derecesi 0’dır.

Bulanık kümelerin sağlaması gereken birtakım özellikler söz konusudur. Bulanık kümeler, aşağıda verilen bu özelliklerden ilk iki tanesini kesin olarak sağlayan üyelik fonksiyonlarına sahip olmalıdırlar (Şen, 2009: 23).

- Bulanık küme normal olmalıdır. Bu amaçla küme elemanlarından en az bir tanesinin üyelik derecesi 1 olmalıdır.
- Bulanık küme monoton olmalıdır. Diğer bir ifade ile üyelik derecesi 1 olan küme elemanının yakınında, sağında ya da solunda bulunan diğer elemanların

üyelik derecelerinin 1'e yakın olması ve 0'a gidene kadar artmadan azalması gerekmektedir.

- c. Bulanık küme simetrik olmalıdır. Bu durum, üyelik derecesi 1 olan küme elemanından sağa ve sola eşit mesafede gidildiğinde bulunan elemanların üyelik derecelerinin birbirine eşit olması demektir.

Bulanık kümelerin çeşitli gösterimleri bulunmaktadır. E evrensel kümesinde yer alan bir \tilde{A} bulanık kümesi,

$$\tilde{A} = \{ (x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in E \}$$

olarak gösterilmekte ve evrensel kümede bulunan herhangi bir x elemanının $\mu_{\tilde{A}}(x)$ üyelik derecesi ile \tilde{A} bulanık kümesine aitliğini ifade etmektedir (Mendel, 2001: 21; Paksoy vd., 2013: 25). Eğer evrensel küme sonlu ise, \tilde{A} bulanık kümesi,

$$\tilde{A} = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_i)}{x_i} = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_2)}{x_2} + \dots + \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_n)}{x_n}$$

şeklinde gösterilmektedir (Nabiyev, 2003: 643; Ross ve Parkinson, 2002: 32).

Evrensel küme sonsuz olduğunda ise \tilde{A} bulanık kümesi,

$$\tilde{A} = \int_E \frac{\mu_{\tilde{A}}(x)}{x}$$

şeklinde gösterilir (Mendel, 2001: 22; Nabiyev, 2003: 643).

Yukarıda verilen ifadelerdeki Σ , \int , $/$ ve $+$ işaretleri matematiksel anlamlarında kullanılmamakta; yalnızca bir gösterim olarak yer almaktadır. Örneğin Σ ve \int işaretleri, evrensel kümenin sonlu ya da sonsuz olduğunu göstermektedir (Özkan, 2003: 7). (+) işareti ise toplam anlamında değil; birleşim anlamında kullanılmaktadır (Ross ve Parkinson, 2002: 32).

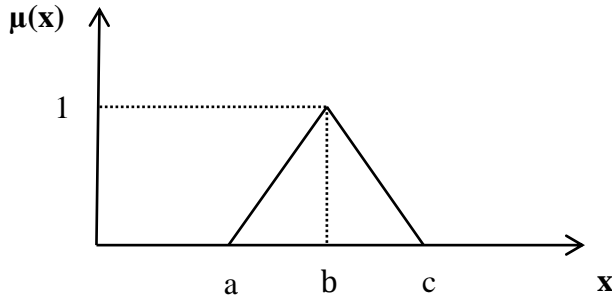
2.2. Üyelik Fonksiyon Türleri

Üyelik fonksiyonlarının kendilerine özgü birtakım özellikler barındıran farklı çeşitleri bulunmaktadır. Ancak üyelik fonksiyonlarından en yaygın olarak kullanılanları üçgen üyelik fonksiyonu ile yamuk üyelik fonksiyonudur (Başkaya, 2011: 111). Bu bölümde bu iki üyelik fonksiyonuna ilişkin bilgiler aktarılacak; diğer üyelik fonksiyonlarının ise yalnızca isimleri verilecektir.

2.2.1. Üçgen üyelik fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonunun üç parametresi (a, b, c) bulunmaktadır. Aşağıda üçgen üyelik fonksiyonunun matematiksel gösterimi ve grafiği bulunmaktadır.

$$\mu_{\tilde{A}}(x_i) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c - x}{c - b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases}$$



Şekil 6. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

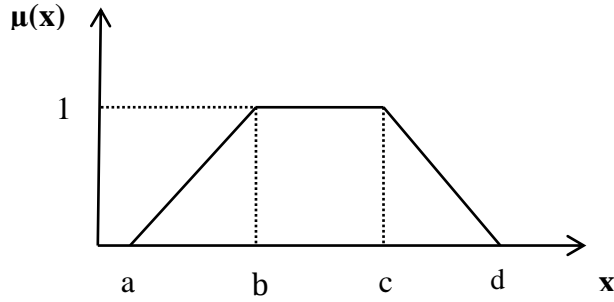
Kaynak: Şen, 2009: 51.

Üçgen üyelik fonksiyonunda b parametresi üyelik derecesinin 1'e eşit olduğu noktadır ve mod değeri olarak yorumlanır. a ve c parametreleri ise üyelik derecesinin sıfır olduğu noktayı gösteren kanat açıklıklarıdır (Özkan, 2003: 60).

2.2.2. Yamuk üyelik fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonunun dört parametresi (a, b, c, d) bulunmaktadır. Aşağıda yamuk üyelik fonksiyonunun matematiksel gösterimi ve grafiği bulunmaktadır.

$$\mu_{\tilde{A}}(x_i) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases}$$



Şekil 7. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Kaynak: Şen, 2009: 52.

Yamuk üyelik fonksiyonu parametrelerinden b ve c'nin eşit olması durumunda üçgen üyelik fonksiyonu elde edilmektedir (Güneş, 2006: 47).

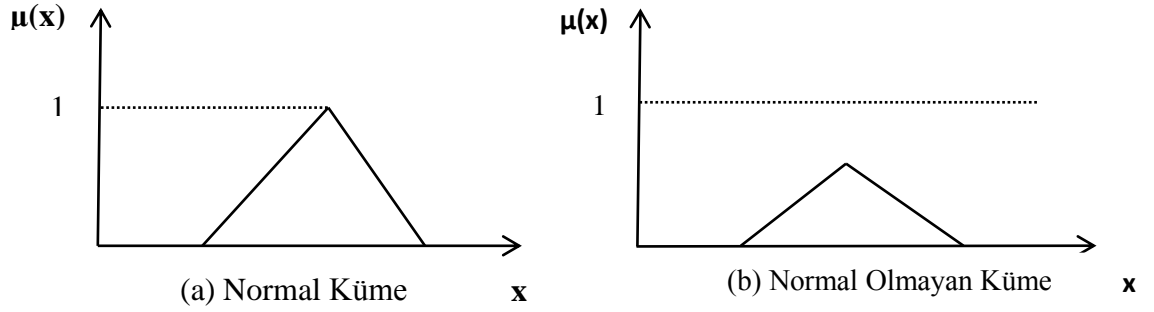
Bu iki üyelik fonksiyonunun dışında sigmoid, iki parçalı Gauss, genel çan eğrisi, S-şekilli ve Z-şekilli üyelik fonksiyonları da bulunmaktadır (Şen, 2009: 53-58).

2.3. Bulanık Kümelerde Temel Kavramlar

Bulanık kümelerde üyelik fonksiyonlarına göre tanımlanan normallik, yükseklik, destek (dayanak), öz (çekirdek), sınırlar, geçiş noktası, α -kesim kümesi, dışbükeylik (konvekslik), alt ve eşit kümeler gibi birtakım kavramlar bulunmaktadır.

a. Normallik

E evrensel kümesinde tanımlı \tilde{A} bulanık kümesinin elemanlarından en az bir tanesinin üyelik derecesi 1 ise, o kümeye “normal bulanık küme” denir. Bu koşulu sağlamayan kümelere ise “normal olmayan (normal altı)” kümeler adı verilir (Elmas, 2007: 220-221; Klir ve Folger, 1988: 16; Mendel, 2001: 25). Normal ve normal olmayan bulanık kümeler Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. Normal ve Normal Olmayan Bulanık Kümeler

Kaynak: Şen, 2009: 42.

Normal olmayan bulanık kümeleri normal hale çevirmek için yapılması gereken, üyelik derecelerinin en büyük üyelik derecesine bölünmesidir (Şen, 2009: 43).

b. Yükseklik

Bir bulanık kümenin yüksekliği, üyelik fonksiyonunun en büyük üyelik derecesi ile ifade edilmektedir. Normal bulanık kümelerin yüksekliği 1'e eşittir (Şen, 2009: 43).

c. Destek (Dayanak)

\tilde{A} bulanık kümesinin sıfırdan farklı üyelik derecesine sahip tüm elemanlarını içeren aralığa o kümenin dayanağı ya da desteği (support) denir. \tilde{A} bulanık kümesinin desteği,

$$\text{Destek}(\tilde{A}) = \{ x \in E : \mu_{\tilde{A}}(x) > 0 \}$$

şeklinde ifade edilir (Paksoy vd., 2013: 27; Elmas, 2007: 218).

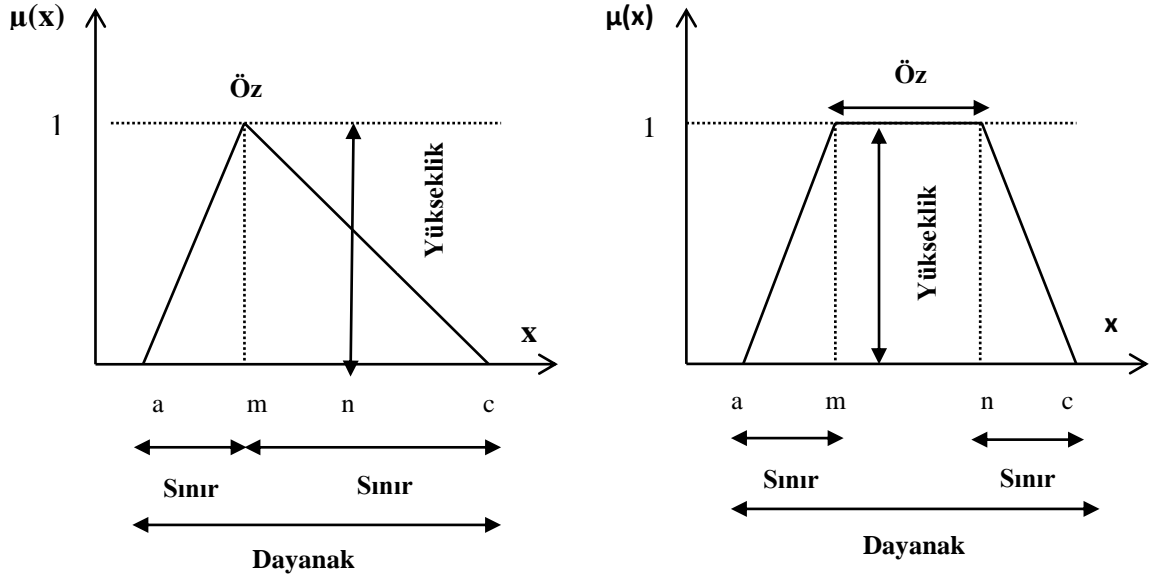
d. Öz (Çekirdek)

\tilde{A} bulanık kümesinde üyelik derecesi 1'e eşit olan elemanların oluşturduğu bölgeye "öz (core)" denir. Üçgen üyelik fonksiyonunda üyelik derecesi 1 olan ($\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$) tek bir eleman olduğundan, üçgen üyelik fonksiyonlarının özü tek bir noktadır (Şen, 2009: 41).

e. Sınırlar (Boundary) ve Geçiş Noktası (Cross-over)

Üyelik dereceleri 0'a veya 1'e eşit olmayan elemanların oluşturduğu kısımlar, üyelik fonksiyonun sınırlarını ya da geçiş bölgelerini temsil etmektedirler. Sınırlar, bulanık kümelerin kısmi elemanlarını oluştururlar. Bir kümede bulanıklık özelliğinin olması, bu geçiş kısımlarının bulunmasından kaynaklanmaktadır. Geçiş noktası ise, üyelik derecesinin 0,5'e eşit olması durumundaki noktaya verilen isimdir (Şen, 2009: 42-43).

Buraya kadar anlatılan kavramlar, Şekil 9'da yer alan üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonları üzerinde görsel olarak sunulmuştur. Şekilde, x eksenini kümenin üyelerini, y eksenini ise üyelik derecelerini göstermektedir.



Şekil 9. Üçgen ve Yamuk Üyelik Fonksiyonlarında Temel Kavramların Gösterimi

Kaynak: Şafak, 2009: 51.

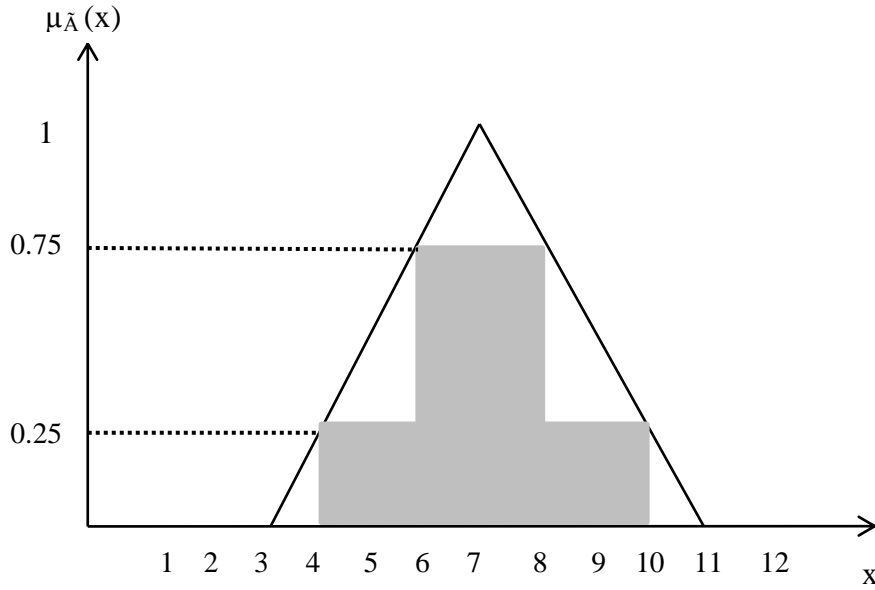
f. α – Kesim Kümesi

E evrensel kümesinde tanımlı bir \tilde{A} bulanık kümesinin α - kesim kümesi, üyelik derecesi α 'ya eşit ya da daha büyük olan elemanların oluşturduğu klasik kümedir. \tilde{A} bulanık kümesinin α - kesim kümesi aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Sengupta ve Pal, 2009: 5).

$$\tilde{A}_\alpha = \{ x \in E \mid \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha \}$$

α değeri, $\alpha \in (0,1]$ koşuluna uyan bir gerçel sayıdır. Seçilen her bir α değeri, farklı α -kesim kümeleri oluşturmaktadır. Dolayısıyla her α düzeyi için üyelik fonksiyonun farklı dilimleri elde edilmektedir (Özkan, 2003: 42). \tilde{A} bulanık kümesinin α -kesim kümesi \tilde{A}_α ile gösterilir (Elmas, 2007: 218).

α -kesim kümesi ile ilgili $[0,12]$ evrensel kümesinde tanımlı yediye yakın sayıların oluşturduğu üyelik fonksiyonunun yer aldığı bir örnek ile konunun daha iyi anlaşılacağı düşünülmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Yediye Yakın Sayıların Grafiği

Kaynak: Özkan, 2003: 43.

Buna göre, $\alpha= 0,25$ ve $\alpha= 0,75$ değerleri için belirlenmiş olan α -kesim kümeleri aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\alpha= 0,25 \rightarrow \tilde{A}_{0,25} = \{ x \in E \mid 4 \leq x \leq 10 \}$$

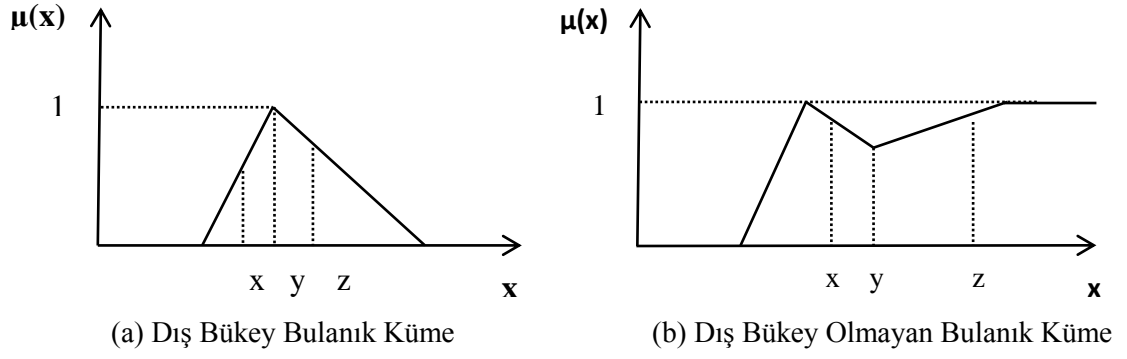
$$\alpha= 0,75 \rightarrow \tilde{A}_{0,75} = \{ x \in E \mid 6 \leq x \leq 8 \}$$

g. Dışbükeylik (Konvekslik)

Dışbükeyliğin bulanık kümelerdeki matematiksel tanımı şu şekildedir: Aynı bulanık kümede yer alan x, y, z gibi üç elemanın bulunduğu ve elemanlar arasında değerce büyüklüğün $x < y < z$ şeklinde olduğu düşünülürse; dışbükeylik için

$$\mu_{\tilde{A}}(y) \geq \text{En Küçük} [\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{A}}(z)]$$

bağıntısı sağlanmalıdır. Diğer bir ifade ile ortadaki elemanın (y) üyelik derecesi, diğer iki elemanın (x ve z) üyelik derecelerinin en küçüğünden daha büyük olmalıdır. Bu koşulun sağlandığı kümeye “dışbükey bulanık küme” denir (Şen, 2009: 43). Dışbükey ve dışbükey olmayan kümelere ilişkin grafiksel gösterim Şekil 11’de yer almaktadır.



Şekil 11. Dış Bükey ve Dış Bükey Olmayan Bulanık Kümeler

Kaynak: Şen, 2009: 43

h. Alt ve Eşit Kümeler

Aynı evrensel kümede tanımlı olan \tilde{A} ve \tilde{I} gibi iki bulanık küme için, E evrensel kümesindeki her elemanın \tilde{A} bulanık kümesindeki üyelik derecesi, diğer kümenin üyelik derecesinden küçük ya da eşit ise \tilde{A} bulanık kümesi \tilde{I} bulanık kümesinin alt kümesidir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{I}}(x), \quad x \in E$$

$$\tilde{A} \subseteq \tilde{I}$$

Eğer \tilde{A} ve \tilde{I} bulanık kümelerinin üyelik fonksiyonları evrensel kümede yer alan her bir eleman için aynı değeri alıyorsa, bu iki küme eşit kümelerdir.

Her $x \in E$ için $\mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{I}}(x)$ ise $\tilde{A} = \tilde{I}$ olur (Elmas, 2007: 219).

Bulanık iki küme arasındaki eşitlik durumu incelenirken, evrensel kümede yer alan her bir elemanın o kümelere ilişkin üyelik dereceleri birbirleriyle karşılaştırılmaktadır. Dolayısıyla bulanık kümeler yalnızca üyelik dereceleri açısından birbirlerine eşit olabilmektedirler (Özkan, 2003: 36).

2.4. Bulanık Kümelerde Mantıksal İşlemler

Bulanık kümelerde birleşim, kesişim ve tümlenme işlemleri üyelik fonksiyonlarına bakılarak yapılmaktadır (Özkan, 2003: 10; Paksoy vd., 2013: 37).

a. Birleşim İşlemi

E evrensel kümesinde tanımlanan \tilde{A} ve \tilde{I} gibi iki bulanık kümenin birleşimi $\tilde{A} \cup \tilde{I}$ şeklinde gösterilir. Üyelik fonksiyonları $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{I}}(x)$ olmak üzere; iki bulanık kümenin birleşiminin üyelik fonksiyonu, bireysel üyelik fonksiyonlarından üyelik derecesi büyük olana eşittir (Paksoy vd., 2013: 37). Birleşim kümesinin matematiksel ifadesi;

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{I}}(x) = \max(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{I}}(x)), \quad x \in E$$

şeklindedir (Nabiyev, 2003: 645; Mendel, 2001: 26).

b. Kesişim İşlemi

E evrensel kümesinde tanımlanan \tilde{A} ve \tilde{I} gibi iki bulanık kümenin kesişimi, $\tilde{A} \cap \tilde{I}$ şeklinde gösterilir. Üyelik fonksiyonları $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{I}}(x)$ olmak üzere; iki bulanık kümenin kesişiminin üyelik fonksiyonu, bireysel üyelik fonksiyonlarından üyelik derecesi küçük olana eşittir. Kesişim kümesinin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir (Elmas, 2007: 216).

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{I}}(x) = \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{I}}(x)), \quad x \in E$$

c. Tümlenme İşlemi

Üyelik dereceleri dikkate alındığında bir bulanık kümenin tümleyeni demek, küme elemanlarının üyelik derecelerinin 1'den çıkarılması demektir. Eğer, \tilde{A} ve \tilde{I} bulanık kümeleri için,

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{I}}(x), \quad x \in E$$

koşulu sağlanıyor ise, \tilde{A} ve \tilde{I} bulanık kümeleri tümleyendir denir. Tümleyen kümeler, $\tilde{I} = \tilde{A}^c$ ve $\tilde{A} = \tilde{I}^c$ ile gösterilir (Paksoy vd., 2013: 39).

3. Bulanık Sayılar

Bulanık kümelerin özel bir alt kümesi olan bulanık sayılar, kesin olmayan ya da yaklaşık olarak belirlenen sayısal miktarların ifade edilmesinde oldukça yararlıdır (Özkan, 2003: 59). Her bulanık sayı bulanık bir kümedir. Ancak her bulanık küme bulanık sayı değildir. Bulanık bir kümenin bulanık sayı olabilmesi için birtakım şartları sağlaması gerekir. Bu şartlar aşağıda yer almaktadır (Başkaya, 2011: 121; Şen, 2009: 102; Wu, 2007: 138).

- ✓ Bulanık küme, normal olmalıdır. Yani küme elemanlarından en az bir tanesinin üyelik derecesi 1'e eşit olmalıdır.
- ✓ Bulanık küme, dışbükey olmalıdır.
- ✓ Bulanık kümenin desteği sınırlı olmalıdır.
- ✓ Bulanık kümenin her α kesimi, gerçel sayı doğrusunun kapalı ve sonlu bir aralığında tanımlı olmalıdır.

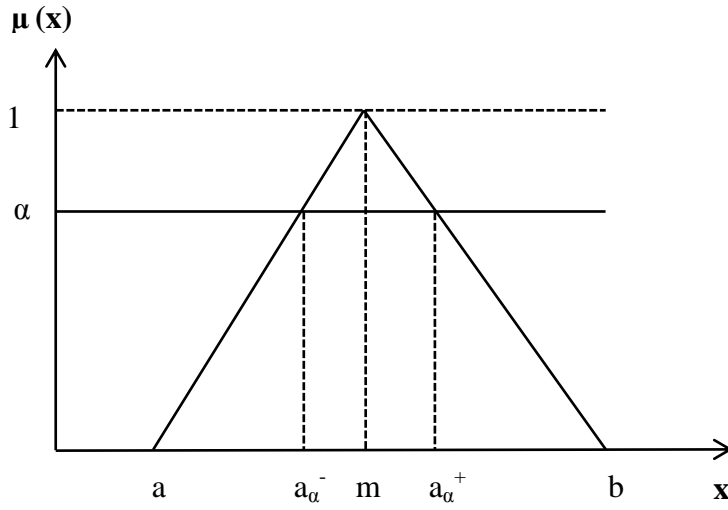
Bulanık sayıların özel türleri bulunmaktadır. Bunlardan üçgen ve yamuk bulanık sayılar en sık kullanılanlarıdır. Bu sayılar, üyelik fonksiyonlarının biçimlerine göre isimlendirilmektedirler (Özkan, 2003: 60). Üçgen ve yamuk bulanık sayıların matematiksel ifadesi ve grafiksel gösterimi Bölüm 2'deki 2.2.1. ve 2.2.2 başlıklarında ele alınmıştır.

3.1. Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler

Kesin sayılarda olduğu gibi bulanık sayılarda da birtakım cebirsel işlemler yapılabilmektedir. Bulanık sayılara ilişkin cebirsel işlemlerden literatürde yaygın olarak kullanılanları “ α – kesim yöntemi” ile “genişleme ilkesi” yöntemidir.

3.1.1. α – kesim yöntemi ile aritmetik işlemler

Bu yöntemde, bulanık sayılarla ilgili cebirsel işlem yaparken α kesimleri kullanılmaktadır. Bulanık sayılarda $\alpha = 1$ olduğu durumlarda sayı gerçek sayıya, $\alpha = 0$ olduğu durumlarda ise tam bulanık yani aralık sayıya dönüşmektedir. $0 < \alpha < 1$ durumunda ise aynı bulanık sayının α seviyesinde kesilmesi sonucu kesik bulanık küme oluşur. Bir \tilde{A} bulanık kümesinin α seviyesinde kesilmesi ile a_{α}^{-} ve a_{α}^{+} olmak üzere bir alt bir de üst sınır elde edilmektedir ve bu kesim sınırları $\tilde{A}_{\alpha} = [a_{\alpha}^{-} ; a_{\alpha}^{+}]$ şeklinde gösterilmektedir (Şen, 2009: 103-104) (Şekil 12).



Şekil 12. Bulanık Sayı α Kesim Düzeyi

Kaynak: Şen, 2004: 62.

α – kesim yöntemi ile \tilde{A} ve \tilde{I} bulanık sayılarının kesim sınırları $\tilde{A}_{\alpha} = [a_{\alpha}^{-} ; a_{\alpha}^{+}]$ ve $\tilde{I}_{\alpha} = [I_{\alpha}^{-} ; I_{\alpha}^{+}]$ olarak düşünüldüğünde; bulanık sayılara ilişkin toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri aşağıdaki gibi yapılabilmektedir (Paksoy vd., 2013: 53-55; Şen, 2009: 104-110).

$$\text{Toplama: } (\tilde{A} + \tilde{I})_{\alpha} = [a_{\alpha}^{-} + I_{\alpha}^{-} ; a_{\alpha}^{+} + I_{\alpha}^{+}]$$

$$\text{Çıkarma: } (\tilde{A} - \tilde{I})_{\alpha} = [a_{\alpha}^{-} - I_{\alpha}^{+} ; a_{\alpha}^{+} - I_{\alpha}^{-}]$$

$$\text{Çarpma: } (\tilde{A} \times \tilde{I})_{\alpha} = [\text{Enk } (a_{\alpha}^{-} \cdot I_{\alpha}^{-} ; a_{\alpha}^{-} \cdot I_{\alpha}^{+} ; a_{\alpha}^{+} \cdot I_{\alpha}^{-} ; a_{\alpha}^{+} \cdot I_{\alpha}^{+}), \text{Enb } (a_{\alpha}^{-} \cdot I_{\alpha}^{-} ; a_{\alpha}^{-} \cdot I_{\alpha}^{+} ; a_{\alpha}^{+} \cdot I_{\alpha}^{-} ; a_{\alpha}^{+} \cdot I_{\alpha}^{+})]$$

$$\text{Bölme: } (\tilde{A} / \tilde{I})_{\alpha} = [\text{Enk } (a_{\alpha}^{-} / I_{\alpha}^{-} ; a_{\alpha}^{-} / I_{\alpha}^{+} ; a_{\alpha}^{+} / I_{\alpha}^{-} ; a_{\alpha}^{+} / I_{\alpha}^{+}), \text{Enb } (a_{\alpha}^{-} / I_{\alpha}^{-} ; a_{\alpha}^{-} / I_{\alpha}^{+} ; a_{\alpha}^{+} / I_{\alpha}^{-} ; a_{\alpha}^{+} / I_{\alpha}^{+})]$$

İki bulanık sayı arasında yapılan cebirsel işlemler sonucunda yeni bir bulanık sayı elde edilmektedir (Oruç, 2008: 54).

3.1.2. Genişleme ilkesine göre aritmetik işlemler

Genişleme ilkesi matematiksel işlemlerin, kavram ve teorilerin bulanık küme ve sayı işlemlerine uygulanmasını sağlayan, bulanık bağıntı ve bulanık aritmetiğin temelini oluşturan bir yöntemdir (Güneş, 2006: 43; Özkan, 2003: 50; Şen, 2009: 120).

\tilde{A} ve \tilde{I} bulanık kümeleri sırasıyla U ve V evrenlerinde tanımlı olsun. x ve y değişkenleri de sırasıyla \tilde{A} ve \tilde{I} bulanık kümelerindeki elemanları gösterebilir. Diğer bir ifade ile $x \in \tilde{A}$, $y \in \tilde{I}$, $\tilde{A} \subset U$ ve $\tilde{I} \subset V$ olsun. Bu durumda \tilde{A} bulanık kümesi,

$$\tilde{A} = \frac{\mu_{\tilde{A}(x_1)}}{x_1} + \frac{\mu_{\tilde{A}(x_2)}}{x_2} + \dots + \frac{\mu_{\tilde{A}(x_n)}}{x_n}$$

üyelik fonksiyonu ile belirtilir (Özkan, 2003: 50). x ve y değişkenleri arasında $y = f(x)$ biçiminde ve evrensel kümeler arasında $f: U \rightarrow V$ şeklinde bir durum söz konusuysa, \tilde{I} kümesinin üyelik fonksiyonu genişleme ilkesi ile aşağıdaki gibi yazılmaktadır (Jamshidi, 1997: 507).

$$\tilde{I} = f(\tilde{A}) = f\left[\frac{\mu_{\tilde{A}(x_1)}}{x_1} + \frac{\mu_{\tilde{A}(x_2)}}{x_2} + \dots + \frac{\mu_{\tilde{A}(x_n)}}{x_n}\right] = \frac{\mu_{\tilde{A}(x_1)}}{f(x_1)} + \frac{\mu_{\tilde{A}(x_2)}}{f(x_2)} + \dots + \frac{\mu_{\tilde{A}(x_n)}}{f(x_n)}$$

Buradan herhangi bir dönüşümde verilen fonksiyona göre sadece üye değerlerinin dönüştürüldüğü, üyelik derecesinin ise aynı kaldığı anlaşılmaktadır. Genişleme ilkesi ile bulanık sayıların dönüşümlerinin yapılması kolaylaşmaktadır (Şen, 2009: 120).

Genişleme ilkesi kullanılarak iki bulanık sayıya ilişkin toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri yapılabilir. Bu işlemler aşağıda yer almaktadır (Buckley ve Siler, 1988'den aktaran Özkan, 2003, s. 76; Zhang vd., 2005: 1712).

Toplama: maks {min [$\mu_{\tilde{A}}(x)$, $\mu_{\tilde{I}}(y)$]

$z=x+y$
Çıkarma: maks {min [$\mu_{\tilde{A}}(x)$, $\mu_{\tilde{I}}(y)$]

$z=x \cdot y$
Çarpma: maks {min [$\mu_{\tilde{A}}(x)$, $\mu_{\tilde{I}}(y)$]

$z=x \div y$
Bölme: maks {min [$\mu_{\tilde{A}}(x)$, $\mu_{\tilde{I}}(y)$]

Genişleme ilkesinin aritmetik işlemlerinde yer alan sembollere bakıldığında, örneğin toplama işleminde, $x + y = z$ eşitliği \tilde{A} ve \tilde{I} bulanık küme değişkenlerinden x ve y 'nin toplamının z ettiği tüm durumların bulunması anlamına gelmektedir. “Min” ifadesi ise, iki bulanık kümede yer alan x ve y değerlerinin üyelik derecelerinden küçük olanın alınması demektir (Şen, 2009: 119).

4. Bulanık Veri Zarflama Analizi

Veri zarflama analizi, veriye duyarlı bir etkinlik ölçme yöntemidir. Dolayısıyla verilerde oluşabilecek çeşitli hatalar sonucu çok farklı sonuçlar elde edilebilmektedir (Ege, 2009) ve aykırı değerler, karar verme birimlerinin etkinlik ölçümlerini büyük ölçüde değiştirebilmektedir (Kao ve Liu, 2000a: 428). Bu nedenle girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin verilerin çok dikkatli seçilmesi, elde edilen verilerin güvenilir olduğundan emin olunması gerekmektedir. Ayrıca veri zarflama analizi, kesin olmayan verilerle ilgilenmemekte ve analizde kullanılan bütün girdi ve çıktı değişkenlerinin kesin verilerden oluştuğunu varsaymaktadır (Hsu, 2005'ten aktaran Deniz, 2009, s. 85). Ancak gerçek hayatta girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin verilerin tam ve doğru olarak elde edilmesi oldukça güçtür, hatta çoğu durumda belirsizlikler içermekte ya da düzgün veri elde edilmesi mümkün olamamaktadır (Artut, 2013: 34; Güngör ve Oruç, 2009: 18). Belirsizlik nedeniyle kesin olmayan verilerle de karşılaşmaktadır (Hatami-Marbini vd., 2011: 457; Hatami- Marbini, 2011: 40; Razavi vd., 2013: 595). Özellikle üretim ve hizmet süreçlerinin karmaşık girdi ve çıktılar içermesi hassas bir şekilde etkinlik ölçümü yapılmasını zorlaştırmaktadır (Deniz, 2009: 85). Sağlık hizmeti sunumu ile ilgili etkinliğin değerlendirilmesinde kullanılan sağlık göstergelerine ilişkin istatistiklerin tutulmasında da eksik ya da yanlış verilerle karşılaşılması söz konusu

olabilmektedir. Verilerin kalitatif olduğu ya da kesin olarak bilinmediği, verilerde eksiklik, yanlışlık ya da belirsizlik olduğu durumlarda etkinlik ölçümlerinin yapılabilmesi için bulanık küme teorisinden ve üyelik fonksiyonlarından yararlanılarak oluşturulan Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA) modelleri geliştirilmiştir (Artut, 2013: 34; Oruç vd., 2009: 280).

Bulanık Veri Zarflama Analizi, bulanık gözlemler içeren karar verme birimleri için bulanık etkinlik ölçümleri yapabilen bir yöntemdir (Ege, 2009). Bulanık veriler kullanan BVZA, gerçek hayattaki durumları, VZA' ya göre daha gerçekçi bir şekilde ifade etmektedir (Lertworasirikul vd., 2003: 339). Son zamanlarda yapılan VZA çalışmaları bulanık verilerin, nasıl kesin veri haline getirileceği ve VZA yapısına nasıl dâhil edileceği konusuna odaklanmıştır. Bu kapsamda VZA modelinin bulanık türleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Şafak, 2009: 54).

Bazı veriler bulanık olduğunda, karar sürecindeki amaç ve kısıtlar da bulanık hale gelmektedir. VZA modeli doğrusal programlama modeli olduğundan, bulanık VZA problemlerine bulanık doğrusal programlama tekniklerinin uygulanması gerekmektedir (Kahraman ve Tolga, 1998'den aktaran Güneş, 2006, s. 48).

4.1. Bulanık Veri Zarflama Analizi Modelleri

Bulanık veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü için çeşitli bulanık veri zarflama analizi modelleri geliştirilmiştir. Bulanık veri zarflama analizi modellerinde kullanılabilen veriler dört grupta incelenmektedir (Oruç, 2008: 60).

- a. Sınırlandırılmış (Aralık) Veriler (Interval Data): Alt ve üst sınır değerlerinin ya da üyelik fonksiyonlarının bilindiği bulanık sayı verileridir.
- b. Sıralı Veriler (Ordinal Data): Karar verme birimlerine ilişkin i. girdi ya da r. çıktı verileri arasında büyük, küçük, eşit ya da çok önemli, önemli, önemsiz gibi nitel sıralı ilişkilerin bulunduğu verilerdir.
- c. Hiçbir şekilde elde edilememiş veriler (Missing Data)
- d. Kesin değeri bilinen veriler (Exact Data)

Bulanık veri zarflama analizine ilişkin geliştirilmiş çok sayıda model bulunmaktadır. Çalışmanın bu kısmında analizde kullanılacak olan Wang, Greatbanks ve Yang (2005) modeli ile ilgili detaylı bilgiler verilecek; diğer modellere ise kısaca değinilecektir.

4.1.1. Sengupta modeli

VZA' da bulanık küme teorisini ilk kez kullanan Sengupta (1992)'dir. Sengupta (1992), eksik bilgi bulunan ve belirsiz veriler içeren karar verme birimlerinin etkinlik ölçümü için veri zarflama analizinde bulanık küme teorisini kullanmıştır. Belirsiz veri koşullarında bulanık doğrusal programlama ile veri zarflama analizinin CCR modelinin kısıtlarını ve amaç fonksiyonunu bulanıklaştırmıştır (Artut, 2013: 36; Kabnurkar, 2001: 83; Şafak, 2009: 9). Bu sayede VZA modelinin ilişkileri rahatlamış ve modelde esneklik sağlanmıştır (Triantis ve Girod, 1998: 87). Bulanık matematiksel programlama, bulanık regresyon ve bulanık entropi olmak üzere üç farklı bulanık yaklaşım kullanmış olduğu çalışmada; bulanık matematiksel programlama modeli için “doğrusal ve doğrusal olmayan üyelik fonksiyonu” olmak üzere iki farklı üyelik fonksiyonu ele almıştır.

4.1.2. Despotis-Smirlis modeli

Model, VZA' da karşılaşılabilecek bulanık verilerin çözümünde kullanılmak üzere geliştirilen; sınırlandırılmış, kesin ve aralık verilerin birlikte bulunduğu durumlarda uygulanabilen alternatif bir yaklaşımdır. Bu modelde doğrusal olmayan VZA modelleri, özgün veri seti üzerinde birtakım dönüştürme işlemleri uygulanarak ve basit bir formülasyon kullanılarak eşdeğer doğrusal programlama modeline dönüştürülür. Bu dönüştürme işlemi, veriler üzerinde herhangi bir ölçek dönüşümü yapılmaksızın özgün veri seti üzerinde gerçekleştirilir. Karar verme birimlerinin etkinlik skorlarının alt ve üst sınırlarının tahmininde bu özel dönüşümlerden yararlanır (Despotis ve Smirlis, 2002: 24-36).

4.1.3. Cook-Kress-Seiford modeli

Cook, Kress ve Seiford tarafından 1993 yılında yalnızca sıralı veriler içeren girdi değişkenlerinden oluşan standart CCR modeli önerilmiştir. Yazarlar, 1996 yılında bu modeli geliştirerek kesin ve sıralı veriler içeren bir yaklaşım önermişlerdir (Cook vd., 1996).

4.1.4. Cooper-Park-Yu modeli

Sınırlandırılmış, kesin değeri bilinen ve sıralı veriler için uygulanabilen model 1992 yılında geliştirilmiştir. Model iki aşamalı olarak tasarlanmıştır. İlk aşamada verilere ilişkin ölçek dönüşümü yapılmaktadır. Bunun için her veri, ilgili sütunda bulunan maksimum değerli veriye bölünmektedir. İkinci aşamada girdi ve çıktı değişkenleri ile bu değişkenlere ilişkin ağırlıklar bilinmediğinden doğrusal olmayan VZA modeli değişken dönüşümü ile doğrusal VZA modeline çevrilmektedir (Cooper, Park ve Yu, 1999'dan aktaran Eslamian Shiraz, 2014, s. 65).

4.1.5. Kao-Liu modeli

Bulanık veriler içeren karar verme birimlerinin etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilen bu yöntemde, α -kesim yaklaşımı kullanılarak bulanık VZA modelinin klasik VZA modeline dönüştürülmesi söz konusudur. Modelde, üyelik fonksiyonları vasıtasıyla klasik VZA modellerinin tanımlanması için parametrik programlama çifti formüle edilmiştir. Bulanık veriler yerine etkinlik ölçümlerinin üyelik fonksiyonları ile ifade edilmesi sonucu daha fazla bilgi elde edilmektedir (Kao ve Liu, 2000a). Model, sınırlandırılmış ve kesin değeri bilinen verilerin bulunduğu durumlarda uygulanabilir (Oruç, 2008: 72).

Kao-Liu modeli, yazarlar tarafından 2000 yılında yayınlanan “Data Envelopment Analysis with Missing Data: An Application to University Libraries in Taiwan” başlıklı çalışmada kullanılmıştır. Tayvan’da 24 üniversite kütüphanesinin etkinliğinin değerlendirildiği çalışmada elde edilemeyen kayıp verilere ilişkin üçgen üyelik

fonksiyonu tanımlanmış; bu sayede etkinlik skorlarının hesaplanmasında bulanık VZA modeli kullanılmıştır (Kao ve Liu, 2000b).

4.1.6. Guo - Tanaka modeli

Modelde bulanık girdi ve çıktı verilerine sahip karar verme birimlerinin etkinliğini değerlendirmek için CCR modeli bulanık VZA modeline dönüştürülmüştür. Bulanık VZA modeli, klasik VZA ile regresyon analizi arasındaki ilişki göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur (Guo ve Tanaka, 2001).

4.1.7. Saati-Memariani-Jahanshahloo modeli

Modelde üçgen bulanık sayılar kullanılarak oluşturulan CCR modeli kullanılmıştır. Bulanık CCR modelini kesin sayılardan oluşan doğrusal programlama modeline dönüştürmek için α -kesim kümelerinden yararlanılmıştır. Modelde ayrıca bulanık VZA yaklaşımı kullanılarak karar verme birimleri için bir sıralama yöntemi de önerilmektedir (Saati vd., 2002).

4.1.8. Saati-Memariani modeli

Bulanık veri zarflama analizinde karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin değerlendirilmesinde en önemli husus her bir girdi ve çıktı değişkenine ilişkin göz önünde bulundurulmuş ağırlıklardır. Karar verme birimlerinde kullanılan ağırlık setleri birbirinden farklıdır. Bazı durumlarda ise aynı değişken farklı ağırlık değerleri alabildiğinden kabul edilmemektedir. Bu nedenle karar verme birimleri kümesinin genelinde kullanılan ortak bir ağırlık seti oluşturmak önemlidir. Bu modelde faktör ağırlıklarının üst sınırları değerlendirilerek bulanık sayılardan oluşan bir ağırlık seti oluşturulmaktadır (Saati ve Memariani, 2005).

4.1.9. Lertworasirikul-Fang-Joines-Nuttle modeli

Model, bulanık kısıtlara ilişkin olasılık değerlerini kullanarak bulanık VZA modelini olasılıklı VZA modeline dönüştürmektedir. Modelde bulanık verilere ilişkin üyelik fonksiyonu yamuk üyelik fonksiyonu şeklinde tanımlanmıştır (Lertworasirikul vd., 2003).

4.1.10. León-Liern-Ruiz-Sirvent modeli

Model, α -kesimlerin karşılaştırmasına dayanan bazı sıralama yöntemleri kullanılarak klasik VZA modellerinin – özellikle BBC modeli – bulanıklaştırılmış şeklidir. Etkinlik ölçümlerinde olasılıklı programlama teknikleri kullanılmaktadır (León vd., 2003). Sınırlandırılmış veriler için geliştirilmiş olan modelde bulanık girdi ve çıktı verileri yamuk üyelik fonksiyonuna sahiptir (Oruç, 2008: 94).

4.1.11. Zhu modeli

Klasik VZA modelinde bütün girdi ve çıktı değişkenlerinin değerleri kesin olarak bilinmektedir. Ancak bazı durumlarda girdi ve çıktı değişkenlerinin değerleri bilinmeyebilir. Bu durumda VZA modeli doğrusal olmayan programlama modeline dönüşmektedir. Girdi ve çıktı değişkenlerinin bilinmediği böyle durumlarda iki farklı yaklaşım kullanılmaktadır. Bunlardan biri doğrusal olmayan modeli doğrusal modele dönüştürmek için yapılan ölçek dönüşümleri; diğeri kesin olmayan verileri kesin verilere dönüştürme işlemidir. Bu modelde iki yöntem karşılaştırılmıştır (Zhu, 2003).

4.1.12. Wang-Chin modeli

Modelde, veri zarflama analizi modelleri için “bulanık beklenen değer yaklaşımı” kullanılmaktadır. Bulanık girdi ve bulanık çıktı verilerine ilişkin beklenen değerler karar verme birimlerinin iyimser ve kötümser etkinliklerini ölçmek için kullanılmaktadır. Karar verme birimlerinin etkinliklerine göre sıralanması ve en etkin karar verme

biriminin belirlenmesi amacıyla iyimser ve kötümser etkinlik değerlerinin geometrik ortalaması alınır (Wang ve Chin, 2011).

4.1.13. Wang, Greatbanks ve Yang (2005) modeli

Model, aralık ya da bulanık girdi ve çıktı değişkenleri kullanılarak veri zarflama analizinde etkinlik ölçümünün nasıl yapılabildiğini açıklamaktadır. Aralık verilerde aritmetik işlemlere dayalı yeni bir aralık VZA modeli oluşturulmuştur. Bu yeni model, genellikle değişken değiştirme ve ölçek dönüştürmeye gereksinim duyan doğrusal olmayan optimizasyon problemi olduğundan aralık verilerin bulunduğu klasik VZA modellerinden farklıdır. Aralık verilerin ve α -kesim kümelerinin aralık VZA modellerine dahil edilmesiyle sıralı (ordinal) veriler ve bulanık veriler aralık verilere dönüştürülür. Önerilen aralık VZA modeli, aralık girdi ve çıktı değişkenleri kullanılarak her bir karar verme biriminin göreceli etkinliğinin alt ve üst sınırını ölçmek için geliştirilmiştir (Wang vd., 2005a).

Wang vd. (2005a: 350-351), kendi modelini oluştururken Despotis ve Smirlis'in geliştirdiği modeli incelemiştir. Despotis ve Smirlis (2002)'in modelinde, karar verme birimlerinin etkinliğinin ölçümünde kullanılan kısıt kümesinin her bir karar verme birimi için değişiklik gösterdiğini; ayrıca aynı karar verme biriminin alt sınır ve üst sınır etkinliğinin ölçülmesinde kullanılan kısıt kümesinin de her bir karar verme biriminde farklı olduğunu tespit etmişlerdir. Kısıt kümesinin karar verme birimleri arasında farklılık göstermesinin etkinliklerin karşılaştırılmasında eksiklik yaratabileceğini ve n adet karar verme biriminin yalnızca bir gerçek üretim kısıtına sahip olması gerektiğini düşünen Wang vd., (2005a), kendi modellerini oluştururken karar verme birimleri için farklı üretim fonksiyonlarını kullanmaktan kaçınmışlar ve tüm karar verme birimleri için sabit ve birleşik bir üretim sınırı oluşturan aynı kısıt kümesini kullanmışlardır. Modele ilişkin detaylı bilgiler aşağıdadır.

KVB_j'nin etkinliği,

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}, \quad j=1, \dots, n$$

şeklinde belirtilebilir. Aralık verilere ilişkin işlemlerde kullanılan kurallara göre KVB_j'nin etkinliği aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r [y_{rj}^L, y_{rj}^U]}{\sum_{i=1}^m v_i [x_{ij}^L, x_{ij}^U]} = \frac{[\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L, \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U]}{[\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L, \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U]} = \left[\frac{[\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L, \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U]}{[\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U, \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L]} \right], \quad j=1, \dots, n$$

Burada θ_j , bir aralık sayı olarak $[\theta_j^L, \theta_j^U]$ ($j=1, \dots, n$) şeklinde gösterilmektedir.

$$\theta_j = [\theta_j^L, \theta_j^U] = \left[\frac{[\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L, \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U]}{[\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U, \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L]} \right] \subseteq (0,1), \quad j=1, \dots, n$$

Buradan,

$$\theta_j^U = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L} \leq 1, \quad j=1, \dots, n$$

$$\theta_j^L = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U} > 0, \quad j=1, \dots, n \quad \text{olarak ifade edilebilir.}$$

KVB₀'ın alt ve üst sınırlarının etkinliğini ölçmek için aşağıda verilen kesirli programlama model çifti geliştirilmiştir.

Etkinlik aralığının üst sınırı:

$$\text{Maks } \theta_{j_0}^U = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}^U}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}^L}$$

$$\theta_j^U = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad \forall r, i$$

Model (1a)

Etkinlik aralığının alt sınırı:

$$\text{Maks } \theta_{j_0}^L = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}^L}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}^U}$$

$$\theta_j^L = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad \forall r, i$$

Model (1b)

Model (1a) ve Model (1b)'de yer alan kesirli programlama modellerine Charnes-Cooper dönüşümü uygulandığında aşağıdaki doğrusal programa modeli elde edilir.

Etkinlik aralığının üst sınırı:

$$\text{Maks } \theta_{j_0}^U = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}^U$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}^L = 1$$

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

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad \forall r, i$$

Model (2a)

Etkinlik aralığının alt sınırı:

$$\text{Maks } \theta_{j_0}^L = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}^L$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}^U = 1$$

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

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad \forall r, i$$

Model (2b)

Model (2a)'da yer alan $\theta_{j_0}^U$, tüm KVB'ler en iyi üretim etkinliği durumunda iken, KVB_0 aracılığıyla elde edilen en iyi olası görelî etkinliği ifade etmektedir. (2b) nolu modelde yer alan $\theta_{j_0}^L$ ise; KVB_0 en iyi olası görelî etkinliğinin alt sınırını temsil etmektedir. Dolayısıyla $[\theta_{j_0}^L, \theta_{j_0}^U]$, olası en iyi görelî etkinlik aralığını oluşturmaktadır.

Her bir karar verme biriminin etkinlik değeri bir aralık ile tanımlanmaktadır. Aralık değerlerin genişlikleri farklı olmasına rağmen merkezleri aynı olduğunda, karar verme birimlerine ait etkinlik değerleri doğrudan karşılaştırılamayabilir. Bu durumda etkinlik değerlerinin sıralanması ve karşılaştırılmasında kullanılacak bir tekniğe ihtiyaç duyulmaktadır (Wang vd., 2005a: 361). Bu ihtiyaçtan yola çıkarak Wang vd. (2005b), geliştirmiş oldukları aralıklı VZA modeline ek olarak, karar verme birimlerinin etkinliklerinin sıralandığı ve karşılaştırıldığı yeni bir yaklaşım “Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı – Minimax Regret-Based Approach” önermişlerdir. Bu yaklaşım, Wang vd. (2005a) tarafından detaylı olarak anlatılmış olup; aşağıda yaklaşıma ilişkin bilgiler sunulmuştur.

$A_i = [a_i^L, a_i^U] = \langle m(A_i), w(A_i) \rangle$ ($i = 1, \dots, n$) n adet KVB' nin etkinlik aralığı olsun. Burada $m(A_i) = \frac{1}{2} (a_i^R + a_i^L)$ KVB'lerin orta noktasını yani merkezini; $w(A_i) = \frac{1}{2} (a_i^R - a_i^L)$ ise genişliğini göstermektedir. $A_i = [a_i^L, a_i^U]$ ifadesinin en iyi etkinlik aralığını temsil ettiği varsayıldığında, $b = \max_{j \neq i} \{a_j^U\}$ olsun. Eğer $a_i^L < b$ olursa, karar vericiler için etkinlik kaybı (diğer ismiyle fırsat ya da pişmanlık kaybı) oluşur ve karar verici pişman olur. Maksimum etkinlik kaybı $\max(r_i) = b - a_i^L = \max_{j \neq i} \{a_j^U\} - a_i^L$ şeklinde ifade edilir.

Eğer $a_i^L \geq b$ ise, karar vericiler için etkinlik kaybı ve pişmanlık oluşmaz. Bu durumda pişmanlık sıfır olarak ($r_i=0$) tanımlanır. Yukarıda açıklanan iki durum birleştirildiğinde;

$$\max(r_i) = \max \left[\max_{j \neq i} (a_j^U) - a_i^L, 0 \right] \quad \text{oluşur.}$$

Böylece, minimaks pişmanlık kriteri, izleyen koşulları sağlayan etkinlik aralığı olarak seçilir.

$$\min_i \{ \text{maks}(r_i) \} = \min_i \{ \text{maks} [\text{maks}_{j \neq i} (a_j^U) - a_i^L, 0] \}$$

$A_i = [a_i^L, a_i^U] = \langle m(A_i), w(A_i) \rangle$ ($i = 1, \dots, n$) etkinlik aralıkları kümesi olsun. Her etkinlik aralığı A_i 'nin maksimum etkinlik kaybı (maksimum pişmanlık);

$$R(A_i) = \max_{i=1, \dots, n} [\text{maks}_{j \neq i} (a_j^U) - a_i^L, 0] = \max_{i=1, \dots, n} [\text{maks}_{j \neq i} \{ m(A_j) + w(A_j) \} - (m(A_i) - w(A_i)), 0],$$

şeklinde tanımlanır. Bu durumda maksimum etkinlik kaybı en düşük olan etkinlik aralığı, en çok tercih edilen, en cazip etkinlik aralığıdır. Maksimum etkinlik kayıpları görelî sayılar olduğundan, diğer tüm etkinlik kayıpları arasındaki maksimum etkinlik dikkate alınarak hesaplamalar yapılır. Dolayısıyla etkinlik aralıkları kümesinden yalnızca en çok tercih edilen, en cazip etkinlik aralığının seçilmesinde kullanılırlar. Ancak etkinlik aralıkları kümesi ile ilgili herhangi bir sıralamada kullanılamazlar. Maksimum etkinlik kayıpları kullanılarak etkinlik aralıkları kümesinde sıralama yapabilmek için aşağıda verilen adımları uygulamak gerekmektedir.

Adım 1. Her bir etkinlik aralığı için maksimum etkinlik kaybı hesaplanır ve maksimum etkinlik (pişmanlık) kaybı en küçük olan en cazip etkinlik aralığı seçilir. Burada $1 \leq i_1 \leq n$ olmak üzere A_{i_1} 'in seçildiği varsayalım.

Adım 2. İlk adımda seçilen A_{i_1} elenir. Her bir etkinlik aralığının maksimum etkinlik kaybı yeniden hesaplanır. Kalan $(n-1)$ etkinlik aralığından en çok tercih edilen, en cazip etkinlik aralığı belirlenir. $1 \leq i_2 \leq n$ fakat $i_2 \neq i_1$ olmak üzere, A_{i_2} 'nin seçildiği varsayalım.

Adım 3. İkinci adımda seçilen A_{i_2} elenir ve her bir etkinlik aralığının maksimum etkinlik kaybı yeniden hesaplanır. Geriye kalan $(n-2)$ etkinlik aralığından en çok tercih edilen, en cazip etkinlik aralığı A_{i_3} olarak belirlenir.

Adım 4. Yukarıdaki eleme işlemleri yalnızca bir etkinlik aralığı A_{in} kalana kadar devam eder. En son sıralama $A_{i1} > A_{i2} > \dots > A_{in}$ şeklinde oluşur. Burada “ $>$ ” sembolü “daha üstün, daha iyi” anlamında kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Wang, Greatbanks ve Yang (2005a) modelinin kullanılmasının nedeni, modelin literatürde sıklıkla yer alması ve modeli kullanan çok sayıda tez ve makalenin bulunmasıdır. Apaydın ve Güneş (2007), Türkiye’de birinci derece kalkınma öncelikli yörelerin ve Şafak vd. (2013) İzmir Orman Bölge Müdürlüğü’ne bağlı bucaklardaki orman işletmelerinin etkinliklerinin değerlendirilmesinde Wang vd. (2005a) modelini kullanmışlardır. Ayrıca Hadi-Vencheh vd. (2014), aralık verilerden oluşan beş girdi ve iki çıktı değişkeni ile yirmi beş karar verme biriminin etkinliğini değerlendirdikleri çalışmada, göreceli etkinlik ölçümünde alternatif bir model önermişler ve önerilen bu modelde Wang vd. (2005a) tarafından oluşturulan alt sınır ve üst sınıra ilişkin matematiksel modelden yararlanmışlardır. Benzer şekilde Saen (2011: 599) de uluslararası pazar (ülke) seçimi ile ilgili yapmış olduğu çalışmasında kesin olmayan veriler ile ilgili geliştirilen bir model önermiştir. Önerilen bu modelde de Wang vd. (2005a) modelinden yararlanmışlardır.

Modeli kullanan tezlere bakıldığında Şafak (2009)’ın, Ege Bölgesi orman işletmelerinin etkinlik düzeylerinin belirlenmesi ile ilgili doktora tez çalışmasında; Balkan (2011)’ın, 45 ülkenin hisse senedi piyasalarının etkinliğini değerlendirdiği yüksek lisans tez çalışmasında ve Çakır (2015)’ın, Borsa İstanbul’a kote olmuş ve teknoloji/bilişim sektöründe faaliyet gösteren on altı firmanın etkinliğini değerlendirdiği doktora tez çalışmasında Wang vd. (2005a) modeli kullanılmıştır.

Literatür incelendiğinde, Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı’nın da çok sayıda tez ve makalede kullanıldığı görülmektedir. Aydın ve Zortuk (2014), Azizi (2014), Chin vd. (2009), Saen (2008), Saen (2009), Safari vd. (2013) ve Şafak vd. (2013) makalelerinde; Aksoy (2014), Artut (2013), Balkan (2011), Güneş (2006) ve Şafak (2009) ise tez çalışmalarında bu yöntemi kullanmışlardır.

Üçüncü Bölüm

OECD Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Belirlenmesi

Toplumların gelişmişlik göstergelerinden biri olan sağlık ve sağlığın korunması ve geliştirilmesi amacıyla sunulan sağlık hizmetleri tüm ülkeler için önem arz etmektedir. Özellikle teknolojiye yaşanan hızlı değişimler, bireylerin eğitim seviyesinin ve bilinç düzeyinin yükselmesi ve sağlığa olan talebin artmasıyla birlikte sağlık hizmeti maliyetlerinde meydana gelen artışlar ülkelerin sağlığa daha fazla önem vermeleri, sağlık etkinliklerini değerlendirmeleri gerekliliğini gündeme getirmiştir. Sağlık hizmetlerine erişimde bireylerin beklentilerinin, eğitim ve gelir seviyesinin artması, sağlık sistemi ve karar vericiler üzerinde bütçe kısıtı nedeniyle kaynaklar artırılmadan toplumun sağlık düzeyinin yükseltilmesi açısından baskı oluşturmaktadır (Tarcan vd., 2015: 99). Sağlık etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılan bir takım sağlık göstergeleri bulunmaktadır. Bu bölümde sağlık ve sağlık hizmeti kavramları açıklanacak, sağlık hizmet sunumunda kullanılan sağlık göstergelerine ilişkin bilgiler sunulacak ve sağlık sektöründe veri zarflama analizi ve bulanık veri zarflama analizi kullanılarak yapılan çalışmalar derlenecektir. Bu bölümde ayrıca araştırmanın amacı, özgünlüğü ve önemi belirtilmiş; araştırma verilerinin elde edilmesi ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Bulanık veri zarflama analizi uygulamasında kullanılacak olan karar verme birimleri belirlenmiş; uygun girdi ve çıktı değişkenleri seçilmiş ve bu değişkenlere ilişkin korelasyon analizleri yapılmıştır. Bulanık veri zarflama analizi uygulaması ile OECD ülkelerinin etkinlikleri belirlenmiş; bulanık kümeleme analizi ile Türkiye'nin içinde bulunduğu kümedeki diğer ülkelerle etkinliği karşılaştırılmış ve sonuçlar raporlaştırılmıştır.

1. Sağlık ve Sağlık Hizmetleri Kavramları

Sağlık kavramı, sağlığa yönelik bakış açılarına ve tanımların yapıldığı dönemin özelliklerine göre farklı şekillerde tanımlanmıştır. Sağlığa ilişkin yaygın olarak kullanılan ve evrensel olan 1948 yılında Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından yapılan

tanıma göre sağlık, “yalnızca hastalık ya da sakatlığın olmaması değil; fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik halinin bulunması” şeklinde tanımlanmaktadır (Fertman vd., 2012: 4; Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 18). Bu tanımda yer alan “sosyal yönden” ifadesi sağlığın kapsamlı bir şekilde ele alınması gereken bir kavram olduğuna vurgu yapmaktadır. Örneğin, geçim sıkıntısı ya da iş ortamındaki çatışmalar sonucu kişide “tam iyilik hali” gerçekleşmiyorsa sağlığı da gerçekleşmeyebilir (Hayran, 2013: 11). İyilik hali durumu ise, yoksulluk, işsizlik, gelir dağılımı, baskıcı kültürel kurallar ve aile ilişkileri, baskıcı politik yönetimler, rejimler ve savaşlar gibi birtakım olay ve durumlardan etkilenmektedir (Çelik, 2013: 26). Sağlığın pozitif ve negatif yönden tanımlanması da söz konusudur. Sosyal faaliyetleri yerine getirmede yeterli olma, bireyin hayata katılabilme yeteneği, stresli durumlarda karşı koyabilmesi, psikolojik iyilik hali ve fiziksel uyum düzeyi, toplumla iyi ilişkiler kurabilme becerisi sağlığın pozitif tanımını; hastalıkların ya da patolojik anormalliğin yokluğu ise negatif tanımını oluşturmaktadır (Çelik, 2013: 25; Lamb vd., 1998’den aktaran Bowling, 2005: 5). Dolayısıyla sağlık, doğrudan ya da dolaylı olarak birbiri ile ilişki birçok faktörden oluşan çok boyutlu bir kavramdır (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 18).

Sağlığa çevresel bir yaklaşımla bakan H. Blum, sağlık durumunu sırasıyla en çok etkileyen çevre (biyolojik, fiziksel ve sosyal çevre), kalıtım (genetik), yaşam tarzı (kişisel davranış, değer, tutum ve alışkanlıklar) ve sağlık hizmetleri olmak üzere dört temel faktörün bulunduğunu; bu dört temel faktörün de farklı toplumsal sistemler tarafından belirlendiğini ve bu toplumsal sistemler aracılığıyla birbirlerini etkilediklerini ileri sürmektedir. Sağlığı etkileyen bu dört temel faktör nüfus, kültürel sistemler, doğal kaynaklar, ruh sağlığı, ekolojik denge, ekonomik sistem ve politik sistem gibi toplumsal sistemlerin etkisi altında bulunmaktadır. Sağlık durumunu etkileyen biyolojik çevre, mikroorganizmalar, vektörler, bitkiler, hayvanlar ve besinlerden; fiziksel çevre ise iklim, toprak yapısı, hava kirliliği, atıklar, su kaynakları vb. faktörlerden oluşmaktadır. Bunun dışında sosyal ve demografik özellikler ile ekonomik koşullar da sağlık üzerinde etkili olmaktadır. Bireyin doğuştan sahip olduğu kalıtsal özellikleri de hastalıklara karşı olan duyarlılığını etkileyebilmektedir. Örneğin, koroner kalp, hipertansiyon, felç, diyabet gibi hastalıkların ve bazı kanser türlerinin ortaya çıkışında genetik faktörler etkili olmaktadır. Sigara kullanma, alkol tüketme, kişisel temizliğe özen göstermeme,

uyuşturucu bağımlılığı, sağlık hizmeti gereksinimi erteleme, tehlikeli araç, iş aracı ve makinaları kullanma, doktorun vermiş olduğu tedavi ve önerileri göz ardı etme gibi birtakım davranışlar ve yaşam tarzı da sağlığı olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 19-29).

İnsan potansiyelinin gelişmesini engelleyebilecek biyolojik, çevresel, sosyal, ailevi ve kişisel faktörlerin oluşmasını önlemek sağlığın temel amacıdır (Çelik, 2013: 25). Toplumun sağlık ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için sağlık hizmetleri olarak adlandırılan birtakım hizmetler sunulmaktadır. Sağlık hizmetleri, kişilerin ve toplumların sağlıklarını korumak ve geliştirmek, rehabilite etmek, hastalıkları önlemek, hasta olanların teşhis ve tedavisini yapmak, iyileşmenin tam olmadığı durumlarda başkalarına bağımlı olmadan yaşamayı sağlamak ve toplum sağlığını iyileştirmek için planlı ve programlı bir şekilde yapılan çalışmaların tümüdür (Tengilimoğlu vd., 2012: 69; Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 34; Temür ve Bakırcı, 2008: 262).

Sağlık hizmetlerinin diğer hizmetlerden ayrılan kendine özgü birtakım özellikleri bulunmaktadır. Bu özelliklerin başında sağlık hizmetinin üretiminin ve sunumunun bireysel olarak gerçekleşmesine bağlı olarak emek yoğun bir hizmet olması gelmektedir. Sağlık hizmetine olan ihtiyacın ne zaman ortaya çıkacağı önceden öngörülemediğinden ertelenmesi ya da yerine başka bir hizmetin alınabilmesi söz konusu değildir. Sağlık hizmeti sunumunda uzmanlaşma oldukça önemli olup, hizmeti alanlar ile hizmet sunanlar birçok açıdan birbirine bağımlıdırlar. Ayrıca sağlık hizmetlerinin soyut olmasından dolayı hizmete ilişkin somut çıktı elde edilmesi ve bu çıktının ölçülmesi oldukça zordur. Bu durum, hizmete ilişkin kalite faaliyetlerini ve maliyet çalışmalarını zorlaştırmaktadır (Ateş, 2012: 4-5).

Temel amacı sağlığın korunması ve geliştirilmesi olan sağlık hizmetleri genel olarak koruyucu, tedavi edici, rehabilite edici sağlık hizmetleri ve sağlığın geliştirilmesi hizmetleri olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır (Tengilimoğlu vd., 2012: 79).

a. *Koruyucu Sağlık Hizmetleri:* Sağlığın korunması, hastalıkların önlenmesi, toplumun hastalık etkenlerinden uzak tutulması ve bu etkenlerin yok edilmesi için verilen hizmetleri kapsayan koruyucu sağlık hizmetleri; kişiye ve çevreye yönelik

olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bağışıklama, hastalıkların erken tanı ve tedavisi, ilaç ve serumla koruma, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının kazandırılması, kişisel temizlik ve hijyen, aile planlaması, ana çocuk sağlığı hizmetleri ve sağlık eğitimi kişiye yönelik koruyucu hizmetler; besin kontrolü ve güvenliği, yeterli ve temiz su sağlanması, hava kirliliği kontrolü, atık kontrolü, gürültü kirliliği denetimi, konut sağlığı, iş ortamında sağlığı tehdit edebilecek etkenlerin kontrolü ve olumsuz koşullardan kaynaklanan sağlık sorunlarını önlemek için çevreye yapılan müdahaleler ise çevreye yönelik sağlık hizmetleri kapsamında yer almaktadır (Akdur, 2006: 18). Çevreye yönelik koruyucu sağlık hizmetleri, bu konuda özel eğitim görmüş mühendis, kimyager, veteriner, teknisyen ve benzeri meslek mensupları tarafından sunulmaktadır (Tengilimoğlu vd., 2012: 79). Kişiyne yönelik koruyucu sağlık hizmeti sunan kurumlar; aile sağlığı merkezi, toplum sağlığı merkezi, ana-çocuk sağlığı merkezi, gezici sağlık birimi, işyeri reviri ve hastane; çevreye yönelik koruyucu sağlık hizmeti sunan kurumlar ise çevre sağlık birimi, halk sağlığı laboratuvarı, toplum sağlığı merkezi, okul sağlığı, gezici sağlık birimi ve hastanelerdir (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 35).

b. *Tedavi Edici Sağlık Hizmetleri:* Sağlığı bozulan kişilerin tekrar sağlığına kavuşması için yapılan çalışmaların tamamını kapsayan tedavi edici sağlık hizmetleri; temel olarak uzman hekim sorumluluğunda bulunan ve diğer sağlık personeli ekibi tarafından yürütölen hizmetlerdir (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 38; Tengilimoğlu vd., 2012: 82). Tedavi edici sağlık hizmetleri yataklı tedavi kurumuna yatış gerektirmeyen hastalıkların tanı ve tedavisi ile ilgilenen günöbirlik (ayaktan) tedavi hizmetleri ile yataklı tedavi hizmetleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Günöbirlik (ayaktan) sağlık hizmeti sunan kurumlar; özel muayenehaneler, hastane poliklinikleri, hastane acil servisleri, ayaktan cerrahi hizmetleri, evde bakım hizmetleri ve diyaliz merkezleri iken; yataklı tedavi hizmeti sunan kurumlar hastaneler, hemşirelik bakım merkezleri ve terminal dönem bakım merkezleridir (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 35).

c. *Rehabilite Edici Sağlık Hizmetleri:* Hastalık ve kazalar sonucu gelişen kalıcı bozukluklar, sakatlıklar ve güçsüzlüklerin günlük yaşamı etkilemesini önlemek, kişinin kaybettiği bedensel ve zihinsel becerilerin tekrar kazanılması ve bireyin bedensel ve ruhsal yönden başkalarına bağımlı yaşamalarını engellemek için düzenlenen hizmetler

rehabilite edici sağlık hizmetleridir. Bedensel olarak grlen sakatlıkların mümkün olduğunca düzeltilmesi ve yaşam kalitesinin artırılması anlamına gelen tıbbi rehabilitasyon ile sakatlıkları sonucu eski işlerini yapamayan ya da belli bir işte bile çalışamayacak kadar kötü durumda olan kişilere iş öğretme, iş bulma ya da işe uyum sağlama çalışmaları bu kapsamda yer almaktadır (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 39; Tengilimoğlu vd., 2012: 83). Rehabilitasyon hizmeti sunan kurumlar rehabilitasyon merkezleri, hemşirelik bakım merkezleri ve evde bakım hizmetleri sunan kurumlar ile hastanelerdir (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 35).

d. *Sağlığın Geliştirilmesi Hizmetleri*: Sağlığın geliştirilmesi hizmetleri bireylerin ve toplumun bedensel ve zihinsel sağlık durumunu, yaşam kalitesini, yaşam süresini ve genel olarak sağlık statüsünü yükseltmeyi amaçlayan faaliyetlerden oluşmaktadır. Günümüzde birçok hastalık bireylerin yaşam tarzı ve alışkanlıklarından kaynaklanmaktadır (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 39). Örneğin bireylerin spor yapması, alkol ve sigaradan, rafine gıda tüketiminden uzak kalması ve kişisel hijyene önem vermesi sağlık durumunun yükselmesini sağlayabilir (Tengilimoğlu vd., 2012: 84). Sağlığın geliştirilmesi hizmeti sunan kurumlar, sağlık eğitim merkezi, toplum sağlığı merkezi, ana-ocuk sağlığı merkezi, spor tesisleri ve fitness kulübüdür (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 35).

Sağlık hizmetlerinin etkin ve verimli bir şekilde sunulması ülkeler için oldukça önemlidir. Dünya genelinde sağlık harcamalarının sürekli artması, toplumsal değer ve davranışların değişmesi, hastalık yapısı ve demografik yapıdaki değişimler, teknolojinin hızla gelişmesine bağlı olarak tıp bilimi ve teknolojisinde grlen yenilikler, yaşam süresinin ve kalitesinin artması, toplumun eğitim düzeyinin yükselmesi ve hizmet sunucular arasındaki rekabetin giderek artması gibi değişimler sağlık hizmetleri maliyetlerinde büyük bir artışa neden olmuştur. Bunun sonucunda ülkeler sağlık politikalarını tekrar gözden geçirmek, daha iyi sonuçlar veren politikalar belirlemek, maliyet ile ilgili tüm alanları iyileştirmek ve etkinlik, verimlilik ve performanslarını sürekli ölçmek durumunda kalmışlardır (Kocaman vd., 2012: 16; Ronen vd., 2006: 3).

2. Sağlık Alanında Kullanılan Göstergeler

Ülkelerin kalkınmışlık derecesinin ve sosyoekonomik gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde ekonomik, sosyal ve kültürel etmenlerin yanı sıra sağlık da önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (Temür ve Bakırcı, 2008: 262). Her ülkenin ekonomik, politik ve kültürel durumuna göre oluşturduğu sağlık politikaları; doğumda beklenen yaşam süresini yükseltmek, bebek ölüm oranlarını azaltmak ve topluma çağdaş teknoloji içeren, yeterli kapasiteye ve yetkinliğe sahip kaliteli bir sağlık hizmeti sunmak kısacası sağlıklı bir toplum oluşturmak gibi hedefler taşımaktadır (Kocaman vd., 2012: 15). Bir ülkede yeterli ve etkin düzeyde sunulan sağlık hizmetleri beşeri gelişmişliği yükseltirken, aynı zamanda toplumsal refahın olumlu yönde gelişimine de öncülük etmektedir (Çelebi ve Cura, 2013: 48). Sağlık hizmetleri ve bu hizmetlerin sunumundaki kalite ise, ülkelerin toplumsal ve ekonomik dinamizmi açısından oldukça önemlidir (Mollahaliloğlu vd., 2011: 1).

Günümüzde birçok ülkede birey ve toplum hayatında önemli bir yere sahip olan sağlık hizmetlerine ilişkin kaynak kıtlığı yaşanmakta, modern tıp uygulamaları sonucu yapılan harcamalar ve sağlık giderleri sürekli artmakta, sağlık hizmetleri maliyeti her zaman gündemde olmakta ve kaliteli sağlık hizmeti sunumu zorunlu hale gelmektedir (Kocaman vd., 2012: 16; Temür ve Bakırcı, 2008: 265). Dolayısıyla büyük yatırımların yapıldığı sağlık sektörü için kaynakların etkin kullanımı hayati önem taşımaktadır (Kocaman vd., 2012: 15). Bu amaçla sağlık yöneticileri ve politika yapıcılar mevcut kaynakları olabildiğince verimli, etkin ve optimal bir şekilde kullanarak maksimum toplum refahı elde etmeye çalışmaktadırlar (Demir ve Bakırcı, 2014: 115). Sağlık sektörü, ekonomi, teknoloji, eğitim, çevre gibi birçok alanla etkileşim halindedir. Dolayısıyla ülkeler sağlık hizmeti sunarken yalnızca sağlık sektörünü değil; sağlık ile etkileşimi bulunan teknoloji, çevre ve eğitim gibi diğer alanların da sağlık üzerindeki etkisini doğru bir şekilde analiz etmelidirler (Kocaman vd., 2012: 15).

Ülkelerin sağlık düzeylerinin incelenerek gelişmişlikleri hakkında bilgi elde edilmesi ve ülkelerarası karşılaştırmalar yapılabilmesi için objektif, standart ve niceliksel birtakım göstergelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu göstergeler literatürde “sağlık göstergeleri” olarak adlandırılmaktadır (Altıntaş, 2012: 23). Sağlık göstergeleri, temel sağlık

hizmetlerine ilişkin politikaların belirlenmesi, sağlık hizmetlerinin yönetimi, planlanması ve programlanması, sağlık alanındaki talebin belirlenmesi ve karşılanması, toplumların sağlık düzeylerinin değerlendirilmesi, sağlık sorunlarının tespiti ve çözümü, toplum sağlığının farklı boyutlarının ve yaş, cinsiyet, nüfus gibi bazı faktörlere göre değişiminin ölçümü amacıyla geliştirilen ölçütlerdir (Lorcu, 2008: 192; Çilingiroğlu, 1995'ten aktaran Orhan Aksoy, 2007, s.3).

Sağlık göstergeleri ile toplumların sağlık düzeyi, sorunları ve sağlık hizmetlerinin etkinliği hakkında bilgi elde edilmesinin yanı sıra, toplumun ya da belli bir kesimin sağlık durumunun belli bir zaman dilimindeki değişimlerinin ölçülmesi ve ülkeler arası karşılaştırma ve kıyaslama yapılması mümkün olmaktadır (Lorcu, 2008: 192; Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2011: 9; Vehid, 2000: 100-101). Örneğin, Hamarat vd. (1999) tarafından yapılan çalışmada ülkelerin sağlık göstergeleri bakımından gelişmişlik düzeylerine ilişkin bir sıralama yapılmış ve ülkeler homojenliklerine göre sınıflandırılmıştır. Sağlık göstergeleri, mevcut durumun tanımlanmasına yardımcı olduğu gibi belirli bir zaman dilimindeki değişimleri ve trendleri belirlemek için de kullanılabilir (Altıntaş, 2012: 23). Ülkeler arası karşılaştırmalarda nüfus büyüklüğünden kaynaklanan farklılıkların ortadan kaldırılabilmesi için hız, oran, olasılık, yüzde gibi birimler kullanılmaktadır (Vehid, 2000: 100-101). Sağlık göstergeleri ile yapılan karşılaştırmalar sunulan sağlık hizmetinin hangi alanda başarılı, hangi alanda başarısız olduğunun ortaya konması ve başarısız olunan kısımlarda gerekli önlemlerin alınması açısından oldukça yararlıdır (Sümbüloğlu vd., 1999: 89).

Önceleri yaşam ve ölüm ölçütlerini esas alan sağlık göstergelerine ek olarak zamanla toplumun sağlık düzeyinin belirlenmesinde başka boyutların da ele alınması gereksinimi ortaya çıkmıştır (Lorcu, 2008: 193). Ulusal ve uluslararası kuruluşlar, referans gruplar, akademisyenler tarafından geliştirilen çok sayıda sağlık göstergesi ve gösterge tanımları bulunmaktadır. Son yıllarda WHO (2014) tarafından geliştirilen “Çekirdek Sağlık Göstergeleri Küresel Referans Listesi – Global Reference List of 100 Core Health Indicators” ile sağlık göstergeleri detaylandırılmış ve her bir göstergeye ilişkin alt boyutlar tanımlanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Çekirdek Sağlık Göstergeleri Küresel Referans Listesi

SAĞLIK DURUMU GÖSTERGELERİ	
Yaşa ve Cinsiyete Özgü Ölüm (Mortalite)	<ul style="list-style-type: none">○ Doğumda beklenen yaşam süresi○ 15-60 yaş arası yetişkin ölüm hızı○ Beş yaş altı ölüm hızı○ Bebek ölüm hızı○ Yenidoğan (neonatal) ölüm hızı
Nedene Özgü Ölüm Hızı (Mortalite)	<ul style="list-style-type: none">○ Anne ölüm oranı○ Tüberküloz ölüm hızı○ HIV / AIDS ölüm hızı○ Sıtma ölüm hızı○ Kalp-damar hastalıkları, kanser, diyabet veya kronik solunum hastalıkları sonucu 30-70 yaş arası ölümler○ İntihar ölüm hızı○ Trafik kazaları sonucu ölüm hızı
Doğurganlık (Fertility)	<ul style="list-style-type: none">○ Ergen doğurganlık hızı○ Toplam doğurganlık hızı
Hastalık (Morbidity)	<ul style="list-style-type: none">○ Aşı ile önlenebilir hastalıklara ilişkin yeni vakalar○ Uluslararası Sağlık Tüzüğü ve diğer bildirim zorunlu hastalıklara ilişkin yeni vakalar○ HIV insidansı○ HIV prevalansı○ Cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlara ilişkin insidans hızı○ Tüberküloz insidans hızı○ Tüberküloz bildirim hızı○ Tüberküloz prevalans hızı○ 6-59 aylık çocuklarda sıtma paraziti prevalansı○ Sıtma insidans hızı○ Kanser türüne göre kanser insidansı
RİSK FAKTÖRLERİ	
Beslenme	<ul style="list-style-type: none">○ 0-5 aylık bebeklerde emzirme hızı○ Yeni doğan bebeklerde düşük doğum ağırlığı insidansı○ Yaşına göre boyu kısa olan 5 yaş altı çocukların yüzdesi○ Boyuna göre ağırlığı daha az olan 5 yaş altı çocukların yüzdesi○ Anemi çocuk yüzdesi○ Üreme çağındaki kadınlarda anemi prevalansı
Enfeksiyonlar	<ul style="list-style-type: none">○ Son 12 ay içinde birden fazla kişi ile gerçekleşen cinsel ilişkide kondom kullanan kadın ve erkeklerin yüzdesi○ Kondom kullanan eşcinsellerin yüzdesi

Çevresel Risk Faktörleri	<ul style="list-style-type: none"> ○ Güvenilir içme suyu hizmeti alan nüfus yüzdesi ○ Güvenli sanitasyon hizmeti alan nüfus yüzdesi ○ Kapalı ortamda pişirme / ısıtma / aydınlatma için modern yakıtlar kullanan nüfus yüzdesi
Bulaşıcı Olmayan Hastalıklar	<ul style="list-style-type: none"> ○ 15 yaş üstü kişilerde kişi başına düşen toplam alkol tüketimi ○ 18 yaş üstü kişilerde tütün kullanımı ○ 5 yaş altındaki fazla kilolu çocukların yüzdesi ○ Fazla kilolu ve obez yetişkinlerin yüzdesi ○ Yetişkinler arasında yükselmiş kan basıncı ○ Yetişkinler arasında yükselmiş kan şekeri/diyabet ○ Tuz tüketen ortalama nüfus ○ Erişkinlerde fiziksel aktivite yetersizliği
Yaralanmalar	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fiziksel ya da cinsel şiddet gören 15-49 yaş arası kadınların yüzdesi
SAĞLIK HİZMETİ KAPSAMI	
Üreme, Anne, Yeni Doğan, Çocuk ve Ergenlere İlişkin Göstergeler	<ul style="list-style-type: none"> ○ Modern kontraseptif prevalans hızı ○ Doğum öncesi bakım hizmeti alan kadın yüzdesi ○ Nitelikli sağlık personeli tarafından yapılan canlı doğumların yüzdesi ○ Doğumdan sonra iki gün içinde doğum sonrası bakım alan anne ve bebeklerin yüzdesi ○ Zatürre şüphesi bulunan 0-59 aylık çocukların oranı ○ Vitamin A takviyesi alan 6-59 aylık çocukların yüzdesi
Aşılama	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bağışıklama hızı
HIV	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pozitif HIV durumunu bilen HIV ile yaşayan insanların yüzdesi ○ HIV ile enfekte gebe kadınların yüzdesi ○ Antiretroviral Terapi tedavisi gören ileri düzeyde HIV enfeksiyonu bulunan çocuk ve yetişkinlerin yüzdesi
Tüberküloz	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tüberküloz vakası tespit oranı
Sıtma	<ul style="list-style-type: none"> ○ Gebelik sırasında sıtma hastalığını önlemek için üç veya daha fazla doz aralıklı koruyucu tedavi gören kadınların yüzdesi
Tarama ve Önleyici Bakım	<ul style="list-style-type: none"> ○ Serviks kanseri taraması yapılan 30-49 yaş arası kadınların oranı
Akıl Sağlığı	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ciddi ruhsal bozukluğu olan kişilerin yüzdesi
SAĞLIK SİSTEMLERİ	
Bakım Kalitesi ve Güvenliği	<ul style="list-style-type: none"> ○ Perioperatif ölüm hızı ○ Sağlık kurumlarındaki anne ölüm oranı ○ Başarıyla tedavi edilen tüberküloz vakaları yüzdesi

	<ul style="list-style-type: none"> 10.000 nüfus başına temel ve kapsamlı obstetrik bakım hizmetleri gibi belirli hizmetleri sunan sağlık kurumu sayısı
Erişim	<ul style="list-style-type: none"> 10.000 kişiye düşen hastane yatağı sayısı Sağlık kurumuna 5 km içinde bir uzaklıkta bulunan nüfus yüzdesi Kişi başı poliklinik sayısı/yıl
Sağlık İnsangücü	<ul style="list-style-type: none"> 1000 kişi başına düşen sağlık çalışanı sayısı 1000 kişi başına düşen sağlık insangücü yetiştiren eğitim kurumlarından mezun olan kişi sayısı
Sağlık Bilgisi	<ul style="list-style-type: none"> Kayıtlı doğumların yüzdesi Kayıtlı ölümlerin yüzdesi
Sağlık Finansmanı	<ul style="list-style-type: none"> Toplam sağlık harcamalarının GSYİH içindeki yüzdesi Cepten ödemelerin toplam sağlık harcamaları içindeki yüzdesi Toplam sağlık yatırımı harcamalarının GSYİH içindeki yüzdesi
Sağlık Güvenliği	<ul style="list-style-type: none"> Uluslararası Sağlık Tüzüğü çekirdek kapasite indeksi

Not: Bu tablo, kaynakta yer alan orijinal tablonun kısaltılmış halidir

Kaynak: WHO, 2014.

Bir ülkenin ya da bölgenin sağlık ihtiyaçlarının belirlenmesi ve sağlık düzeyinin ölçülmesi için uygun olan sağlık göstergelerinin kullanılması oldukça önemlidir (Çelik, 2013: 27).

3. Sağlık Alanında Etkinlik Analizi

Sağlık göstergeleri kullanılarak tasarlanan çok sayıda veri zarflama analizi çalışması bulunmaktadır. Bu çalışmalara ilişkin detaylı bilgiler izleyen başlıkta yer almaktadır.

3.1. Sağlık Sektöründe Veri Zarflama Analizinin Kullanımı

Veri zarflama analizi sağlık sektöründe tercih edilen bir yöntem olup, sağlıkta kullanımı oldukça yaygındır (Cellini vd., 2000: 507; Chilingirian ve Sherman, 2011: 446). Sağlıkta veri zarflama analizinin ilk uygulaması 1981 yılında H. David Sherman'ın doktora tezi ile başlamaktadır. Profesör Bill Cooper, 1979 yılında Harvard İşletme Okulu'nda Sherman ve Rajiv Banker'in de katılmış olduğu bir seminerde yeni bir teknik olarak VZA'dan bahsetmiştir. Seminer sonrası hem Banker hem de Sherman tezlerinde bu tekniği kullanmışlardır. Sherman, on beş hastanenin tıbbi ve cerrahi

bölümlerinin performanslarını veri zarflama analizi ile değerlendirmiştir. Ayrıca izleyen yıllarda asistanı Jon Chilingirian ile birlikte veri zarflama analizi kullanılarak elde edilen sonuçların diğer istatistiksel modellerle karşılaştırmasını yapmıştır (Chilingirian ve Sherman, 2011: 447). Sherman, Massachusetts’de bulunan yedi hastanenin tıbbi ve cerrahi birimlerini değerlendirdiği diğer bir çalışmasını 1984’te yayınlamıştır (Sherman, 1984). Veri zarflama analizi kullanılarak hastanelerin hemşirelik hizmetlerine yönelik yapılan ilk çalışma ise 1983 yılında Nunamaker tarafından yayınlanmıştır (Nunamaker, 1983).

Sağlık alanında veri zarflama analizi kullanımına ilişkin bazı çalışmalar araştırma makaleleri olarak yayınlanmışken; bazı çalışmalar da sistematik derleme makaleleri olarak tasarlanmıştır. Örneğin, Hollingsworth vd. (1999), 1997 yılı dahil olmak üzere sağlıkla ilgili toplam 91 adet veri zarflama analizi çalışması olduğunu belirtmiştir (Chilingirian ve Sherman, 2011: 448). O’Neill vd. (2008), 1984-2004 yılları arasında veri zarflama analizi kullanılarak hastanelerin etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmış olan 12 ülkenin temsil edildiği 79 çalışmayı incelemiştir. Çalışma kapsamında, girdi ve çıktı değişkenleri gruplanarak detaylı bilgiler sunulmuştur. Pelone vd. (2015), veri zarflama analizi kullanarak birinci basamak sağlık hizmeti sunan kurumlara ilişkin etkinlik ölçümü yapan çalışmaları derlemiştir. Belirli kriterler sonucunda toplam 39 çalışma incelenmiş; çalışmaların yapıldığı ülkeler, karar verme birimlerinin türleri ve sayıları, kullanılan modeller gibi birtakım özelliklerden bahsedilmiştir. Örneğin, birinci basamak sağlık hizmetlerinde veri zarflama analizi kullanılarak yapılan çalışmaların sayılarının yıllara göre değişimine ilişkin verilen grafiğe bakıldığında, en fazla çalışmanın 2011-2014 yılları arasında yapıldığı görülmektedir. Ayrıçay ve Özçalıcı (2014: 254) ise 1997-2012 yılları arasında Türkiye’de yayınlanmış veri zarflama analizini kullanan 100’den fazla makaleyi incelediği çalışmasında, veri zarflama analizinin en fazla sağlık ve finans kuruluşlarının etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanıldığını tespit etmiştir.

Sağlık sektöründe veri zarflama analizi uygulamalarını iki farklı şekilde ele almak mümkündür. Bunlardan biri sağlığı koruyucu, geliştirici, tedavi ve rehabilite edici sağlık hizmeti sunan sağlık kurumlarının, bu kurumlara ilişkin birimlerin, sağlık personelinin

etkinliğinin değerlendirilmesidir. Bu kapsamda literatür incelendiğinde, sağlık sektöründe veri zarflama analizinin çoğunlukla hastanelerin etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanıldığı söylenebilir. Ayrıca devlet, üniversite, özel ya da özel dal hastanelerinin yanı sıra tıp merkezleri, huzurevleri, diyaliz merkezleri, toplum ve ruh sağlığı merkezleri, organ nakli merkezleri, sağlık ocakları, ağız ve diş sağlığı merkezleri ile hekim ve hemşire gibi sağlık personelinin etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalar da bulunmaktadır (Özcan, 2008). Bunların dışında veri zarflama analizinin AIDS hastalığına ilişkin bağışıklık tedavisi (Bian vd., 2004), aşılama alanlarının ölçek etkinliğinin değerlendirilmesi (Valdmanis vd., 2003) ve kanser tedavisinde önemli bir role sahip olan radyoterapi birimlerinin etkinliğinin değerlendirilmesi (Santos ve Amado, 2012) gibi sağlığa yönelik farklı uygulama alanları da söz konusudur.

Sağlık sektöründe veri zarflama analizi uygulamalarına ilişkin ele alınan diğer bir grup ise ülkelerin, eyaletlerin, bölgelerin, illerin vb. sağlık etkinliklerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasıdır. Bu tez çalışması da OECD ülkelerinin sağlık etkinliklerinin değerlendirilmesi amacını taşıdığından, bu gruba ilişkin literatürde yer alan çalışmalar aşağıda kapsamlı olarak incelenmiştir.

Etkinlik ölçümünün gerek mikro gerek makro düzeyde sağlık politikası ve planlaması için değerli bir araç olduğunu düşünen Mirmirani ve Mirmirani (2005), yapmış oldukları çalışmada, 1990-2000 yılları arasında OECD ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerini veri zarflama analizi ile değerlendirmişler ve çalışmalarında girdi değişkenleri olarak kişi başına düşen sağlık harcamaları, nüfusa ayarlanmış hekim sayısı ve hastane yatağı sayısı, protein alım miktarı, alkol tüketim miktarı, kızamık aşısı olan çocukların yüzdesi, okul yaşam beklentisi; çıktı değişkenleri olarak ise yaşam beklentisi ile bebek ölüm hızı değişkenlerini kullanmışlardır. Afonso ve Aubyn (2007), OECD ülkelerinin sağlık etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında başlangıçta hekim sayısı, hemşire sayısı, akut bakım yatağı sayısı ve Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI) cihazı sayısı olmak üzere dört girdi; yaşam beklentisi, bebek hayatta kalma hızı, kaybedilmeyen potansiyel yaşam yılı olmak üzere üç çıktı değişkeni belirlemişler; sonrasında temel bileşenler analizi kullanarak girdi ve çıktı sayılarını düşürmüşlerdir. Analiz sonucunda ülkelere ilişkin etkinlik skorlarını hesaplamışlar, etkinsizlikleri ise

kişi başına düşen GSYİH, eğitim seviyesi, obezite ve tütün kullanımı gibi çevre değişkenleri ile açıklamışlardır. OECD ülkelerinin sağlık ve eğitim etkinliklerinin değerlendirildiği bir başka çalışmada (Afonso ve Aubyn, 2005) parametrik olmayan serbest atılabilir zarf yöntemi ile veri zarflama analizi yöntemi kullanılmıştır. Girdi değişkenleri olarak hekim sayısı, hemşire sayısı ve hasta yatağı sayısı; çıktı değişkenleri olarak ise yaşam beklentisi ve bebek hayatta kalma hızı değişkenleri ele alınmıştır. Ancak Afonso ve Aubyn (2005)'in yapmış olduğu bu çalışma, Rätty ve Luoma (2005: 3) tarafından yaşam beklentisinin ve bebek ölüm hızının hem çevresel ve kültürel faktörlere hem de yaşam tarzına bağlı olduğu; girdi faktörleri olarak yalnızca sağlık çalışanları ve yatak sayılarına bağlı kalmanın analizde önemli faktörlerin göz ardı edilmesine neden olabileceği konusunda eleştirilmiştir. OECD ülkelerinde veri zarflama analizinin kullanıldığı bir diğer çalışma Puig-Junoy (1998) tarafından yapılmıştır. Çalışmada kadınlar ve erkekler için doğumda beklenen yaşam süreleri iki farklı çıktı değişkeni olarak; hekim sayısı, diğer sağlık personeli sayısı, kişi başına düşen hastane yatağı sayısı, tütün ve alkol kullanım oranı beş girdi değişkeni olarak ele alınmıştır. Ayrıca 65 yaş üstü nüfus oranı da kontrol edilemeyen diğer bir değişken olarak analizde yer almıştır. OECD ülkelerinin 1974-1989 yılları arasında sağlık alanındaki verimliliklerinin değerlendirildiği bir başka çalışmada (Färe vd., 1997) iki model belirlenmiştir. Birinci modelde girdi değişkeni olarak hekim sayısı ile yatak sayısı; çıktı değişkeni olarak ise yatılan gün sayısı ile taburcu olan hasta sayısı kullanılmıştır. İkinci modelde ise aynı girdi değişkenleri kullanılmış olmasına rağmen; çıktı değişkeni olarak 40 yaşındaki kadınların yaşam beklentisi ve bebek ölüm hızı değişkenleri yer almaktadır. Retzlaff-Roberts vd., (2004) tarafından yapılan çalışmada iki ülkeye ilişkin eksik veri olmasından dolayı 29 OECD ülkesinden 27 tanesinin sağlık alanındaki teknik etkinliği veri zarflama analizi ile değerlendirilmiştir. Çalışmada yatak sayısı, MRI cihazı sayısı, hekim sayısı ve sağlık harcamaları (GSYİH yüzdesi) girdi değişkenleri; okul(laşma) beklentisi, Gini katsayısı ve sigara kullanım oranı çevre değişkenleri; bebek ölüm hızı ve yaşam beklentisi ise çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Adang ve Borm (2007) tarafından yapılan çalışmada 1995-2000 ve 1995-2002 yılları arasında 15 AB ülkesinin sağlık sistemlerindeki ekonomik performans değişimi ile sağlık sistemlerinden duyulan memnuniyetin değişimi arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada, toplam sağlık harcamaları, hekim sayısı ve sigara kullanımı girdi

değişkenleri; yaşam beklentisi ve bebek ölüm hızı da çıktı değişkenleri olarak yer almaktadır. Lorcu (2008) tarafından yapılan doktora tez çalışmasında AB üyesi ülkeler ve Türkiye'nin sağlık alanındaki etkinlikleri veri zarflama analizi ile değerlendirilmiştir. Çalışmada iki model kurulmuş olup, ilk modelde sağlığı dolaylı etkilediği düşünülen çevre değişkenlerine yer verilmezken; ikinci modelde çevre değişkenleri de analizde yer almaktadır. Çalışmada girdi değişkenleri olarak hastane yatak sayısı, GSYİH'dan sağlığa ayrılan pay (%), kişi başına düşen sağlık harcamaları ve pratisyen hekim sayısı; çıktı değişkenleri olarak beş yaş altı çocuk ölüm hızı ve erkekler için yaşam beklentisi; çevre değişkenleri olarak ise kadınlar için okul yaşam beklentisi, erişkinlerde sigara kullanım oranı ve Gini katsayısı kullanılmıştır. Avrupa Birliği'ne üye ve aday ülke sağlık sistemlerinin performanslarının ölçülmesi amacıyla yapılan diğer bir çalışmada (Yıldırım, 2015), girdi değişkenleri olarak toplam sağlık harcamalarının GSYİH'ya oranı, toplam hekim sayısı, toplam yatak sayısı (uzun dönemli bakım yatakları hariç), okul(laşma) beklentisi ve alkol tüketimi; çıktı değişkenleri olarak doğumda beklenen yaşam süresi ve bebek hayatta kalma hızı değişkenleri kullanılmıştır. Gelişmekte olan elli bir ülkenin sağlık sistemlerinin etkinliğinin veri zarflama analizi ile karşılaştırıldığı diğer bir çalışmada (Alexander vd., 2003), kadınlar ve erkekler için Sakatlığa Ayarlanmış Yaşam Beklentisi - DALE (Disability Adjusted Life Expectancy) ve bebek ölüm hızı çıktı değişkeni; kişi başına düşen sağlık harcamaları ise girdi değişkeni olarak kullanılmıştır. G-12 ülkelerinin sağlık sistemlerinin etkinliğinin veri zarflama analizi ile belirlendiği başka bir çalışmada (Mirmirani ve Lippmann, 2004), girdi değişkenleri olarak kişi başına düşen sağlık harcamaları, hekim sayısı, hastane yatağı sayısı, MRI cihazı sayısı ve okul(laşma) beklentisi; çıktı değişkenleri olarak da yaşam beklentisi ve bebek ölüm hızı değişkenleri kullanılmıştır. Geçiş ekonomisi ülkelerinin sağlık etkinliklerinin veri zarflama analizi kullanılarak incelendiği diğer bir çalışmada (Mirmirani vd., 2008) çıktı değişkenleri, kadınlar için ortalama yaşam beklentisi, erkekler için ortalama yaşam beklentisi ve bebek ölüm hızıdır. Girdi değişkenleri ise satın alma gücü paritesine göre kişi başı sağlık harcaması, hastane yatağı sayısı, hekim sayısı ve kızamık aşısı olan çocukların yüzdesidir. Çin'deki çeşitli illerin sağlık etkinliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirildiği diğer bir çalışmada (Zhang, Hu ve Zheng, 2007), sağlık teknisyeni sayısı, hastane yatağı sayısı, kişi başına düşen sağlık harcamaları girdi değişkenleri; doğumda beklenen yaşam süresi ise çıktı değişkeni

olarak ele alınmıştır. Çalışmada ayrıca erişkin okuryazar oranı, nüfus yoğunluğu, şehirleşme oranı, GSYİH' dan kamu sağlık harcamalarına ayrılan pay (%), GSYİH' dan özel sağlık harcamalarına ayrılan pay (%) analizi etkileyen diğer faktörler olarak yer almaktadır. Chu Ng (2008) tarafından Çin'deki illerin sağlık etkinliklerinin değerlendirildiği diğer bir çalışma da ise, girdi değişkenleri olarak hekim sayısı, hemşire sayısı, diğer sağlık personeli sayısı ve hastane yatağı sayısı; çıktı değişkenleri olarak ayakta tedavi sayısı, yatarak tedavi sayısı ve ölüm oranı değişkenleri kullanılmıştır.

Sunulan bu çalışmaların dışında veri zarflama analizinin sağlık alanında kullanıldığı daha pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların sayılarını daraltmak ve güncel bilgiler elde etmek amacıyla son beş yılda yapılmış çalışmalardan bazıları ve bu çalışmalarda kullanılan girdi, çıktı, çevre değişkenleri ile karar verme birimleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. 2010-2015 Yılları Arasında Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Yapılan Çalışmalara İlişkin Karar Verme Birimleri, Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Yazar Adı / Yılı	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri	Karar Verme Birimleri
Alamin ve Yassin (2015)	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak sayısı	Ayaktan hasta sayısı, yatan hasta sayısı	Hastane
Alonso vd. (2015)	Yatak sayısı, hekim sayısı, hemşire sayısı	Taburcu olan hasta sayısı, ayaktan hasta sayısı	Hastane
Aristovnik (2015)	Hekim sayısı, kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH)	Doğumda beklenen yaşam süresi, standardize ölüm oranı, bebek ölüm oranı	AB Üyesi Ülkeler
Girginer vd. (2015)	Yatak devir hızı, toplam hekim sayısı, diğer sağlık personeli sayısı, yatak doluluk oranı	Yatan ve taburcu olan toplam hasta sayısı, toplam ameliyat sayısı	Hastane
Narcı vd. (2015)	Yatak sayısı, uzman hekim, pratisyen hekim, hemşire ve diğer çalışanların sayısı	Yatan hasta sayısı, ameliyat sayısı, poliklinik ziyaretleri, acil bakım	Hastane
Oikonomou vd. (2015)	Hekim ve diş hekimi sayısı, hemşire ve diğer sağlık personeli sayısı, teknolojik donanım imkanı	Akut konsültasyon sayısı, kronik konsültasyon sayısı, önleyici konsültasyon sayısı	Kamu Sağlık Merkezleri

Yazar Adı / Yılı	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri	Karar Verme Birimleri
Okursoy ve Özdemir (2015)	Yatak sayısı, uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı	Poliklinik sayısı, taburcu olan hasta sayısı, ameliyat sayısı, yatılan gün sayısı	Hastane
Uyar ve Şahin (2015)	Bir öğretim kurumundan mezun olmayan nüfus yüzdesi, sağlık personeli başına nüfus sayısı, 1- 4 yaş nüfus yüzdesi	Ortalama bebek izlem sayısı, tam aşıllı çocuk yüzdesi, kişi başı ortalama muayene sayısı	Sağlık Ocağı
Çelik ve Esmeray (2014)	Yatak sayısı, uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı	Ayaktan hasta sayısı, toplam yatılan gün sayısı, taburcu olan hasta sayısı	Hastane
Doğan ve Gencan (2014)	Hekim sayısı, hemşire sayısı, diğer personel sayısı, hasta yatağı sayısı	Ayaktan hasta sayısı, yatan hasta sayısı, acil serviste tedavi gören hasta sayısı, ameliyat sayısı, taburcu olan hasta sayısı	Hastane
Du vd. (2014)	Hastane yatağı sayısı, hekim ve diş hekimi sayısı, hemşire sayısı, toplam gider miktarı	Toplam gelir miktarı, toplam vaka sayısı, hasta sağkalım oranı	Hastane
Bal (2013)	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, fiili yatak sayısı, toplam gider miktarı	Muayene sayısı, büyük ameliyat sayısı, yatılan gün sayısı, toplam gelir miktarı	Hastane
Bal ve Bilge (2013)	Uzman hekim sayısı, asistan hekim sayısı, yatak sayısı, hemşire sayısı, toplam gider miktarı	Muayene sayısı, ameliyat sayısı, yatılan gün sayısı, toplam gelir miktarı	Hastane
Ertürk Akdal (2013)	Yatak sayısı, toplam hekim sayısı, toplam ebe ve hemşire sayısı	Ameliyat sayısı, poliklinik sayısı, yatan hasta sayısı	İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflaması
Hadad vd. (2013)	Hekim yoğunluğu, yatak yoğunluğu, kişi başına düşen sağlık harcamaları, kişi başına düşen GSYİH, sebze ve meyve tüketimi	Doğumda beklenen yaşam süresi, bebek ölüm oranı	OECD Ülkeleri
Kleine vd. (2013)	Hekim sayısı, hemşire sayısı, yatak sayısı	Bebek hayatta kalma hızı, yaşam beklentisi	OECD Ülkeleri
Sevimli (2013)	Yatak sayısı, uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı	Ameliyat sayısı, poliklinik sayısı ve yatılan gün sayısı	İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflaması

Yazar Adı / Yılı	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri	Karar Verme Birimleri
Testi vd. (2013)	Diyabetli hastalar ile hekimler arasında kurulan yıllık ortalama irtibat sayısı, önceki beş yıl içinde hastane yatış sayısı, metformin, insülin ve diğer antidiyabetik ilaçlara ilişkin reçetelerin yüzdesi	65 yaş altı komorbiditesi olmayan hastalar, 65 yaş ve üzerinde komorbiditesi olmayan hasta sayısı, 65 yaş ve üzerinde komorbiditesi olan hasta sayısı	Aile Hekimleri ve İtalya'daki Aile Hekimliği Uygulamaları
Beylik vd. (2012)	Uzman hekim sayısı, klinik yatak sayısı	Poliklinik sayısı, yatak işgal oranı, ameliyat sayısı	Hastane
Kocaman vd. (2012)	Hekim sayısı, hastane yatağı sayısı, kişi başına düşen sağlık harcaması	Doğumda beklenen yaşam süresi, beş yaş altı ölüm oranı	OECD Ülkeleri
Ölçek Buzkıran (2012)	Koordinatör Sayısı, böbrek nakli bekleyen toplam hasta sayısı, beyin ölümü olan hasta sayısı, ventilatörlü yatak sayısı	Nakil yapılan hasta sayısı	Organ Nakli Merkezleri
Aytekin (2011)	Yatak sayısı, uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yardımcı sağlık personeli sayısı	Yatak işgal oranı, ortalama kalış günü sayısı, yatan hasta oranı, MEDULA ciro su	Hastane
Chuang vd. (2011)	Hasta yatağı sayısı, hekim sayısı, hemşire sayısı, diğer sağlık personeli sayısı	Yatılan gün sayısı, ayaktan/acil hasta müracaat sayısı, kişi başına tıbbi cihaz kullanım süresi	Hastane
Gök ve Sezen (2011)	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak sayısı	Ayaktan hasta sayısı, taburcu olan hasta sayısı, küçük, orta, büyük ameliyat sayısı, doğum sayısı, yatak kullanım oranı, yatılan gün sayısı, yatak devir hızı, ayaktan tedavi gören hastaların yatarak tedavi gören hastalara oranı	Hastane
Kundurjiev ve Salchev (2011)	Hekim sayısı, hemşire sayısı, yatak sayısı	Tedavi olan hasta sayısı, yatılan gün sayısı	Psikiyatri Hastaneleri, Klinikleri ve Dispanserler

Yazar Adı / Yılı	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri	Karar Verme Birimleri
Osman vd. (2011)	Mesleki bilgisi, çalışma alışkanlıkları, takım çalışması ve işbirliği, çevresiyle uyum becerisi, ekipman kullanma becerileri, iletişim becerisi	Planlama ve organizasyon yeteneği, genel sağlık, genel hemşirelik ve teknik uygulamalara ilişkin performans, hasta eğitimi performansı, acil iş takibi, sorumluluk alma yeteneği, yapılan işin kalitesi/miktarı, problem çözmede yaratıcılık	Yoğun bakım ünitesinde çalışan hemşireler
Özdemir (2011)	Faal diş ünit sayısı, diş hekimi sayısı, hemşire sayısı, diş protez teknisyeni sayısı, diğer personel sayısı, hizmet üretim giderleri	Normal diş çekimi sayısı, cerrahi diş çekimi sayısı, dolgu tedavisi sayısı, kanal tedavisi sayısı, sabit protez sayısı, diğer protez sayısı, detertraj sayısı, sevk oranı sayısı	Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi
Ayanoğlu vd. (2010)	İlk madde ve malzeme giderleri, personel ücret ve giderleri, dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetler, diğer çeşitli giderler, amortisman ve tükenme payları	Hizmet gelirleri (poliklinik, klinik, yoğun bakım, ameliyat, doğum gelirleri vb.)	Hastane
Bal (2010)	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, fiili yatak sayısı, toplam gider miktarı	Ayaktan muayene sayısı, büyük ameliyat sayısı, yatılan gün sayısı, toplam gelir miktarı	Hastane
Bayraktutan vd. (2010)	Yatak sayısı, uzman hekim sayısı, hemşire sayısı, toplam gider miktarı	Muayene sayısı, toplam gelir miktarı	Hastane
Levent (2010)	Fiili yatak sayısı, uzman hekim ve pratisyen hekim sayısı	Poliklinik sayısı, taburcu olan hasta sayısı, ameliyat sayısı	Hastane
Öner (2010)	İlk madde ve malzeme giderleri, personel giderleri, dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetler, diğer çeşitli yönetim giderleri, diğer faaliyetlerden olağan ve olağan dışı giderler, amortisman giderleri, hemşire sayısı, diş protez teknisyeni sayısı, diş hekimi sayısı, diş üniti sayısı	Hizmet gelirleri, cerrahi müdahale işlem sayısı, tedavi işlem sayısı, protez işlem sayısı, pedodontik işlem sayısı, periodontolojik işlem sayısı	Ağız ve Diş Sağlığı Kurumları
Özata ve Sevinç (2010)	Hekim sayısı, hemşire sayısı, ebe sayısı	Muayene sayısı, aşı uygulama sayısı, ev ziyareti sayısı	Sağlık Ocağı

Yazar Adı / Yılı	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri	Karar Verme Birimleri
Pakdil vd. (2010)	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, hasta yatağı sayısı	Poliklinik sayısı, taburcu olan hasta sayısı, ölen hasta sayısı, yatılan gün sayısı, ameliyat sayısı	Hastane
Sarıkaya (2010)	Sağlık kurumu sayısı, fiili yatak sayısı, kişi başına düşen sağlık harcamaları, aşılama oranı, gebe izlem oranı, MRI cihazı sayısı, hekim sayısı, ebe-hemşire sayısı, sağlık kuruluşuna müracaat sayısı (Çevre Değişkenleri: İlin şehirleşme oranı, hava kirliliği, kadınlarda ortaöğretimde okullaşma oranı)	Ameliyat sayısı, yatak işgal oranı, anne ölüm hızı, bebek ölüm hızı, bulaşıcı hastalık vaka sayısı	Türkiye'deki iller
Temür (2010)	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, fiili yatak sayısı, döner sermaye harcamaları	Poliklinikte tedavi gören hasta sayısı, taburcu olan hasta sayısı, ölen hasta sayısı, büyük, orta, küçük ameliyat sayısı, döner sermaye gelirleri, yapılan doğum sayısı, yatılan gün sayısı	Hastane
Yoluk (2010)	Hekim sayısı, hemşire sayısı, fiili yatak sayısı	Poliklinik sayısı, taburcu olan hasta sayısı, ameliyat sayısı, yatılan gün sayısı	Hastane

Yapılan tez çalışmasında kullanılacak girdi, çıktı ve çevre değişkenlerinin belirlenmesinde bu kısımda bahsi geçen tüm çalışmalardan ve Çekirdek Sağlık Göstergeleri Küresel Referans Listesi'nde yer alan sağlık göstergelerinden yararlanılmıştır.

3.2. Sağlık Sektöründe Bulanık Veri Zarflama Analizinin Kullanımı

Bulanık veri zarflama analizinin kullanıldığı çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda genellikle üretim işletmelerinin, sigorta şirketlerinin, orman işletmelerinin, illerin, ülkelerin, fakültelerin veya üniversitelerin etkinliğinin belirlenmesinde bulanık

veri zarflama analizi yaklaşımı kullanılmıştır. Örneğin, Azadeh vd. (2010) İranlı çelik üretim şirketlerinden birine ilişkin yüklenici firmaları güvenlik davranışlarına göre sıralamak ve firmalara ilişkin en iyi kombinasyonu belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada üç girdi ve tek çıktı değişkeni kullanmış; α -kesim yöntemi ile oluşturduğu 640 farklı modeli bulanık veri zarflama analizi ile çözümlenmiştir. Başkaya ve Avcı Öztürk (2012), İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB)'nda işlem gören çimento şirketlerinin finansal performanslarını bulanık veri zarflama analizi ile değerlendirmiştir. Ege (2009), İMKB30 Endeksi'nde işlem gören üretim işletmelerinin bilanço verilerine dayalı görel mali etkinliğini bulanık veri zarflama analizi ile belirlemiştir. Demir (2014), 2012-2013 eğitim-öğretim yılında yirmi beş yüksekokulun görel etkinliğini klasik ve bulanık veri zarflama analizi ile değerlendirmiş ve iki yönteme ilişkin sonuçları karşılaştırmıştır. Azadeh vd. (2014), bakım faaliyetinin planlanmasına ilişkin özel bir durumu çözümlmek amacıyla bulanık simülasyon ile bulanık veri zarflama analizini birlikte kullanmıştır. Angiz vd. (2012), bulanık ortamda karar verme birimlerinin etkinliğinin değerlendirilmesinde bulanık veri zarflama analizine doğrusal programlama ve “yerel – alfa seviyesi” yaklaşımının kullanıldığı bir alternatif önermiştir. Oruç ve Güngör (2010), sınırlandırılmış bulanık girdi-çıkıtı verilerine sahip işletmelerin görel etkinliğinin belirlenmesinde kullanılan bulanık veri zarflama analizi modellerinden yedi tanesini inceleyerek karşılaştırmalı analiz yapmıştır. Bu çalışmaların dışında Lopes ve Lanzer (2002)'in, Oruç vd. (2009)'nin, Srinivasa Raju ve Nagesh Kumar (2013)'in ve Razavi vd. (2013)'nin çalışmalarında bulanık veri zarflama analizi kullanılmıştır.

Bulanık veri zarflama analizi ile Türkiye'de yapılan tez çalışmalarına bakıldığında; YÖK (Yüksek Öğrenim Kurumu) kayıtlarında konu ile ilgili yüksek lisans ve doktora tezleri bulunmaktadır. Yüksek lisans tezlerinden Güneş (2006), birinci derece kalkınma öncelikli yörelerin; Deniz (2009), Türkiye'deki illerin kaynak kullanımına göre görel etkinliklerinin; Artut (2013), elli beş üniversitenin iktisadi ve idari bilimler fakültelerine yönelik etkinliklerin, Akyüz (2005) tedarikçi seçimi problemine ilişkin etkinliklerin; Altunal (2006), altı özel sermayeli Türk ticaret bankasına ilişkin etkinliklerin; Aksoy (2014), G-20 üyesi ülkelerin sağlık etkinliklerinin, Balkan (2011) ise kırk beş ülkenin hisse senedi piyasalarının etkinliğinin belirlenmesinde bulanık veri zarflama analizini

kullanmıştır. Doktora tez çalışmalarına bakıldığında; Oruç (2008)'un yirmi dört devlet üniversitesinin; Eslamian Shiraz (2014)'ın çalışma kapsamında seçilen tedarikçilerin; Şafak (2009)'ın Ege Bölgesi Orman işletmelerinin ve Çakır (2015)'ın teknoloji firmalarının etkinliğinin ölçülmesinde bulanık veri zarflama analizini kullandığı görülmektedir¹.

Bulanık veri zarflama analizi kullanılarak sağlık alanında yapılan çalışmalara bakıldığında ise sayının çok fazla olmadığı söylenebilir. Bulanık veri zarflama analizinin sağlık alanında kullanıldığı çalışmalara ilişkin bilgiler aşağıda sunulmuştur:

✓ Afsharina vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, klinik birimlerin belirsizlik altında performans ölçümünün bağımsız bileşen analizi ve bulanık veri zarflama analizi yaklaşımlarının entegrasyonu ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada yatak sayısı, hekim ve hemşire sayısı, ekipman maliyeti, yardımcı personel sayısı girdi değişkenleri; yatan hasta ziyaret sayısı ve yatak doluluk oranı ise çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bulanık koşullar altında, bulanık veri zarflama analizi kullanılarak toplam on dokuz karar verme biriminden on ikisi etkin birim olarak elde edilirken; bağımsız bileşen analizi ve bulanık veri zarflama analizinin birlikte kullanılması ile sadece üç karar verme birimi etkin birim olarak belirlenmiştir.

✓ Costantino vd. (2013), belirsizlik altında sağlık sistemlerinin performansının değerlendirilmesine ilişkin sorunu çözmek amacıyla çapraz etkinlik bulanık veri zarflama analizi (cross-efficiency fuzzy data envelopment analysis) yönteminin kullanılabilirliğini belirtmiştir. Çalışmada bu yöntem ile Güney İtalya'daki bölge hastanelerinin etkinlikleri değerlendirilmiş; sağlık reformlarının planlanması ve değerlendirilmesinde uygulama kolaylığı sunan bir hastanenin performansının zamansal evrimi tahmin edilmiştir. Çalışmada on beş karar verme birimi ele alınmış; girdi ve çıktı değişkenleri için üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır. Hekim sayısı, hemşire sayısı, yatak sayısı ve diğer çalışanlar ve idari personel sayısı girdi değişkenleri; taburcu sayısı, yatılan gün sayısı ve ameliyat sayıları da çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir.

¹ Yök Tez Merkezi, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> (Erişim tarihi: 02.11.2015)

Önerilen bu yöntemin kamu ve özel hastanelerin performanslarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesinde kullanılabileceği belirtilmiştir.

✓ Ebrahimnejad (2012) tarafından yapılan çalışmada veri zarflama analizi kullanılarak karar verme birimlerinin maliyet etkinliğinin belirlenmesinde girdi fiyatları yamuk bulanık sayı olarak belirtilmiş; bu sayede maliyet etkinliğinin hesaplanmasında yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Çalışmada iki farklı örnek uygulama geliştirilmiş; bu örneklerden birinde ise hastane veri seti kullanılmıştır. Hekim ve hemşire sayısı girdi değişkeni; ayaktan hasta ve yatan hasta sayısı ise çıktı değişkeni olarak ele alınmış; her hastane için hekim ve hemşirelerin bulanık görelî birim maliyetleri yamuk bulanık sayı olarak belirlenmiştir.

Yabancı literatürde konu ile ilgili yapılmış çalışmalar bulunmakla birlikte, bu çalışmaların genellikle hastane gibi sağlık kurumu düzeyinde yapıldığı söylenebilir. Sağlıkla ilgili ülke karşılaştırmaları yapan herhangi bir çalışmaya ulaşamamıştır. Ayrıca bulanık veri zarflama analizinin sağlık alanındaki kullanımına ilişkin Türkçe olarak yayınlanmış herhangi bir çalışmaya da rastlanılmamıştır. Bu durumun, bu tez çalışmasının özgünlüğünü ortaya koyduğu düşünülmektedir.

4. Araştırmanın Amacı, Özgünlüğü ve Önemi

Toplumların ekonomik gelişmişlik ve kalkınmışlık göstergelerinden biri olan sağlığın ve sağlık ile ilgili kaynakların etkin kullanımı oldukça önemlidir. Bu amaçla her ülkenin kendi sağlık etkinliğini belirlemesinin yanı sıra, ülkeler arası karşılaştırmalar da yapması gereklidir. Sağlık sistemlerinin etkin bir şekilde işletilmesi ve yönetilmesinde diğer ülkelerin deneyimlerinin öğrenilmesi ülkelere önemli bir fırsat sunmaktadır (Kumar ve Özdamar, 2004: 83).

Araştırma, Türkiye'nin de içinde bulunduğu OECD ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin bulanık veri zarflama analizi kullanılarak belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Ülkelere ilişkin etkinliklerin değerlendirilmesinde, sağlığı doğrudan etkileyen girdi değişkenleri, sağlığı dolaylı etkilediği düşünülen çevre değişkenleri

(dışsal değişkenler) ve literatürde sıklıkla ele alınan çıktı değişkenleri kullanılmıştır. Araştırma kapsamında ayrıca bulanık kümeleme analizi ile Türkiye'nin sağlık etkinliğinin içinde bulunduğu kümedeki diğer ülkeler ile karşılaştırılması da amaçlanmaktadır.

Çalışma kapsamında yapılan bu karşılaştırmalar ile ülkelerin özellikle de Türkiye'nin ekonomik hedefleri ve reform hareketlerine yönelik farklı bir bakış açısı sağlanması, sağlık sistemine ilişkin etkinlik ya da etkinsizlik düzeylerinin belirlenmesi, sağlık alanındaki etkinliği yüksek olan ülkelerin model alınması ve bu ülkelerin Türkiye için yol gösterici olması hedeflenmektedir.

Araştırma yapılırken kullanılması düşünülen bazı gözlemler özellikle istatistiki bilgiler zaman zaman bulanık olabilmektedir. Bu durum ise karar sürecinde amaç ve kısıtları bulanık hale getirmekte; sağlıklı veri analizi yapılmasını engellemektedir (Güneş, 2006: 48). Bu çalışmada ülkelerin sağlık etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılacak olan değişkenlere ilişkin istatistiki bilgilerin bulanık olabileceği düşüncesinden yola çıkılarak, klasik veri zarflama analizi yerine bulanık veri zarflama analizi yöntemi kullanılmıştır. Literatür incelemesi sonucu Türkiye'de sağlık alanındaki etkinliğin belirlenmesinde bulanık veri zarflama analizinin kullanıldığı herhangi bir tez çalışmasına ulaşılamamıştır. Bu nedenle bu tez çalışmasının özgün olabileceği ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada, doğrudan sağlık ile ilgili girdilere ek olarak, sağlığı dolaylı etkilediği düşünülen çevre değişkenlerine de yer verilmesi ile ülkelerin sağlık etkinliklerinin daha kapsamlı olarak incelenecek olması araştırmanın önemini ortaya koymaktadır.

5. Verilerin Elde Edilmesi ve Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

Araştırmaya Türkiye'nin de içinde bulunduğu 34 OECD ülkesi dahil edilmiştir. Araştırmada kullanılan değişkenlere ilişkin verilerin büyük bir bölümü OECD üyesi ülkelere ilişkin çok sayıda verinin ve meta verinin bulunduğu OECD veri tabanında yer alan istatistiklerden² elde edilmiştir. Sadece girdi değişkeni olarak ele alınan "1000

² <http://stats.oecd.org/> (Erişim tarihi: 28.09.2015)

kişiyeye düşen hekim sayısı” değişkenine ilişkin veriler Dünya Bankası’nın web sitesinden³ alınmıştır.

Hekim sayısı ile ilgili OECD veri tabanında yer alan istatistikler incelendiğinde; hekim sayılarının toplam olarak ele alınmadığı; farklı hekim türlerine göre (pratisyen hekim, uzman hekim, asistan hekim, öğretim üyesi hekimler, hekim olup mesleğini icra etmeyen, iş bulamayan ya da emekli olan hekimler) verilerin bulunduğu görülmektedir. Ancak bu hekim türlerinde bazı ülke verilerinde eksiklikler söz konusudur. Bu nedenle hekim sayısına ilişkin veriler Dünya Bankası’ndan elde edilmiştir.

Sağlık göstergeleri ile ilgili bilgilerin elde edilmesinde sağlıklı veriye ulaşmak oldukça önemlidir. Ancak bazı ülkelerde – özellikle gelişmekte olan ülkelerde – sağlık ile ilgili verilere ulaşamamakta ya da kaynak ve sistem yetersizliği sonucu kayıt tutulmamaktadır. Bu durumda meydana gelen bilgi eksikliği ve veri boşluğu ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır (Çelik, 2013: 27). Bu çalışmada da hem OECD hem de Dünya Bankası veri tabanlarında yer alan 2013 verilerinin bazı ülkelerde birçok değişken için eksik olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle çalışmada verilere erişimin daha yüksek olduğu 2012 verileri kullanılarak analizler yapılmıştır. Ancak bazı ülkelerde bazı değişkenler için 2012 verilerine de erişilememiş; bu durumda o ülke için en yakın döneme ait veriler analize dahil edilmiştir. Retzlaff-Roberts vd. (2004: 57)’ e göre, değişkenlerin ilgili yıla ilişkin değerleri temin edilemediğinde bazı ülkeler için bazı değişkenlere ait eski değerler bir miktar kullanılabilmekte ve bu düzenleme OECD ile ilgili çalışmaların ortak bir özelliği olup, kaçınılmaz bir durum yaratmaktadır. Anderson vd. (2000: 152) de Retzlaff-Roberts vd. (2004)’ne benzer şekilde çalışmalarında bazı değişkenler için bazı ülke verilerinde farklı yılları kullanmışlardır.

Çalışmanın kapsamını OECD üyesi ülkeler oluşturmaktadır. 2014 yılı itibariyle OECD’ye üye toplam 34 ülke bulunmaktadır. Bu ülkeler alfabetik olarak Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Kore, Lüksemburg, Macaristan,

³ <http://data.worldbank.org/indicator> (Erişim tarihi: 28.09.2015)

Meksika, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, Şili, Türkiye, Yeni Zelanda ve Yunanistan şeklinde sıralanabilir.

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü - OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), İkinci Dünya Savaşı sonrasında Avrupa'nın yeniden yapılandırılması için Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'nın oluşturdukları Marshall Planı'nın eşgüdümünü sağlamak amacıyla 1947 yılında oluşturulan "Avrupa Ekonomik İşbirliği Örgütü" (OEEC)'nün işlevini tamamlamasının ardından 1961 yılında kurulmuştur (Aydın ve Mollahaliloğlu, 2013: 1110-1111). Başlangıçta yirmi kurucu üyesi bulunan OECD, ilerleyen yıllarda diğer ülkelerin de katılımı ile bugünkü şeklini almıştır. OECD'nin yirmi kurucu ülkesinden biri olan Türkiye, dünyadaki ekonomik gelişmeleri ve sonuçları yakından takip etmekte ve yürütülen çalışmalara katkıda bulunmaktadır⁴.

Ekonominin çeşitli alanlarında geliştirilen ilkelerin, otuz dört üye ülke tarafından oybirliğiyle benimsenmesi, uygulamaya konulması ve bu ilkelerin üye olmayan diğer ülkeler için de önemli birer referans kaynağı oluşturması OECD'nin en önemli özelliğidir (Demir ve Bakırcı, 2014: 115). OECD, üye ülkelere politika deneyimlerini paylaşabilecekleri, ortak sorunlarına çözüm bulabilecekleri, en iyi mevzuat ve uygulama yöntemlerini belirleyebilecekleri, ulusal ve uluslararası politikalarda eşgüdüm sağlayabilecekleri ve ülkelerarası karşılaştırmalar yapabilecekleri bir ortam sunmaktadır (OECD, 2008: 2). Makroekonomik çalışmaların dışında eğitim, nüfusun yaşlanması, emeklilik ve sigortacılık sistemleri, sağlık, göç, çevre, su, iklim değişikliği, sürdürülebilir kalkınma ve kalkınma yardımları gibi konularda yürütülen çalışmalar ile hem üye hem de üye olmayan ülkelerin yapısal gelişimine katkı sağlamaktadır⁵. Dünyanın en geniş ve en güvenilir karşılaştırmalı ekonomik ve sosyal veri ve istatistik kaynaklarından biri haline gelen OECD, çok boyutlu bir yaklaşım izlemekte; veri tabanları, kamu maliyesi, ekonomik göstergeler, yatırım, ticaret, tarım, sağlık, enerji, çevre, iş gücü, istihdam ve göç gibi çok sayıda farklı alanı ve bu alanların birbiriyle etkileşimi kapsamaktadır (Aydın ve Mollahaliloğlu, 2013: 1111).

⁴ <http://www.oecd.org/turkey/42122130.pdf> (Erişim tarihi: 16.11.2014)

⁵ <http://www.oecd.org/turkey/42122130.pdf> (Erişim tarihi: 16.11.2014)

Sosyal ve ekonomik yönden kalkınmayı hedefleyen ülkelerin bir araya gelerek sağlık ile ilgili gelişmelere, değişim ve stratejilere önem atfetmesi, bu konuda istatistikler tutulup, takip edilmesi nedeniyle OECD üyesi ülkeler karar verme birimleri olarak seçilmiştir.

6. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Veri zarflama analizi kullanılarak yapılacak olan ölçümlerin sağlıklı olabilmesi için karar verme birimlerinin görelî etkinliğinin karşılaştırılmasında kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin büyük bir özenle doğru bir şekilde seçilmesi oldukça önemlidir.

VZA uygulamasındaki en önemli sorun girdi ve çıktıların belirlenmesidir çünkü girdi ve çıktıların seçimine yönelik kesin bir kural olmadığından seçim öznel'dir (Deniz, 2009: 60). Seçilen girdilerin kaynakları kapsamı, çıktıların ise karar verme birimlerinin faaliyetlerini yansıtmaları gerekir (Ramanathan, 2003: 174; Tütek vd., 2012: 230). Süreci iyi bir şekilde temsil etmeyen girdi ve çıktıların analizde yer alması etkinlik ölçümlerinin sağlıklı olmasına neden olacaktır (Yolalan, 1993: 66). Diğer taraftan önemli bir değişkenin göz ardı edilmesi ise etkinlik sonuçlarını değiştirebilmekte; o değişkeni etkin olarak kullanan karar verme biriminin etkinliğinin düşük çıkmasına neden olabilmektedir (Kecek, 2010: 79). Ayrıca aynı karar verme birimi için aynı girdi ve çıktı faktörlerinin kullanılması gerekmektedir. Aksi halde farklı girdi ve çıktı kümeleri için farklı etkinlik değerleri oluşabilir (Başkaya ve Avcı, 2011: 92; Chuang vd., 2011: 1079; Keskin Benli, 2006: 44). Verilerin ölçüm hatalarından arındırılması da önemli olan diğer bir husustur (Yolalan, 1993: 66).

Girdi ve çıktı faktörlerinin seçiminde subjektif olarak karar veren uzmanların görüşlerinden, analitik hiyerarşi süreci gibi yöntemlerden ve bazı ön istatistikî analizlerden (Ramanathan, 2003: 174; Tütek vd., 2012: 230); geçmiş deneyimlerden ve ekonomik teorilerden (Kontodimopoulos vd., 2006: 171) yararlanılabilmektedir. Öncelikle süreci etkilediği ve gerekli olduğu düşünülen tüm değişkenlerin listesi çıkarılmalı, ancak girdi ve çıktı sayısı makul bir seviyede tutulmalıdır (Ramanathan, 2003: 174; Tütek vd., 2012: 230). Bunun için korelasyon analizi yapılabilir ve

aralarında çok yüksek korelasyon bulunan ve sürece etkisi olmayan değişkenlerden biri elenebilir. Girdi ve çıktı sayısının azaltılması sonucu yöntemin etkin ve etkin olmayan birimleri birbirinden ayırıştırma yeteneği de artmaktadır. Ayrıca değişken sayısının çok olması karar verme birimi sayısının da artmasını gerektirmekte; bu durum ise homojenliği bozmaktadır (Yolalan, 1993: 66). Girdi ve çıktı değişkenleri belirlendikten sonra bu değişkenlere ilişkin veriler toplanmalıdır. Veri zarflama analizinde ele alınan girdi ve çıktı değişkenlerinin ölçü birimleri farklı olabilmekte ve bazı değişkenler için TL, saat, kg, birim, kişi gibi ölçü birimleri kullanılabilirken, bazı değişkenler için de oran kullanılabilir (Tütek vd., 2012: 230).

Girdi ve çıktı değişkenlerinin seçimi özellikle sağlık sektörü için büyük önem taşımaktadır. Genel olarak sağlık hizmetlerinin doğası gereği uygun değişkenleri bulmak (Özcan, 2008: 13), doğru girdi ve çıktılara ilişkin veriler elde edebilmek ve sağlık ile ilgili girdi ve çıktılara yönelik tek tip tanımlamaların yer aldığı güvenilir veri tabanlarına erişmek oldukça zordur. Ancak OECD'nin kapsamlı sağlık veri tabanı, ülke düzeyinde sağlık üretiminin etkinliğini analiz etmek için gelişmiş tekniklerin kullanılması açısından önemli bir fırsat sunmaktadır (Hadad vd., 2013: 254).

Çalışma kapsamında kullanılacak olan sağlığı doğrudan etkilediği düşünülen girdi değişkenleri, sağlıkla dolaylı olarak ilişkili olan çevre değişkenleri (dışsal değişkenler) ve çıktı değişkenleri kapsamlı literatür incelemesi sonucunda belirlenmiş; en uygun veri seti oluşturulmaya çalışılmış ve değişkenler aşağıda ayrı başlıklar altında ele alınmıştır.

6.1. Sağlığı Doğrudan Etkileyen Girdi Değişkenleri

Emek yoğun bir sektör olan sağlık sektöründe bireylerin sağlık gereksinimlerini ve taleplerini karşılamak, toplum sağlığını iyileştirmek ve kaliteli ve etkin bir sağlık hizmeti sunmak için sağlık personeline önemli görevler düşmektedir. Sağlık personeli arasında hizmet sunumunun merkezinde yer alan, insan gücü de dahil olmak üzere kullanılacak ilaç, tıbbi malzeme gibi kaynakları planlayan, tedavi sürecinin sonuçlarını değerlendiren ve diğer sağlık çalışanlarının çalışmalarını biçimlendiren hekimlerdir. Dolayısıyla hastanelerin gelir ve giderlerini büyük ölçüde hekimler belirlemektedir.

Yapılan bir araştırmaya göre, hastane toplam maliyetlerinin % 75'i hekim kararları sonucunda ortaya çıkmaktadır (Özcan, 1998'den aktaran Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010, s. 395). Hekimler, sağlık çalışanları hiyerarşisi içerisindeki öncelikleri, kaynakların kullanımı ve tahsisi ile organizasyonun şekillendirilmesindeki etkileri nedeniyle sağlık hizmeti sunumunda ve genel olarak sağlık politikalarında merkez nokta haline gelmişlerdir (Dubois vd., 2011: 7-8). Bu nedenle istihdam edilen insan gücü sayısının özellikle de hekim sayısının ülke geneline dağılımının yeterli nicelik ve nitelikte olması gerekmektedir (Lorcu, 2008: 216).

Sağlık hizmetlerine ulaşılabilirliğin önemli bir belirleyicisi "**hekim sayısı**" dır. Hekim sayısının yetersizliği bir ülkenin sağlık alanında göstermiş olduğu etkinliğin azalmasına neden olmaktadır. Or (2001: 15)'a göre hekimler, sağlık sistemi kaynaklarından yalnızca birini oluştursa da herhangi bir sağlık sisteminde sağlık hizmeti üretiminin ve sunumunun anahtar girdisi durumundadırlar. Hekimler dışında sağlık sistemi içerisinde sayıca çok olan diğer sağlık çalışanları da hemşirelerdir. Bir ülkenin sağlık hizmeti sunumunun etkinliğinde hekimlerin olduğu kadar hemşirelerin de nitelik ve nicelik açısından yeterli olması önemlidir.

Üçüncü bölümde sunulan literatür incelendiğinde, sağlık hizmetlerinin etkinliğinin değerlendirilmesinde hekim ve hemşire sayılarının sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada girdi değişkenlerine ek olarak çevre değişkenlerinin de kullanılacak olması, girdilere ve çıktılara ilişkin değişken sayılarının makul bir seviyede tutulmak istenmesi nedeniyle analize sadece "**1000 kişiye düşen hekim sayısı**" değişkeninin dahil edilmesi düşünülmektedir.

Hekim sayısına ek olarak etkin hizmet sunumu ile ilgili diğer önemli bir girdi değişkeni de "**hastane yatakları**" dır. Hastane yatakları, temel amaçlarından biri yataklı tedavi hizmeti sunmak olan hastanelerde hastaların 24 saatten az olmamak üzere bakım ve tedavilerinin yapılması amacıyla yatırıldığı, hasta odalarında ve devamlı tıbbi bakım hizmeti verilen birimlerde bulunan yataklardır (Sağlık Bakanlığı Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2008). Uygulamada hastane yatakları fiziki sermaye unsuru olarak kullanılmaktadır (Jacobs vd., 2006: 31). Bu çalışmada da "**1000 kişiye düşen hastane**

yatağı sayısı” değişkeninin girdi değişkeni olarak analize dahil edilmesi düşünülmektedir.

Sağlık göstergeleri ile ilgili karşılaştırmalarda sıklıkla kullanılan en temel girdi değişkenlerinden biri de “**sağlık harcamaları**” dır. Sağlık harcamaları genel olarak, sağlığın korunması, geliştirilmesi ve tedavi edilmesi için yapılan harcamalar olup; genel tedavi ve sağlık malzemeleri, genel ilaç giderleri gibi giderlerden oluşmaktadır (Akar, 2014: 311, 316).

Sağlık harcamalarının ne düzeyde olduğunun tespiti, ülkelerin sağlık sektörüne tahsis ettikleri kaynakların bilinmesi açısından önemlidir. Aynı zamanda ülkeler ve sektörler arası karşılaştırma yapabilmeye imkanı da sunmaktadır (Mutlu ve Işık, 2005: 201). Sağlık harcamaları; ülkelerin sağlık durumları üzerinde istenilen yönde bir etkisinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla sağlık göstergeleri ile karşılaştırılabilir (Çelik, 2013: 303). Çelik (2013: 305); kişi başına düşen sağlık harcamaları ile iyi sağlık statüsü göstergeleri arasında önemli bir ilişkinin olduğunu vurgulamıştır.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde bireyler, daha iyi sağlık koşulları talep etmektedirler. Bu talebe cevap verilmesi gerekliliği ise sağlık harcamalarının artışına neden olmaktadır (Mutlu ve Işık, 2005: 1-2). Sağlık harcamalarının ve Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) içindeki payın büyümesi, birçok ülkede politikacılar, yöneticiler ve akademisyenler arasında tartışılmakta ve bununla ilgili uluslararası karşılaştırmalar yapılmaktadır (Gerdtham ve Jönsson, 2000: 13). Sağlık harcaması ile ilgili yorumlamalarda özel ve kamu ayrımı söz konusudur (Belek, 2009: 144). Hem kamu ve hem de özel kesimce sağlık hizmetlerine ayrılan maddi kaynakların gün geçtikçe önemli miktarlarda artış gösterdiği bilinmektedir (Mutlu ve Işık, 2005: 252). Sağlık harcamalarının artması sonucu bireylerin yaşam süresi ve kalitesi olumlu etkilenmektedir (Akar, 2014: 311).

Sağlık harcamaları ile ilgili çok sayıda ölçü bulunmaktadır. Bunlar;

- Bir toplumda yapılan yıllık toplam sağlık harcaması,
- Toplam sağlık harcamasında kamu ve özel kesim harcama payı,

- Kişi başı sağlık harcaması,
- Toplam sağlık harcamasının GSYİH'ya oranı,
- Kamu sağlık harcamasının GSYİH 'ya oranı,
- Kamu sağlık harcamasının toplam kamu harcamasına (bütçeye) oranı

şeklinde belirtilebilir (Şenatarlar, 2003: 28). Bu ölçülerden literatürde en sık kullanılanları “GSYİH'dan sağlığa ayrılan pay” ile “kişi başı sağlık harcamaları”dır. Kişi başı sağlık harcaması, GSYİH' yı, bebek ölüm oranını ve yaşam süresini etkileyen önemli unsurlardan biridir (Yavuz, 2012: 52).

Toplam sağlık harcaması ve kişi başı sağlık harcamaları gibi para birimiyle ifade edilen ölçüler kullanılarak yapılan uluslararası karşılaştırmalarda ortak para birimi olarak ABD doları kullanılmaktadır. Ancak doların satın alma gücü her ülkede aynı değildir. Örneğin, az gelişmiş ülkelerde doların satın alma gücü daha yüksektir. Dolayısıyla cari döviz kuru yerine, doların satın alma gücüne dayanılması daha doğru bir yaklaşım olmaktadır (Şenatarlar, 2003: 28).

Çalışma kapsamında “*GSYİH'dan sağlığa ayrılan pay (%)*” ve “*satın alma gücü paritesine göre kişi başı sağlık harcamaları (Amerikan Doları cinsinden)*” değişkenlerinin girdi değişkenleri olarak analize dahil edilmesi düşünülmektedir.

Sağlık hizmetlerinin etkin bir şekilde sunulmasında **sağlık teknolojileri** de önemli bir girdi değişkeni olmaktadır. Özellikle radyoloji ve tıbbi görüntüleme alanlarında son yıllarda büyük gelişmeler yaşanmıştır. Bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans, ultrasonografi ve mamografi gibi kesitsel görüntüleme yöntemleri oldukça geliştirilmiş, tanısal amaçlı kullanımları hızla artmış, erken ve hızlı tanı koymada önemli katkılar sağlanmıştır (Camuşcu ve Cingi, 2013: 775).

Sağlık teknolojileri alanında sıklıkla kullanılan araç olmasından ve karşılaştırmalı çalışmalarda girdi değişkeni olarak yaygın bir şekilde kullanılmasından dolayı MRI cihazı sayısının girdi değişkeni olarak kullanılması düşünülmüş; ancak bu değişkene ilişkin bazı ülke verilerinde eksiklikler olduğu görülmüştür. Bilgisayarlı tomografi,

mamografi ve radyasyon terapisi ekipmanları değişkenlerinde de eksiklikler olması sonucu teknolojik gösterge değişkenleri analizde kullanılmamıştır.

6.2. Çevre Değişkenleri (Dışsal Değişkenler)

Sağlık, kendi başına kapalı bir sistem değildir. Bir ülkenin veya toplumun sosyo-ekonomik, siyasal, tarihsel, sosyal, çevresel, kültürel yapısı ile eğitim, altyapı, barınma, beslenme, trafik, kent hizmetleri gibi birçok etmenle karşılıklı bir iletişim ve etkileşim halindedir (Ünal, 2012: 206). Sosyal ve çevresel koşulların sağlık üzerindeki etkileri uzun süredir araştırılmakta ve tartışılmaktadır. Auster vd. (1972: 146)'nin yapmış olduğu araştırmaya göre; ülkeler arasındaki yaşa ve cinsiyete özel ölüm oranlarının % 50'den fazlası, tıbbi bakım hizmetleri ve çevresel faktörlerin birleşimi ile ilişkilidir. Bu nedenle ülkelerin sağlık alanındaki etkinlikleri değerlendirilirken sağlıkla doğrudan ilişkili olmayan ancak sağlığı dolaylı olarak etkilediği düşünölen bazı değişkenleri de dikkate almak gerekmektedir. Yapılan bu tez çalışmasında çevre değişkenleri, literatürde yer alan bilgiler ve diğer çalışmalar göz önünde bulundurularak “çevre sağlığı faktörleri”, “yaşam tarzı”, “beslenme alışkanlıkları”, “eğitim”, “gelir dağılımı” ve “bağışıklama” olmak üzere altı ana başlık altında incelenmiştir.

Güvenilir su kaynaklarının sağlanması ve temini, katı atıkların ve hava kirliliğinin denetimi, besin sanitasyonu gibi “**çevre sağlığı faktörleri**” toplum sağlığı için oldukça önemlidir (Ateş, 2012: 10). İklim değişimleri sonucu meydana gelen hava akımları ile ölümler artmakta; su yoluyla, vektörler ve besin yoluyla taşınan hastalıklar, ultraviyole ışınlarla radyasyon sonucu görölen kanser vakaları sağlık durumunu olumsuz etkilemektedir. Ayrıca iklim değişikliği tarımsal üretim ve besin güvenliğini etkilemekte; hava değişimi ve sel baskınları sonucu hastalık ve yaralanmalara neden olmaktadır (Çelik, 2013: 40).

İçerisinde zararlı bakteriler ve zehirli kimyasallar içermeyen sağlıklı, güvenilir ve temiz içme suyu kaynaklarına erişim çevre sağlığı faktörleri içinde oldukça önemlidir. Ayrıca ülke içerisinde kullanılan motorlu kara taşıtlarının yoğunluğunun, yerleşim merkezlerine yakın fabrika ve üretim tesislerinin meydana getirdiği hava kirliliği ve

gürültü de önemli bir çevresel sağlıksızlık etkenidir (Çelik, 2013: 44). Hava kirliliği sonucunda havada oluşan karbon parçacıkları, ozon, karbonmonoksit, kükürtdioksit ve bazı kanserojen maddeler bireylerde solunum yolunu etkilemekte, bronşlarda iltihaplara ve daralmalara neden olmaktadır (Tengilimoğlu vd., 2012: 71).

Çalışmada çevresel faktörler ile ilgili değişkenlerden “güvenilir içme suyuna erişim (%)” değişkeninin analizde yer alması düşünülmüştür. Ancak 2012 verilerinin hemen hemen tüm ülkelerde aynı değeri alması, farklı değer alan ülkelerde ise verilerin birbirine çok yakın olması sonucu bu değişken analizde kullanılmamıştır. Ancak birincil derecede hava kirletici gazlardan biri olan **“karbonmonoksit (CO) emisyonu (kişi başı kg)”** değişkeninin çevre sağlığı faktörleri ile ilgili çevre değişkeni olarak analizde yer alması düşünülmektedir.

Sağlık üzerinde etkili olan dışsal değişkenlerden biri de **“yaşam tarzı”** değişkenleridir. Her bireyin hayata bakış açısına göre geliştirmiş olduğu değerleri, tutum, davranış ve alışkanlıkları kişinin yaşam tarzını belirlemektedir. Sigara kullanma, alkol tüketme, uyuşturucu bağımlılığı, tehlikeli araç kullanma, kişisel temizliğe özen göstermeme, sağlık hizmeti gereksinimini erteleme, hekim önerilerini göz ardı etme gibi birtakım davranışlar insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen yaşam tarzı değişkenleri ve alışkanlıklardır. Dünya Sağlık Örgütü tarafından yapılan bir çalışmada yaşam tarzı ve kronik hastalıklar arasındaki ilişki incelenmiş; gelişmiş ülkelerde toplam ölümlerin % 70-80’inin, gelişmekte olan ülkelerde ise % 40-50’sinin temel nedeninin zararlı alışkanlıklar olduğu belirtilmiştir (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 23).

Yaşam tarzı risk faktörlerinin en bilinenleri alkol ve sigaradır. Sigara ve alkol tüketimi insan bedeninde ve ruhunda hasarlar oluşturmakta; insan sağlığını, verimliliğini ve yaşam kalitesini bozmakta (Ateş, 2012: 12) ve birçok hastalık ve sakatlık için risk etkeni olmaktadır (OECD, 2008: 58). Sigara kullanımı sonucu aktif içicilerin yanı sıra pasif içicilerin de sağlıkları etkilenmektedir. Dolayısıyla pasif içiciler, kendi kontrolleri ve tercihleri dışında sigara içen kişilerin dumanlarını solumaktadırlar (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010: 25). Sigara kullanımından aktif ve pasif içiciler olmak üzere çok sayıda insanın etkilenmesi sonucu analizde yer alması düşünülen “15 yaş üstü erişkinlerde

alkol kullanımı” değişkeni yerine **“günlük sigara için 15 yaş üstü erişkinlerin yüzdesi (%)”** değişkeninin çevre değişkenlerinden biri olarak analizde yer alması düşünölmektedir.

Diğer bir önemli çevre değişkeni de **“beslenme alışkanlıkları”** dır. Birçok hastalığın nedeni olan yetersiz, dengesiz ve kötü beslenme, bireylerin bedensel ve ruhsal gelişimini, toplumsal verimliliğini etkilemektedir. Özellikle gelişmemiş ölkelerde görölen yetersiz beslenme; çocuk ölümlerine yol açmakta, toplumda malnütrisyon, anemi, vitamin ve iyot yetersizliklerinin görölmesine, besinlerle geçen hastalıkların yaygınlaşmasına neden olmaktadır (Ateş, 2012: 11). Erken ölüme ve engelliliğe yol açan başlıca hastalıkların temel belirleyicilerinden biri olan obezite, yüksek tuz alımı, yüksek kolesterol, yetersiz sebze ve meyve tüketimi, düşük seviyelerde fiziksel aktivite gibi beslenme biçimi ile ilgili hususlar kalp ve damar hastalıkları, diyabet ve kanser gibi birçok hastalığın görölmesine neden olmaktadır (Robertson vd. 2009: 200-201).

Ölkelerin önemli sağlık göstergeleri arasında yer alan ve sağlık etkinliğinin değerlendirilmesinde önemli bir değişken olan obeziteye ilişkin bazı ölkelerinde eksiklikler bulunduğundan bu değişken analizde yer almamıştır. Onun yerine iyi ve dengeli beslenmede önemli bir yere sahip **“meyve tüketimi (yıl da kişi başına kg)”** değişkeninin beslenme alışkanlığı ile ilgili çevre değişkeni olarak analizde kullanılması düşünölmektedir.

Sağlığı etkilediği düşünölen dışsal değişkenlerden bir diğeri de **“eğitim”** dir. Eğitim, sağlık davranışlarının ve sağlık durumunun önemli bir belirleyicisidir (European Commission, 2003: 33). Winkleby vd. (1992: 819)’ ne göre yükseköğretim, iyi sağlık durumunun tutarlı ve önemli bir belirleyicisidir. Yapılan çalışmalar, eğitim seviyesinin sağlık düzeyi üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Okuryazarlık oranı yüksek ebeveynler ile çocuklarının sağlıkları arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Jack, 1999: 35). Örneğin İskandinav ölkelerinde, sadece ilkökul eğitimi almış annelerin çocuklarının, daha eğitimli annelerin çocuklarına göre sağlık problemi yaşama riski daha yüksektir (European Commission, 2003: 34). Eğitim düzeyi yükseldikçe sağlıkla ilgili ürün ve hizmetlerin kullanımındaki etkinlik de artmaktadır. Böylece eğitimli

toplumlarda aynı sağlık hizmeti ve harcaması ile daha yüksek düzeyde sağlık çıktıları elde edilebilmektedir (Ünal, 2012: 206).

OECD ülkeleri içinde yer alan gelişmiş ülkelerde ölüm oranları ile eğitim göstergeleri arasında ilişki olduğu görülmektedir. Gelir seviyesi yüksek olan ülkelerin düşük ölüm oranlarına sahip olmasında eğitime daha fazla çaba harcanmasının payı olduğu düşünülmektedir (Çelik, 2013: 43). Gelişmekte olan ülkeler ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda annenin eğitim düzeyi ile çocuk ölümleri arasında güçlü bir negatif ilişki olduğu görülmektedir (Kravdal, 2009: 3). Örneğin gelişmekte olan 25 ülkede yapılan anketlerde bir yıldan 3 yıla kadar süren anne eğitiminin beş yaş altı çocuk ölüm hızlarını % 15; baba eğitiminin ise % 6 oranında azalttığı görülmüştür. Ayrıca Afrika ülkelerinde yapılan başka araştırmalarda da kadın ve erkeklerdeki okuryazarlık oranlarında meydana gelen % 10'luk artışın bebek ölüm hızı ve beş yaş altı çocuk ölüm hızı üzerindeki etkileri incelenmiştir (Çelik, 2013: 43).

Ülkelerarası karşılaştırmalarda sıklıkla kullanılan eğitim değişkeni “okuryazarlık oranı”dır. Ancak İnsani Gelişme Endeksi'nde eğitim endeksi içinde 2010 yılından önce yetişkin okuryazarlık oranı göstergesi kullanılırken; 2010 yılından sonra stok bir değişken olarak “beklenen okullaşma yılı” değişkeni kullanılmaya başlanmıştır (Gökçek Karaca ve Gökçek, 2014: 7). Beklenen okullaşma yılı, bireyin eğitim hayatına ilişkin olması beklenen potansiyel yıl sayısıdır (OECD, 2014: 306). Örneğin, okula başlama yaşındaki bir çocuğun beklenen okullaşma yılı göstergesi, çocuğun öğrenim hayatının toplam yıl sayısıdır (Doğan ve Tatlı, 2014: 103).

Sağlıkta görülen iyileşmelerin ve hizmetlerin etkili kullanımı için önemli bir faktör olan “okuryazarlık oranı” değişkenine ilişkin bazı ülke verilerinin eksik olması sonucu bu değişken yerine “**5-39 yaş arası beklenen okullaşma (eğitim) yılı (yıl)**” değişkeninin çevre değişkenlerden biri olarak analizde yer alması düşünülmektedir.

Bir ülkenin sağlık alanındaki etkinliğinin değerlendirilmesinde gelir ve “**gelir dağılımı**” önemli bir unsurdur. Genel ekonominin sağlık hizmetleri üzerinde etkisi bulunduğu bilinmektedir. Özellikle kişi başı ulusal gelir, toplam sağlık harcamalarını ve ulusal

gelirden sağlığa ayrılan payı belirleyen önemli bir unsurdur (Belek, 2009: 44). Gelir düzeyi yüksek olan ülkeler sağlık hizmetlerine daha fazla harcama yapma eğilimi göstermekte (Çelik, 2011: 301); benzer şekilde refah ve sağlık düzeyi yüksek olan ülkeler de ulusal gelirlerinin büyük kısmını sağlık hizmetlerine ayırmaktadırlar (Belek, 2009: 44). Bir ülke için gelir dağılımının nasıl olduğu ile ilgili ölçümler önemlidir çünkü doğumda beklenen yaşam süresi, kişi başına düşen gelirden çok; gelir dağılımındaki eşitliğe bağlıdır. Eşit gelir dağılımı olan ülkelerde sağlık statüsü daha hızlı bir şekilde yükselmekte; gelir dağılımında daha fazla eşitsizliklerin görüldüğu ülkelerde ise bebek ölüm hızları artmaktadır (Çelik, 2013: 41).

Gelir dağılımı, bir ülkedeki belli bir dönemde elde edilen ulusal hasıla veya gelirin o ülkedeki bireyler, hane halkları, gruplar, bölgeler ya da üretim öğeleri arasındaki dağılımı olarak tanımlanmaktadır. Gelir dağılımındaki eşitsizliklerin belirlenmesinde çok sayıda yöntem bulunsa da, literatürde genellikle standart ölçüm olarak “Gini Katsayısı” kullanılmaktadır. Sıfır ile bir arasında değer alan Gini katsayısının sıfır olması gelir dağılımının tam eşit olduğunu; bir olması ise gelir dağılımının tamamen eşitsiz olduğunu göstermektedir (Elveren, 2013: 36-37; Solmaz, 2014: 97).

Çalışma kapsamında gelir ve gelir dağılımı ile ilgili değişkenlerden “Gini Katsayısı”nın çevre değişkeni olarak analizde yer alması düşünölmüştür. Ancak bazı ülke verilerinde eksiklikler olması sonucu bu değişken analizde kullanılmamıştır.

Sağlık üzerinde etkili olan bir diğer dışsal değişken ise **“bağışıklama”**dır. Mikroplara ve onların zararlı etkilerine karşı vücudun dirençli hale gelmesine bağışıklık denir. Bulaşıcı hastalıklarla savaşmada o hastalığa karşı risk altında bulunan bireylerin aşılansarak bağışık kılınması oldukça önemlidir. Aşılama hizmetinin etkinliği genelde hastalığa yakalanma sıklığında azalma olması ile ölçölmektedir (Sümböloğlu, 2000: 152). Bulaşıcı hastalıkların görölməsi ya da insidansının artması o bölgede sağlık hizmetlerinin iyi yürütölemediğinin bir göstergesi olabilmektedir (Sümböloğlu vd., 1999: 107).

Çalışmada, bağışıklama ile ilgili *“kızamık aşısı olan çocukların yüzdesi (%)”* değişkeninin dışsal değişkenlerden biri olarak kullanılması düşünülmektedir. Kızamık, çocukluk dönemindeki ateşli hastalıklar arasında en ölümcül olan bulaşıcı bir hastalıktır. Ayrıca Binyıl Kalkınma Hedefleri kapsamında, 1990 ile 2015 yılları arasındaki bebek ve beş yaş altı çocuk ölümlerinin dünya genelinde üçte iki oranında azaltılması şeklinde belirlenen hedefin göstergelerinden biri olarak bir yaş altındaki çocuklarda kızamık aşısı olanların oranı değişkeni kullanılmaktadır (Eryurt ve Koç, 2009: 119). Mirmirani vd. (2008: 51) de çalışmalarında kızamık aşısı olan çocukların yüzdesi değişkenini kullanmıştır.

6.3. Çıktı Değişkenleri

Sağlık sistemlerinin ve sağlık harcamalarının etkinliğini gösteren ve karşılaştırmalı analizde en çok kullanılan göstergelerden biri “ölümle ilgili ölçüler”, diğeri ise “doğumda beklenen yaşam süresi” dir (Ünal, 2012: 208; Yıldırım, 2015: 165). Ölüm istatistikleri ile ülkeler sorunları saptamakta, öncelikleri belirlemekte, gerekli önlemleri almakta, sağlık hizmetlerini yeniden planlamakta ve uygulamaya koymaktadırlar. Dolayısıyla sağlık hizmetlerinin planlanmasında ölümle ilgili veriler oldukça önemli olmaktadır. Kaba ölüm hızı, yaşa, cinsiyete, yerleşim yerine ve nedene özel ölüm hızları, anne ölüm hızı, bebek ölüm hızı gibi ölüm istatistikleri bölgeler ve ülkeler arasındaki karşılaştırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Sümbüloğlu vd., 1999: 92). Bazı ülkelerde gelir dağılımındaki adaletsizlik, beslenme yetersizliği, uygun olmayan çevre koşulları ve eğitim eksikliği sağlık sorunlarıyla birleşince ölümlere neden olabilmektedir (Yavuz, 2012: 53). Bu nedenle ölüm oranlarının dışsal faktörler ile de etkileşim halinde olduğu söylenebilir.

Sağlık göstergeleri ile ilgili yapılan çalışmalarda özellikle bebek ölüm hızının ve doğumda beklenen yaşam süresinin çıktı değişkeni olarak sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Kumar ve Özdamar, 2004: 83; Mirmirani vd., 2008: 51). Toplumların genel sağlık, özellikle çocuk sağlığı düzeyini ve sunulan sağlık hizmetlerinin etkinliğini belirlemede kullanılan en anlamlı ve en önemli sağlık ölçütlerinden birisi bebek ölüm hızıdır (Tezcan, 1992: 179). **“Bebek ölüm hızı”**, bir yıl içinde, bir yaşına girmeden ölen

bebeklerin o yılda canlı doğan bebek sayısına bölünmesi ile elde edilmektedir. Diğer bir ifade ile her 1000 canlı doğuma karşılık, bir yaşına girmeden (0-364 günlük) ölen bebek sayısını göstermektedir. Bir ülkede/bölgede ana-çocuk sağlığı hizmetlerinin etkin/iyi bir şekilde yürütülüp yürütülmediğini gösteren ve tüm ülkeler tarafından benimsenmiş önemli bir sağlık göstergesidir (Sümbüloğlu vd., 1999: 96).

Bebek ölüm hızının formülü aşağıdaki gibidir (Tezcan, 1992: 179; Friis ve Sellers, 2009: 112).

$$\text{Bebek ölüm hızı} = \frac{\text{Bir toplumda bir yılda canlı doğan ve bir yaşını tamamlamadan (0-364 günlük) ölen bebek sayısı}}{\text{Aynı toplumda aynı süredeki canlı doğum sayısı}} \times 1000 \text{ (canlı doğum)}$$

Bir toplumun ana sağlığı düzeyini belirleyen ve bu konudaki hizmetlerin yeterli düzeyde sunulup sunulmadığını gösteren önemli bir ölçütte “**anne ölüm hızı**”dır. Anne ölümü ile ilgili ölçümler bir ülke için önemli istatistiksel parametrelerden biridir (Başaran vd., 2015: 836; Milli Eğitim Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Sekreterliği, 2011: 26). Anneye iyi bir sağlık hizmeti verilip verilmediğini gösteren iyi bir ölçü olan anne ölüm hızı (Sümbüloğlu, 2000: 266); aynı zamanda, toplumların gelişmişlikleri, refahı, sosyoekonomik yapıları, sahip olduğu teknolojiler ve eğitim düzeyleri gibi birçok durum hakkında da fikir vermektedir (Başaran, vd., 2015: 836; Tezcan, 1992: 181). Aynı zamanda Lorcu vd. (2012: 962) tarafından yapılan çalışmada bahsi geçen Birleşmiş Milletler Milenyum Kalkınma Hedefleri’nde anne sağlığının iyileştirilmesi hedefi kapsamında kullanılan indikatörlerden de biridir.

Bir kadının gebe kaldıktan sonra, gebelik süresi içinde düşük yapması, gebeliğe bağlı herhangi bir nedenden, doğum yaparken ya da lohusalık süresinde ölmesi “anne ölümü” olarak tanımlanmaktadır. Gebe kalma nedeniyle bir annenin ölmesi ise o ülkede sağlık hizmetlerinin düşük düzeyde sunulduğunun bir kanıtıdır (Sümbüloğlu, 2000: 266). Anne ölüm hızının formülü aşağıdaki gibidir (Friis ve Sellers, 2009: 117; Milli Eğitim Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Sekreterliği 2011: 26).

$$\text{Anne ölüm hızı} = \frac{\text{Bir toplumda bir yılda gebelik döneminde, doğum sırasında ve lohusalıkta ölen anne sayısı}}{\text{Aynı toplumda bir yıl içindeki toplam canlı doğum sayısı}} \times 10\ 000 \text{ ya da } 100\ 000$$

Sağlık sistemi çıktısının ölçülmesinde kullanılan diğer bir önemli değişken ise **“doğumda beklenen yaşam süresi”** dir. Doğumda beklenen yaşam süresi, bireyin doğduğu günden itibaren ömrünün sonuna kadar kaç yıl yaşayacağını tahmini olarak belirtmektedir (Sümbüloğlu, 2000: 277).

Yaşam koşullarındaki değişimler, sosyo-ekonomik çevrede ve iş yaşamında meydana gelen iyileşmeler, geliştirilmiş halk sağlığı çalışmaları, alınan tedbirler ve tedavi teknolojileri yaşam beklentisinin artmasına neden olan faktörler arasındadır (Jee ve Or, 1999: 14). Bebek ölümlerinin doğumda beklenen yaşam süresine büyük etkisi olduğu bilinmektedir (Sümbüloğlu, 2000: 277). Genel olarak bebek ölümlerinde meydana gelen azalma, yaşam beklentisinin iyileşmesinde belirleyici bir faktör olmaktadır (Jee ve Or, 1999: 16).

Doğumda beklenen yaşam süresi, sağlık sistem performanslarının karşılaştırıldığı çalışmalarda ve sonuçların ölçümünde sıklıkla kullanılmaktadır (Çınaroğlu ve Avcı, 2014: 88; Kumar ve Özdamar, 2004: 83). Bu değişken; kadınlar ve erkekler için ayrı ayrı hesaplanabildiği gibi toplam popülasyon olarak da ifade edilebilmektedir. Bu çalışmada, değişken sayısının fazla olmasından dolayı doğumda beklenen yaşam süresi ile ilgili cinsiyete göre ayırım yapılmamış, toplam popülasyon sayısına ilişkin veriler kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında **“doğumda beklenen yaşam süresi (yıl)”**, **“bebek ölüm hızı (1000 canlı doğumda)”** ve **“anne ölüm hızı (100 000 canlı doğumda)”** ve değişkenlerinin çıktı değişkenleri olarak analizde yer alması düşünülmektedir.

7. Analizde Kullanılacak Değişkenlere İlişkin Korelasyon Analizi

Veri zarflama analizinde kullanılacak girdi ve çıktı değişkeni sayılarının belirlenmesinde karar verme birimi sayısı etkili olmaktadır. Literatürde karar verme birimi sayısı ile girdi/çıktı değişkenleri sayıları arasındaki ilişkiye yönelik iki farklı görüş bulunmaktadır:

- a. Karar verme birimlerinin sayısı, girdi sayısı m ve çıktı sayısı s olmak üzere; girdi ve çıktı değişkenlerinin sayısının en az iki katı olmalıdır ($2mxs$) (Dyson vd., 2001: 248).
- b. Karar verme birimi sayısı N , girdi sayısı m ve çıktı sayısı s olmak üzere; $N \geq \max\{m \times s; 3 \times (m + s)\}$ dir (Cooper vd., 2001: 219).

Bahsi geçen bu iki görüşü de doğrulayabilmek için girdi ve çıktı sayısının makul bir seviyede tutulması gerekir. Bu durumda değişkenlere yönelik korelasyon analizi yapılarak aralarında yüksek korelasyon bulunan değişkenlerden biri elenebilir.

Analizde kullanılmak üzere seçilen girdi, çevre ve çıktı değişkenlerine ilişkin veriler Ek-1’de; değişkenlere yönelik yapılan Pearson korelasyon analizine ilişkin bulgular da Ek 2’de yer almaktadır.

Ek-2’de yer alan korelasyon tablosu incelendiğinde bazı değişkenler arasında yüksek korelasyon olduğu görülmektedir. “GSYİH’dan sağlığa ayrılan pay” değişkeni ile “kişi başı sağlık harcamaları” değişkeni arasında 0,01 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde çok kuvvetli (0,861); “bebek ölüm hızı” değişkeni ile “doğumda beklenen yaşam süresi” değişkeni arasında 0,01 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde kuvvetli (-0,723) ve yine “bebek ölüm hızı” değişkeni ile “anne ölüm hızı” değişkeni arasında 0,01 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde çok kuvvetli (0,806) bir ilişki olduğu saptanmıştır. Diğer değişkenler arasındaki korelasyonların ise orta ve düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Aralarında yüksek korelasyon görülen değişkenlerden GSYİH’dan sağlığa ayrılan pay değişkeni ile bebek ölüm hızı değişkeni

analizde yer alacak değişkenler arasından çıkarılarak, bulanık veri zarflama analizi ile yapılacak etkinlik ölçümünde kullanılmayacaktır.

Korelasyon analizi sonucu bulanık veri zarflama analizinde etkinlik ölçümü için seçilen girdi, çevre ve çıktı değişkenleri ve değişkenlere ilişkin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Bulanık Veri Zarflama Analizinde Kullanılacak Değişkenler, Değişkenlere İlişkin Ortalama, Standart Sapma, Minimum ve Maksimum Değerler

	Ortalama	Standart Sapma	Min.	Maks.
Girdi Değişkenleri				
Hekim Sayısı	3,1494	0,959	1,03	6,17
Hastane Yatağı Sayısı	4,8043	2,499	1,57	13,36
Kişi Başı Sağlık Harcamaları	3388,8824	1621,759	890,00	8454,00
Çevre Değişkenleri				
Günlük Sigara İçen 15 Yaş Üstü Erişkin Yüzdesi	20,6191	5,263	11,80	38,92
Meyve Tüketimi	103,9824	34,741	51,10	201,60
Kızamık Aşısı Olan Çocukların Yüzdesi	94,6471	4,545	76,00	99,00
Karbonmonoksit (CO) Emisyonu	71,5477	62,921	14,27	296,82
5-39 Yaş Arası Beklenen Okullaşma (Eğitim) Yılı	17,5659	1,286	14,35	19,79
Çıktı Değişkenleri				
Doğumda Beklenen Yaşam Süresi	80,1768	2,434	74,40	83,20
Anne Ölüm Hızı	6,8562	7,758	0,01	42,30

Korelasyon analizi sonucunda bulanık veri zarflama analizinde kullanılmak üzere üç girdi, beş çevre ve iki çıktı değişkeni belirlenmiştir. Analizde çevre değişkenleri birer girdi değişkeni olarak ele alınacaktır. Dolayısıyla 8 girdi ve 2 çıktı değişkeni söz konusudur. Analiz için seçilen değişkenler ile karar verme birimleri sayısı arasındaki ilişkiye yönelik daha önce bahsedilen iki görüş de doğrulanmaktadır.

Karar verme birimi sayısı = 34, m=8; s= 2 olmak üzere;

a. $34 \geq 2.8.2$ $34 \geq 32$

b. $34 \geq \text{maks} \{8 \times 2; 3 \times (8 + 2)\}$ $34 \geq \text{maks} \{16; 30\}$ $34 \geq 30$

8. Bulanık Veri Zarflama Analizi Uygulaması

Çalışma kapsamında OECD ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin değerlendirilmesinde öncelikle Wang vd. (2005a) tarafından önerilen bulanık veri zarflama analizi yaklaşımı kullanılmış ve her bir karar verme birimine ilişkin farklı α düzeyinde etkinlikler belirlenmiştir. Sonraki aşamada karar verme birimlerinin etkinliklerinin sıralanmasında Wang (2005b) tarafından geliştirilen “Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı” kullanılarak ülkeler, farklı α seviyeleri için etkinlik kaybı değerlerine göre sıralanmıştır.

Bulanık veri zarflama analizi uygulamasında Tablo 5’te verilen sekiz girdi ve iki çıktı değişkeni kullanılmıştır. Değişkenlere ilişkin değerler öncelikle bulanık verilere, sonrasında da alt ve üst sınır değerleri belirlenerek aralık verilere dönüştürülmüştür. Her karar verme birimi için değişkenlerin alt sınır ve üst sınır değerlerine göre bulanık veri zarflama analizi modelleri oluşturulmuştur.

Değişkenlere ilişkin değerlerin bulanık verilere dönüştürülmesinde;

$$a = m - S_h$$

$$b = m + S_h$$

formüllerinden yararlanılmıştır (Güneş, 2006: 82; Şafak, 2009: 104). Formüllerde yer alan “ S_h ” standart hatayı; “ m ” değişkenin mevcut değerini, “ a ” değişkenin alt sınır değerini, “ b ” değişkenin üst sınır değerini ifade etmektedir. Standart hata, değişkene ilişkin standart sapma değerinin karar verme birimi sayısının kareköküne bölümü ile hesaplanmaktadır. Örneğin, karar verme birimlerinden biri olan ABD’nin “hekim sayısı” değişkenine göre alt ve üst sınır değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$a = m - S_h = 2,452 - 0,16462 = 2,28738$$

$$b = m + S_h = 2,452 + 0,16462 = 2,61662$$

Buna göre alt, merkez ve üst sınırlar [2,28738; 2,452; 2,61662] şeklinde ifade edilir. Bu aşamadan sonra Zimmermann (1991)’in “ α – kesme yaklaşımı” uygulanmış; böylece bulanık verilerin aralık verilere dönüştürülmesi sağlanmıştır. Bunun için aşağıda yer alan formüller kullanılmıştır.

$$a_{\alpha}^{-} = a + \alpha (m-a) \quad (\text{Alt Sınır Değeri})$$

$$a_{\alpha}^{+} = b - \alpha (b-m) \quad (\text{Üst Sınır Değeri})$$

Örneğin, $\alpha = 0,50$ kesim düzeyinde Almanya'ya ilişkin “meyve tüketimi” değişkeninin alt ve üst sınır değerleri aşağıdaki gibi belirlenir.

$$a_{\alpha}^{-} = a + \alpha (m-a) = 74,44203304 + 0,50 (5,957966955) = 77,42$$

$$a_{\alpha}^{+} = b - \alpha (b-m) = 86,357967 - 0,50 (5,95796696) = 83,38$$

Çalışma kapsamında her bir değişken için karar verme birimlerinin belirlenen α - kesim düzeylerindeki alt ve üst sınır değerleri hesaplanmıştır. α - kesim düzeyleri 0; 0,25; 0,50; 0,75 ve 1 şeklinde belirlenmiştir. Her bir α değerine karşılık gelen değişkenlerin alt ve üst sınır değerleri Ek -3'te yer almaktadır.

Bulanık veri zarflama analizinde kullanılan ve Wang vd. (2005a) tarafından önerilen yaklaşıma ilişkin detaylı bilgiler ve matematiksel model Bölüm 2'de 4.1.13. başlığı altında sunulmuştur. Buna göre, etkinliğin **üst sınırını** veren bulanık VZA modeline ilişkin matematiksel model;

$$\text{Maks } \theta^U = u_1 y_1^U + u_2 y_2^U$$

$$v_1 x_1^L + v_2 x_2^L + v_3 x_3^L + v_4 x_4^L + v_5 x_5^L + v_6 x_6^L + v_7 x_7^L + v_8 x_8^L = 1$$

$$(u_1 y_1^U + u_2 y_2^U) - (v_1 x_1^L + v_2 x_2^L + v_3 x_3^L + v_4 x_4^L + v_5 x_5^L + v_6 x_6^L + v_7 x_7^L + v_8 x_8^L) \leq 0$$

$$u_1, u_2 \geq \varepsilon$$

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \geq \varepsilon$$

$$\varepsilon = 10^{-10}$$

ve etkinliğin **alt sınırını** veren bulanık VZA modeline ilişkin matematiksel model;

$$\text{Maks } \theta^L = u_1 y_1^L + u_2 y_2^L$$

$$v_1 x_1^U + v_2 x_2^U + v_3 x_3^U + v_4 x_4^U + v_5 x_5^U + v_6 x_6^U + v_7 x_7^U + v_8 x_8^U = 1$$

$$(u_1 y_1^U + u_2 y_2^U) - (v_1 x_1^L + v_2 x_2^L + v_3 x_3^L + v_4 x_4^L + v_5 x_5^L + v_6 x_6^L + v_7 x_7^L + v_8 x_8^L) \leq 0$$

$$u_1, u_2 \geq \varepsilon$$

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \geq \varepsilon$$

$$\varepsilon = 10^{-10}$$

şeklinde belirtilebilir. Örnek olarak Ek-4’te karar verme birimi Türkiye’nin tüm α kesimleri için alt ve üst sınır etkinliğini belirten bulanık doğrusal programlama modeli sunulmuştur. Diğer karar verme birimlerine ilişkin tüm α kesim düzeyleri için alt ve üst sınır etkinliğini belirleyen bulanık doğrusal programlama modelleri benzer şekilde oluşturulmuştur. Oluşturulan modeller NCSS 10 paket programı yardımıyla çözülmüştür.

8.1. Alt ve Üst Sınır Etkinliklerine Yönelik Sonuçlar

OECD ülkelerinin her α - kesim düzeyi için bulanık veri zarflama analizi kullanılarak elde edilen alt sınır etkinlik değerlerine ilişkin veriler Tablo 6’da; üst sınır etkinlik değerlerine ilişkin veriler ise Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 6. Bulanık Veri Zarflama Analizi Çözümünde α - Kesim Düzeyleri İçin Alt Sınır Etkinlik Değerleri

	ALT SINIR ETKİNLİK DEĞERLERİ				
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,50$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
ABD	0,9528	0,9642	0,9762	0,9880	1,0000
Almanya	0,8901	0,9019	0,9140	0,9290	0,9466
Avustralya	0,9425	0,9561	0,9705	0,9852	1,0000
Avusturya	0,9696	0,9773	0,9847	0,9926	1,0000
Belçika	0,9332	0,9496	0,9660	0,9829	1,0000
Birleşik Krallık	0,9588	0,9689	0,9793	0,9894	1,0000
Çek Cumhuriyeti	0,8927	0,9088	0,9259	0,9483	1,0000
Danimarka	0,9279	0,9401	0,9521	0,9662	0,9832
Estonya	0,8992	0,9143	0,9305	0,9481	0,9678
Finlandiya	0,8920	0,9035	0,9161	0,9408	0,9744
Fransa	0,9642	0,9728	0,9820	0,9907	1,0000
Hollanda	0,9106	0,9221	0,9362	0,9598	0,9995
İrlanda	0,9443	0,9582	0,9719	0,9859	1,0000
İspanya	0,9392	0,9543	0,9693	0,9846	1,0000
İsrail	0,9638	0,9725	0,9818	0,9906	1,0000

	ALT SINIR ETKİNLİK DEĞERLERİ				
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,50$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
İsveç	0,9373	0,9524	0,9682	0,9837	1,0000
İsviçre	0,9387	0,9537	0,9690	0,9844	1,0000
İtalya	0,9605	0,9702	0,9802	0,9898	1,0000
İzlanda	0,9557	0,9667	0,9776	0,9889	1,0000
Japonya	0,9658	0,9740	0,9827	0,9911	1,0000
Kanada	0,9547	0,9657	0,9772	0,9885	1,0000
Kore	0,9331	0,9495	0,9659	0,9830	1,0000
Lüksemburg	0,9661	0,9742	0,9829	0,9912	1,0000
Macaristan	0,8574	0,8732	0,8910	0,9279	1,0000
Meksika	0,9609	0,9704	0,9803	0,9899	1,0000
Norveç	0,9347	0,9458	0,9574	0,9688	0,9806
Polonya	0,9032	0,9251	0,9491	0,9742	1,0000
Portekiz	0,9075	0,9215	0,9367	0,9536	0,9705
Slovakya	0,9068	0,9288	0,9519	0,9752	1,0000
Slovenya	0,9120	0,9241	0,9364	0,9490	0,9685
Şili	0,9608	0,9703	0,9801	0,9898	1,0000
Türkiye	0,9184	0,9376	0,9579	0,9785	1,0000
Yeni Zelanda	0,9534	0,9648	0,9763	0,9879	1,0000
Yunanistan	0,8790	0,8969	0,9151	0,9340	0,9529

Alt sınır etkinlik değerlerine bakıldığında; $\alpha = 0$; 0,25; 0,50 ve 0,75 kesim düzeyinde hiçbir karar verme biriminin etkin olmadığı görülmektedir. Her dört α kesim düzeyinde de Macaristan (sırasıyla 0,8574; 0,8732; 0,891; 0,9279) en küçük alt sınır etkinlik değerine sahip ülkedir. $\alpha = 0$ ve 0,25 kesim düzeyi için ikinci en küçük etkinlik değerine sahip ülke Yunanistan olurken; $\alpha = 0,50$ ve 0,75 kesim düzeyi için ikinci en küçük etkinlik değerine sahip ülke Almanya'dır. Her dört α kesim düzeyinde de en büyük alt sınır değerine sahip ülkenin Avusturya (sırasıyla 0,9696; 0,9773; 0,9847; 0,9926) olduğu görülmektedir. Bunu her dört α kesim düzeyi için Lüksemburg takip etmektedir. $\alpha = 1$ için belirlenen alt sınır etkinlik değerlerine bakıldığında ise ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Çek Cumhuriyeti, Fransa, İrlanda, İspanya, İsrail,

İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Kore, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Polonya, Slovakya, Şili, Türkiye ve Yeni Zelanda'nın etkin ülkeler olduğu söylenebilir. Etkin olmayan ülkeler arasında ise $\alpha = 1$ için en düşük alt sınır değerine sahip ülke Almanya (0,9466) iken; en yüksek alt sınır değerine sahip ülke 0,9995 değeri ile Hollanda'dır (Tablo 6).

Tablo 7. Bulanık Veri Zarflama Analizi Çözümünde Alfa Kesim Düzeyleri İçin Üst Sınır Etkinlik Değerleri

	ÜST SINIR ETKİNLİK DEĞERLERİ				
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,50$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
ABD	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Almanya	0,9454	0,9457	0,9460	0,9463	0,9466
Avustralya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Avusturya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Belçika	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Birleşik Krallık	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Çek Cumhuriyeti	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Danimarka	0,9834	0,9833	0,9833	0,9832	0,9832
Estonya	0,9672	0,9673	0,9675	0,9676	0,9678
Finlandiya	0,9740	0,9741	0,9742	0,9745	0,9744
Fransa	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Hollanda	1,0000	0,9995	0,9994	0,9992	0,9995
İrlanda	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İspanya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İsrail	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İsveç	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İsviçre	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İtalya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İzlanda	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Japonya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Kanada	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Kore	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

	ÜST SINIR ETKİNLİK DEĞERLERİ				
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,50$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
Lüksemburg	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Macaristan	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Meksika	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Norveç	0,9805	0,9805	0,9806	0,9806	0,9806
Polonya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Portekiz	0,9702	0,9703	0,9704	0,9704	0,9705
Slovakya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Slovenya	0,9675	0,9678	0,9680	0,9683	0,9685
Şili	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Türkiye	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Yeni Zelanda	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Yunanistan	0,9515	0,9519	0,9522	0,9526	0,9529

Üst sınır etkinlik değerlerine bakıldığında ise beş α – kesim düzeyinde de ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Çek Cumhuriyeti, Fransa, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Kore, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Polonya, Slovakya, Şili, Türkiye ve Yeni Zelanda'nın etkin olduğu görülmektedir. Hollanda ise sadece $\alpha = 0$ kesim düzeyinde etkindir. Etkin olmayan ülkelerden üst sınır etkinlik değeri en küçük olan ülke tüm α – kesim düzeylerinde Almanya iken; üst sınır etkinlik değeri en yüksek olan ülke $\alpha = 0$ için Danimarka; $\alpha = 0,25$; $0,50$ ve $0,75$ için ise Hollanda'dır (Tablo 7).

İki tablo birlikte incelendiğinde, $\alpha = 1$ için Almanya'nın hem alt sınır hem de üst sınır değerlerine göre en düşük etkinliğe; Hollanda'nın ise en yüksek etkinliğe sahip olduğu söylenebilir.

8.2. Minimaks Pişmanlık Yaklaşımına İlişkin Sonuçlar

Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı'na ilişkin detaylı bilgiler ve yöntemle ilişkin uygulama adımları Bölüm 2'de 4.1.13. başlığı altında sunulmuştur. Minimaks Pişmanlık

$R(\text{Almanya}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,8901, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,8901), 0] = \text{maks} [0,1099, 0] = \mathbf{0,1099}.$

$R(\text{Avustralya}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9425, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9425), 0] = \text{maks} [0,0575, 0] = \mathbf{0,0575}.$

$R(\text{Avusturya}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9696, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9696), 0] = \text{maks} [0,0304, 0] = \mathbf{0,0304}.$

$R(\text{Belçika}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9332, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9332), 0] = \text{maks} [0,0668, 0] = \mathbf{0,0668}.$

$R(\text{Birleşik Krallık}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9588, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9588), 0] = \text{maks} [0,0412, 0] = \mathbf{0,0412}.$

R(Çek Cumhuriyeti) = maks [maks (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,8927, 0] = maks [(1,0000 - 0,8927), 0] = maks [0,1073, 0] = **0,1073**.

R(Danimarka) = maks [maks (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9279, 0] = maks [(1,0000 - 0,9279), 0] = maks [0,0721, 0] = **0,0721**.

R(Estonya) = maks [maks (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,8992, 0] = maks [(1,0000 - 0,8992), 0] = maks [0,1008, 0] = **0,1008**.

R(Finlandiya) = maks [maks (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,8920, 0] = maks [(1,0000 - 0,8920), 0] = maks [0,1080, 0] = **0,1080**.

R(Fransa) = maks [maks (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9642, 0] = maks [(1,0000 - 0,9642), 0] = maks [0,0358, 0] = **0,0358**.

$R(\text{Hollanda}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9106, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9106), 0] = \text{maks} [0,0894, 0] = \mathbf{0,0894}.$

$R(\text{İrlanda}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9443, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9443), 0] = \text{maks} [0,0557, 0] = \mathbf{0,0557}.$

$R(\text{İspanya}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9392, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9392), 0] = \text{maks} [0,0608, 0] = \mathbf{0,0608}.$

$R(\text{İsrail}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9638, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9638), 0] = \text{maks} [0,0362, 0] = \mathbf{0,0362}.$

$R(\text{İsveç}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9373, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9373), 0] = \text{maks} [0,0627, 0] = \mathbf{0,0627}.$

$R(\text{İsviçre}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9387, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9387), 0] = \text{maks} [0,0613, 0] = \mathbf{0,0613}.$

$R(\text{İtalya}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9605, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9605), 0] = \text{maks} [0,0395, 0] = \mathbf{0,0395}.$

$R(\text{İzlanda}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9557, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9557), 0] = \text{maks} [0,0443, 0] = \mathbf{0,0443}.$

$R(\text{Japonya}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9658, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9658), 0] = \text{maks} [0,0342, 0] = \mathbf{0,0342}.$

$R(\text{Kanada}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9547, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9547), 0] = \text{maks} [0,0453, 0] = \mathbf{0,0453}.$

$$\begin{aligned}
R(\text{Kore}) &= \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; \\
&1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9331, 0] = \\
&\text{maks} [(1,0000 - 0,9331), 0] = \text{maks} [0,0669, 0] = \mathbf{0,0669}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{Lüksemburg}) &= \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; \\
&0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9661, 0] = \text{maks} [(1,0000 - \\
&0,9661), 0] = \text{maks} [0,0339, 0] = \mathbf{0,0339}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{Macaristan}) &= \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; \\
&1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,8574, 0] = \\
&\text{maks} [(1,0000 - 0,8574), 0] = \text{maks} [0,1426, 0] = \mathbf{0,1426}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{Meksika}) &= \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; \\
&1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9609, 0] = \\
&\text{maks} [(1,0000 - 0,9609), 0] = \text{maks} [0,0391, 0] = \mathbf{0,0391}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{Norveç}) &= \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9702; \\
&1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9347, 0] = \\
&\text{maks} [(1,0000 - 0,9347), 0] = \text{maks} [0,0653, 0] = \mathbf{0,0653}.
\end{aligned}$$

$R(\text{Polonya}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9032, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9032), 0] = \text{maks} [0,0968, 0] = \mathbf{0,0968}.$

$R(\text{Portekiz}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9075, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9075), 0] = \text{maks} [0,0925, 0] = \mathbf{0,0925}.$

$R(\text{Slovakya}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9068, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9068), 0] = \text{maks} [0,0932, 0] = \mathbf{0,0932}.$

$R(\text{Slovenya}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9120, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9120), 0] = \text{maks} [0,0880, 0] = \mathbf{0,0880}.$

$R(\text{Şili}) = \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9608, 0] =$
 $\text{maks} [(1,0000 - 0,9608), 0] = \text{maks} [0,0392, 0] = \mathbf{0,0392}.$

$$\begin{aligned}
R(\text{Türkiye}) &= \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; \\
&0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9184, 0] = \\
&\text{maks} [(1,0000 - 0,9184), 0] = \text{maks} [0,0816, 0] = \mathbf{0,0816}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{Yeni Zelanda}) &= \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&1,0000; 0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; \\
&1,0000; 0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 0,9515) - 0,9534, 0] = \\
&\text{maks} [(1,0000 - 0,9534), 0] = \text{maks} [0,0466, 0] = \mathbf{0,0466}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{Yunanistan}) &= \text{maks} [\text{maks} (1,0000; 0,9454; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&0,9834; 0,9672; 0,9740; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; \\
&1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 1,0000; 0,9805; 1,0000; \\
&0,9702; 1,0000; 0,9675; 1,0000; 1,0000; 1,0000) - 0,8790, 0] = \\
&\text{maks} [(1,0000 - 0,8790), 0] = \text{maks} [0,1210, 0] = \mathbf{0,1210}.
\end{aligned}$$

Tüm karar verme birimleri için hesaplanan maksimum etkinlik kaybı değerlerinden en küçük değere sahip olan karar verme birimi 0,0304 değerine sahip Avusturya'dır. Buna göre Avusturya, en iyi etkinlik değerine sahip karar verme birimi olarak seçilmiştir. Avusturya, maksimum etkinlik kaybı hesaplanacak olan karar verme birimleri listesinden çıkartılmış ve kalan 33 OECD ülkesi için maksimum etkinlik kaybı hesaplamaları aynı şekilde yeniden yapılmıştır. Hesaplamalar, tek bir ülke kalana kadar devam etmiştir.

Tüm α düzeylerine ilişkin maksimum etkinlik kaybı değerleri ve ülke sıralamaları Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Maksimum Etkinlik Kaybı Değerleri ve Ülke Sıralamaları

α - Kesim Düzeyleri										
Sıra	$\alpha = 0$		$\alpha = 0,25$		$\alpha = 0,5$		$\alpha = 0,75$		$\alpha = 1$	
	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri
1	Avusturya	0,0304	Avusturya	0,0227	Avusturya	0,0153	Avusturya	0,0074	Hollanda	0
2	Lüksemburg	0,0339	Lüksemburg	0,0258	Lüksemburg	0,0171	Lüksemburg	0,0088	Danimarka	0
3	Japonya	0,0342	Japonya	0,026	Japonya	0,0173	Japonya	0,0089	Norveç	0
4	Fransa	0,0358	Fransa	0,0272	Fransa	0,0180	Fransa	0,0093	Finlandiya	0
5	İsrail	0,0362	İsrail	0,0275	İsrail	0,0182	İsrail	0,0094	Portekiz	0
6	Meksika	0,0391	Meksika	0,0296	Meksika	0,0197	Meksika	0,0101	Slovenya	0
7	Şili	0,0392	Şili	0,0297	İtalya	0,0198	İtalya	0,0102	Estonya	0
8	İtalya	0,0395	İtalya	0,0298	Şili	0,0199	Şili	0,0102	Yunanistan	0
9	Birleşik Kral.	0,0412	Birleşik Kral.	0,0311	Birleşik Kral.	0,0207	Birleşik Kral.	0,0106	Almanya	0
10	İzlanda	0,0443	İzlanda	0,0333	İzlanda	0,0224	İzlanda	0,0111		
11	Kanada	0,0453	Kanada	0,0343	Kanada	0,0228	Kanada	0,0115		
12	Yeni Zelanda	0,0466	Yeni Zelanda	0,0352	Yeni Zelanda	0,0237	ABD	0,0120		
13	ABD	0,0472	ABD	0,0358	ABD	0,0238	Yeni Zelanda	0,0121		
14	İrlanda	0,0557	İrlanda	0,0418	İrlanda	0,0281	İrlanda	0,0141		
15	Avusturalya	0,0575	Avusturalya	0,0439	Avusturalya	0,0295	Avustralya	0,0148		

α - Kesim Düzeyleri										
Sıra	$\alpha = 0$		$\alpha = 0,25$		$\alpha = 0,5$		$\alpha = 0,75$		$\alpha = 1$	
	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri
16	İspanya	0,0608	İspanya	0,0457	İspanya	0,0307	İspanya	0,0154		
17	İsviçre	0,0613	İsviçre	0,0463	İsviçre	0,0310	İsviçre	0,0156		
18	İsveç	0,0627	İsveç	0,0476	İsveç	0,0318	İsveç	0,0163		
19	Norveç	0,0653	Belçika	0,0504	Belçika	0,0340	Kore	0,0170		
20	Belçika	0,0668	Kore	0,0505	Kore	0,0341	Belçika	0,0171		
21	Kore	0,0669	Norveç	0,0542	Türkiye	0,0421	Türkiye	0,0215		
22	Danimarka	0,0721	Danimarka	0,0599	Norveç	0,0426	Slovakya	0,0248		
23	Türkiye	0,0816	Türkiye	0,0624	Danimarka	0,0479	Polonya	0,0258		
24	Slovenya	0,0880	Slovakya	0,0712	Slovakya	0,0481	Norveç	0,0312		
25	Hollanda	0,0894	Polonya	0,0749	Polonya	0,0509	Danimarka	0,0338		
26	Portekiz	0,0925	Slovenya	0,0759	Portekiz	0,0633	Hollanda	0,0402		
27	Slovakya	0,0932	Hollanda	0,0779	Slovenya	0,0636	Portekiz	0,0464		
28	Polonya	0,0968	Portekiz	0,0785	Hollanda	0,0638	Slovenya	0,0510		
29	Estonya	0,1008	Estonya	0,0857	Estonya	0,0695	Çek Cum.	0,0517		
30	Çek Cum.	0,1073	Çek Cum.	0,0912	Çek Cum.	0,0741	Estonya	0,0519		
31	Finlandiya	0,1080	Finlandiya	0,0965	Finlandiya	0,0839	Finlandiya	0,0592		

α - Kesim Düzeyleri										
Sıra	$\alpha = 0$		$\alpha = 0,25$		$\alpha = 0,5$		$\alpha = 0,75$		$\alpha = 1$	
	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri
32	Almanya	0,1099	Almanya	0,0981	Yunanistan	0,0849	Yunanistan	0,0660		
33	Yunanistan	0,1210	Yunanistan	0,1031	Almanya	0,0860	Almanya	0,0710		
34	Macaristan	0,1426	Macaristan	0,1268	Macaristan	0,1090	Macaristan	0,0721		

$\alpha = 0; 0,25; 0,50$ ve $0,75$ kesim düzeyinde en iyi etkinlik kaybı değerini alan ilk beş ülke sırasıyla Avusturya, Lüksemburg, Japonya, Fransa ve İsrail'dir. Bahsi geçen dört α kesim düzeyi için de en kötü etkinlik kaybı değeri Macaristan'a aittir. $\alpha = 1$ kesim düzeyine bakıldığında; Hollanda, Danimarka, Norveç, Finlandiya, Portekiz, Slovenya, Estonya, Yunanistan ve Almanya dışındaki diğer ülkelerin etkin olduğu; bu nedenle Tablo 8'de yer almadığı görülmektedir. $\alpha = 1$ kesim düzeyinde etkin olmayan ülkelerden Hollanda, en iyi etkinlik kaybı değerine sahip ülkedir. En kötü etkinlik kaybı değerine sahip olan ülke ise Almanya'dır. Türkiye ise $\alpha = 0; 0,25; 0,50$ ve $0,75$ kesim düzeyi için 34 ülke içerisinde orta sıralarda (21. ve 23. sıra) yer almakta; $\alpha = 1$ kesim düzeyinde ise etkin ülkeler arasında bulunmaktadır (Tablo 8).

9. Bulanık Kümeleme Analizi ve Sonuçları

Kümeleme analizi, ham (gruplanmamış) X veri matrisinde bulunan gözlemleri, değişkenleri ya da gözlem ve değişkenleri sahip oldukları temel özellikler bakımından alt kümeler (grup, sınıf) ayırmak amacıyla geliştirilmiş çok değişkenli bir analiz tekniğidir (Özdamar, 2010: 266; Alpar, 2011: 309).

Kümeleme analizi ile oluşan kümelerde küme içlerinde yüksek oranda benzer (homojen); kümeler arasında ise farklı (heterojen) bir yapı oluşturmaktadır (Hair vd., 2010: 508; Alpar, 2011: 309). Diğer bir ifadeyle, bir kümeyi oluşturan bireyler, değişkenler ya da olgular birbirleriyle benzeşirken; diğer kümelerin bireyleri, değişkenleri ya da olguları ile farklılık göstermektedirler (Karagöz, 2014: 659).

Kümeleme analizinin birçok disiplinde geniş bir kullanım alanı söz konusudur. Ekonomi, psikoloji, sosyoloji, tıp, mühendislik, arkeoloji, ziraat gibi farklı birçok alanda sıklıkla kullanılmaktadır (Alpar, 2011: 310). Örneğin, kişilik ve kişilik ile ilgili özellikler gibi psikolojik sınıflamalarda, pazar bölümlendirmesi analizlerinde, yeni ürünler arasındaki benzerliklerin ve farklılıkların belirlenmesinde, işletmelerin performans değerlendirmelerinde (Hair vd., 2010: 509) kümeleme analizinden yararlanılmaktadır. Sağlık alanında ise tıpta hastalıkların, psikiyatride paranoya, şizofreni gibi semptomların doğru sınıflandırılmasında, laboratuvar bulguları ile klinik

bulguların oluşturduğu veri matrislerinde hastalık gruplarının ve yeni semptomların tanımlanmasında (Özdamar, 2010: 269); depresyon teşhisi konulmuş hastalara veya psikiyatrik hastalara uygulanan testlerin sonuçlarına göre farklı alt grupların oluşturulmasında (Karagöz, 2014: 659) bulanık kümeleme analizinin kullanımı söz konusudur.

Kümeleme analizi yöntemleri, aşamalı ve aşamalı olmayan kümeleme analizi yöntemleri olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır. Aşamalı kümeleme analizi yönteminde, birimlerin ve değişkenlerin birbiriyle değişik benzerlik ölçütlerine göre kümelenmesi işlemi, küme sayısı baştan belirtilmeden yapılmaktadır (Koyuncugil, 2006: 57). Bu yöntemde, aşamaların ve kümelerin kolay anlaşılması için ağaç diyagramlarından (dendrogram) veya buz saçağı grafiklerinden (icicle plot) yararlanılmaktadır. Aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri ise küme sayısı hakkında önsel bir bilginin olduğu durumlarda tercih edilen bir yöntem olup; bu yöntemde küme sayısı önceden belirlenmektedir (Alpar, 2011: 314, 333). Aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri arasında yaygın olarak kullanılan yöntemler; k-ortalama kümeleme, medoid kümeleme, yığma kümeleme ve bulanık kümelemedir (Özdamar, 2010: 311).

Bulanık kümeleme yöntemi, k-ortalamalar ve medoid kümeleme yöntemlerinin geliştirilmiş halidir. Bu yöntemde n birim k kümeye ayrılmaktadır. Ancak bazı birimlerin herhangi bir kümeye ait olması konusunda bir zorlama söz konusu değildir. Bulanık kümelemede birimlerin küme üyelik olasılıkları tüm olası kümeler arasında toplamı bir olacak şekilde 0 ile 1 arasında değişmektedir (Özdamar, 2010: 333-334).

Birimler, en yüksek üyelik katsayısına sahip olduğu kümeye atanırlar (Şekerler, 2008: 12; Bayrakçı ve Barışçı, 2008; Torra, 2005). Bazı durumlarda bir birimin kümelerdeki olasılık değerleri birbirine yakın olabilir. Örneğin, Gökgöz vd. (2013: 27) tarafından bulanık c-ortalamalar kümeleme analizi kullanılarak yapılan bankaların kümelendiği çalışmada Burgan Bank'in ikinci kümedeki olasılık değeri ile dördüncü kümedeki olasılık değerinin birbirine yakın olduğu saptanmıştır. Buna göre Burgan Bank'in ya ikinci kümede ya da dördüncü kümede ele alınması söz konusudur. Benzer şekilde Kılıç vd. (2012: 24) tarafından yapılan çalışmada da Türkiye'deki illerden bazılarının birinci

ve ikinci küme olasılık değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Giray ve Esin Gülel (2014: 245)'in yapmış olduğu çalışmada ise Fransa ve Hollanda'nın birinci ve ikinci kümede yer alma olasılıkları birbirine yakın olarak bulunmuştur.

Bulanık kümeleme analizi tarım, hayvancılık, turizm, ulaşım, bankacılık, görüntü işleme, medikal tanı gibi alanlarda literatürde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, Kılıç ve Özbeyaz (2010) tarafından yapılan çalışmada koyun yetiştiriciliğinde bulanık kümeleme yönteminin uygulanması ile Karayaka ve Bafra koyunlarının beden ölçülerine göre sınıflandırılması söz konusudur. Kılıç vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'deki 81 ilin hayvan varlığı ve hayvansal üretimden oluşan yirmi altı değişkene ilişkin hayvancılık istatistikleri bakımından bulanık kümeleme analizi ile sınıflandırılması amaçlanmıştır. Giray (2013), dünya ülkelerinin uluslararası turizm istatistikleri açısından kümelenmesini incelemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada, 159 ülkeyi değerlendirmiş ve Türkiye'nin bu yapı içerisindeki yerini araştırmıştır. Atalay ve Tortum (2010) tarafından yapılan çalışmada, 1997-2006 yılları arasında Türkiye'deki illerde meydana gelen trafik kazası verileri kullanılarak, bulanık c-ortalamlar kümeleme analizi tekniği ile en yüksek ölüm ve yaralanma oranlarına sahip olan iller belirlenmiştir. Yılcı (2010), bulanık kümeleme analizi ile Türkiye'deki 81 ili nüfus yoğunluğu, yüksek öğretim mezunlarının oranı, bebek ölüm hızı, işsizlik oranı, 10.000 kişiye düşen özel otomobil sayısı, toplam tarımsal üretim değerleri, kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla, kamu yatırım harcamaları, hekim başına düşen nüfus sayısı, emekli aylığı alan toplam nüfus sayısı ve toplam aktif sigortalı sayısı gibi sosyoekonomik değişkenler aracılığıyla kendi içinde benzer kümelere ayırmayı amaçlamıştır. Erilli (2014), TR72 bölgesindeki ilçeleri bulanık kümeleme c-ortalamlar yöntemi ile sosyoekonomik göstergeler açısından gelişmişlik düzeylerine göre sınıflandırmıştır. Arıç vd. (2014), Asya Pasifik Ekonomik İşbirliği'ne üye ülkelerin (APEC ülkeleri) rekabetçilik dinamikleri bakımından benzerliklerinin ortaya konulması amacıyla bulanık kümeleme analizinden yararlanmışlardır. Akat (2007), askeri yapıları temel olarak etkileyen değişkenler kullanarak 52 ülkeyi sınıflandırmıştır. Altınel (2012), Türkiye'deki yirmi üç bankanın sermaye, varlık kalitesi, likidite, karlılık, gelir-gider yapısı, sektör payı, şube yapısı gibi finansal oranlar bakımından gruplanması; Gökgez vd. (2013) ise Türk mevduat ve katılım bankalarının finansal sağlıklarına göre

sınıflandırılması amacıyla bulanık kümeleme analizi yöntemini kullanmışlardır. Hughes (2006) tarafından su kalitesi parametreleri ile ilgili yapılan yüksek lisans tez çalışmasında ise bulanık c-ortalamlar ve k-en yakın komşu bulanık kümeleme analizi yöntemleri kullanılmıştır. Her iki analizde de veri seti altı kümeye ayrılmıştır.

Bulanık kümeleme analizi kullanılarak OECD ülkeleri ile ilgili yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Şahin ve Hamarat (2002) tarafından yapılan çalışmada, G10, Avrupa Birliği ve OECD ülkelerinin sosyo-ekonomik göstergelerden hareketle aynı grubu oluşturan ülkelerin benzer özellikler gösterip göstermediğinin, farklı gruplardaki ülkelerin kesişim kümelerinin ne olduğunun bulanık kümeleme analizi ile ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında otuz farklı değişken kullanılmış olup; bu değişkenlerden sağlık ile ilgili olanları GSYİH'dan sağlığa ayrılan pay, 1000 kişiye düşen doktor sayısı, kişi başına düşen sağlık harcamaları, toplam doğurganlık hızı, bebek ölüm hızı ve doğuşta yaşam beklentisidir. Araştırma sonuçlarına göre Türkiye; sosyo-ekonomik değişkenler açısından Portekiz, İspanya, Yunanistan, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Polonya, G. Kore, Meksika ve Yeni Zelanda ile aynı kümede yer almaktadır. Çemrek vd. (2010) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise, OECD ülkeleri fosil yakıt kullanımından kaynaklanan CO₂ salınım göstergelerine göre bulanık kümeleme analizi ile kümelendiği görülmüştür.

Bulanık kümeleme analizinin sağlık alanında da kullanımı mevcuttur. Varlık (2007), Türkiye'deki illerin sağlık değişkenleri esas alınarak sınıflandırılması için bulanık kümeleme analizi tekniğini kullanmıştır. Bu çalışmada ele alınan on altı sağlık değişkeni; yatak sayısı, uzman hekim, pratisyen hekim, toplam hekim, eczacı, diş hekimi, hemşire, sağlık memuru ve ebe sayısı, büyük ameliyat sayısı, aşılama yüzdesi, sağlık personeli yardımı olmadan yapılan doğum yüzdesi, bebek ölüm hızı, anne ölümlerinin kadın ölümlerine oranı, doğuşta beklenen yaşam süresi ve nüfus artış hızıdır. Gün (2011) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında bulanık c-ortalamlar algoritması ile 50 farklı kişiye ait ve her bir kişinin 10'ar pozunu bulanan toplamda 500 adet görüntü verisi içeren veri seti sınıflandırılmıştır. Bayrakçı ve Barışçı (2008), 75 hastanın mitral kapakçığından kaydedilen kardiyak Doppler işaretlerini 16 bitlik bir ses kartı yardımıyla kişisel bilgisayara aktarmış; her bir hastadan kaydedilen

kardiyak Doppler işaretine, Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) analizi uygulamış ve elde edilen bu değerleri bulanık kümeleme analizi ile sınıflandırmıştır. Bu sayede uzman hekime hastalık teşhisini yaparken yardımcı olacak bir sistem geliştirilmesi amaçlanmıştır. Chang vd. (2012), dinamik kontrastlı manyetik rezonans görüntülemenin temsili karakteristik kinetik eğrisinin tanısal etkililiğini değerlendirmek için yeni bir bilgisayar destekli tanı sistemi kullanılarak iyi huylu ve kötü huylu meme tümörlerini bulanık c-ortalama yöntemini ile sınıflandırmıştır. Koçer vd. (2005) tarafından biyometrik tanıma sistemlerinden biri olan iris tanıma sisteminin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada iris görüntüsündeki koyu ve açık bölgeler bulanık c-ortalama kümeleme yöntemiyle kümelendi. Toker (2013) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında merkezi sinir sisteminde görülen bir hastalık olan Multipl Skleroz (MS) incelenmiş; MS lezyonu içeren beyin MR görüntülerinin bölütlenmesi amacıyla bulanık c-ortalama algoritması kullanılmıştır. Bu sayede MS dokusunun normal beyin dokusundan ayrıştırılması hedeflenmiştir. Kaabi (2003), yapmış olduğu doktora tez çalışmasında bulanık kümeleme analizi ile elde ettiği üyelik dereceleri yardımıyla kompleks hastalıklar için bağlantı (linkage) analizi uygulamıştır. Bu çalışmaların dışında sağlık ile ilgili literatürde Ben-Arieh ve Gullipalli (2012), Copetti vd. (2013), D'Urso vd. (2013), Keller vd. (2012) ve Xia vd. (2013) tarafından yapılan çalışmalar da bulunmaktadır.

Sosyal bilim alanındaki çalışmalarda kesin yorumlar yapmanın her zaman mümkün olmadığı söylenebilir. Dolayısıyla herhangi bir birimin hangi kümeye atandığının bilinmesinin yanı sıra; söz konusu birimin ilgili kümeye hangi oranda atandığını bilmek de daha sağlıklı yorumlar yapabilmek açısından fayda sağlamaktadır (Giray, 2013: 697). Bu açıdan bulanık kümeleme analizinin kullanımı önemlidir.

Kümeleme analizinde, elemanların ya da birimlerin bir kümeye aitliği kesin, bulanık ve olasılıklı olmak üzere üç farklı durumda incelenebilir. Kesin kümelemede, birimler bir kümeye aittirler veya değildirler. Bulanık kümelemede, birimlerin aynı anda birden fazla kümeye aitliği söz konusu olabilir. Olasılıklı kümeleme analizinde ise, bir birim bir kümeye aittir veya değildir, fakat bir birimin bir kümeye atanması bir olasılık dağılımına bağlıdır (Torra, 2005: 646).

Bulanık kümelemede Bezdek ve Hathaway (1987: 436) tarafından ileri sürülen ve Kaufman ve Rousseeuw (1990: 184) tarafından geliştirilen, bu çalışmada kullanılacak olan bulanık c-ortalamlar yöntemidir. Bu yöntemde, her bir ögenin sadece bir kümeye değil; değişik üyelik dereceleri ile farklı iki ya da daha fazla kümeye ait olabilmesi söz konusudur (Şen, 2009: 179).

Bulanık c-ortalamlar yöntemine ilişkin algoritma

$$u_{ik} \geq 0, \sum_{j=1}^N u_{jk} = 1, i, j = 1, 2, \dots, n \text{ ve } k = 1, 2, \dots, K$$

kısıtları altında aşağıdaki amaç fonksiyonunu minimize etmeye çalışır.

$$C = \sum_{k=1}^K \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N u_{ik}^2 u_{jk}^2 d(i, j)}{2 \sum_{j=1}^N u_{jk}^2}$$

Burada u_{ik} , i . birimin k . kümedeki bilinmeyen üyelik derecesini, u_{jk} , j . birimin k . kümedeki bilinmeyen üyelik olasılığını ve $d(i, j)$ ' de x_i ve x_j birimleri arasındaki farklılığı veya uzaklığı göstermektedir. x_i ve x_j birimleri arasındaki farklılığı veya uzaklığı gösteren $d(i, j)$, Öklid uzaklığı olarak tanımlıdır. Bulanık kümelemede her bir birimin tüm kümelere olan üyelik katsayıları toplamı daima bir olacak şekilde pozitiftir.

Bulanık kümelemede oluşan kümelerden hangi küme sayısının uygun kümeleme olduğunu belirlemek için gölge istatistiği (silhouette statistics, SC) ve ortalama gölge istatistiğinden (average silhouette statistics, \overline{SC}) yararlanır (Özdamar, 2010: 334).

Gölge istatistiği

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max[a(i), b(i)]}, \quad -1 \leq s(i) \leq 1$$

formülü ile hesaplanır. Burada $a(i)$, i . birimin aynı küme içerisindeki diğer tüm birimlere olan uzaklıklarının ortalaması, $b(i)$ ise, i . birimin en yakın komşu olduğu ve elemanları arasındaki ortalama uzaklığın en küçük olduğu bir kümedeki elemanlar ile i . birimin uzaklıklarının ortalamasıdır (Tibshirani vd., 2001: 418).

Ortalama gölge istatistiği, bir kümedeki tüm birimlere ait gölge istatistiklerinin ortalaması olarak hesaplanır ve bulanık kümelemede uygun küme sayısını belirlemede maksimum değerli ortalama gölge istatistiğinden yararlanır (Özdamar, 2010: 334-335). Bir veri setinde uygun kümeleme yapısı olması için ortalama gölge istatistiği değerinin, \overline{SC} , en az 0,50 olması beklenir.

Bulanık kümelemenin kesin kümeden ne kadar uzaklıkta olduğunun bir göstergesi Dunn ayrıştırma katsayısıdır. Bu katsayı elde edilen kümenin ne kadar bulanık olduğuna dair bir fikir vermektedir. Dunn ayrıştırma katsayısı, tüm üyelik katsayılarının, u_{ik} , kareler toplamının birim sayısına bölünmesiyle aşağıdaki gibi elde edilir (Kılıç vd., 2011: 33):

$$F(U) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^K u_{ik}^2$$

$F(U)$ değeri daima $\left[\frac{1}{k}, k\right]$ aralığında yer alır. Böylece birimlere ilişkin üyelik matrisi elde edilir. Küme sayısından bağımsız olarak Dunn ayrıştırma katsayısı

$$F_k(U) = \frac{K \cdot F(U) - 1}{K - 1}$$

formülü ile normalleştirilir. Normalleştirilmiş Dunn katsayısı, $F_k(U)$, 0 ile 1 arasında değerler alır. $F_k(U)$ değeri 1'e yaklaştıkça kesin kümelemeyi, 0'a yaklaştıkça da veri setindeki tam bulanıklığı göstermektedir. Bulanık kümelemede kullanılan bir diğer ayrıştırma katsayısı da, Kaufman ayrıştırma katsayısıdır:

$$D(U) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N (h_{ik} - m_{ik})^2$$

ve aşağıdaki formül yardımıyla normalleştirilmiştir:

$$D_k(U) = \frac{K \cdot D(U) - 1}{K - 1}$$

Bulanık kümelemede optimal küme sayısı için, $F_k(U)$ ve $D_k(U)$ birlikte iyi birer göstergedirler. $F_k(U)$ büyük ve $D_k(U)$ küçük olacak şekilde K küme sayısı belirlenmelidir (NCSS User's Guide-IV, 2006: 241).

Bu çalışmada, OECD ülkelerinden biri olan Türkiye'nin hangi kümede yer aldığı ve Türkiye'nin içinde bulunduğu kümedeki diğer ülkelerin hangileri olduğu belirlenmeye çalışılmış; bu ülkeler ile Türkiye'nin alt ve üst sınır etkinlik değerlerine göre karşılaştırması yapılmıştır. Bulanık c-ortalamar yöntemine göre kümeleme analizi sonuçları Tablo 9'da ve Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 9. Ülkelerin Kümelerde Olma Olasılıkları

	Ülkeler	Küme	1. Kümede Olma Olasılığı	2. Kümede Olma Olasılığı	3. Kümede Olma Olasılığı	4. Kümede Olma Olasılığı	5. Kümede Olma Olasılığı
1	ABD	1	0,3845	0,1626	0,2068	0,1146	0,1314
2	Almanya	3	0,0884	0,0890	0,7478	0,0313	0,0435
3	Avustralya	2	0,0750	0,4640	0,2971	0,0627	0,1013
4	Avusturya	3	0,0410	0,0553	0,8614	0,0175	0,0249
5	Belçika	3	0,0741	0,1808	0,6363	0,0436	0,0652
6	Birleşik Krl.	2	0,0398	0,6645	0,0890	0,0649	0,1418
7	Çek Cum.	5	0,0302	0,0901	0,0488	0,2465	0,5844
8	Danimarka	3	0,0398	0,0554	0,8628	0,0173	0,0247
9	Estonya	4	0,0093	0,0219	0,0138	0,9013	0,0537
10	Finlandiya	2	0,0255	0,8130	0,0648	0,0332	0,0635
11	Fransa	3	0,0833	0,3107	0,4567	0,0585	0,0908
12	Hollanda	3	0,2802	0,1393	0,4432	0,0588	0,0785
13	İrlanda	2	0,0465	0,6804	0,1447	0,0472	0,0812
14	İspanya	2	0,0533	0,4180	0,1078	0,1128	0,3080
15	İsrail	5	0,0120	0,0436	0,0206	0,0546	0,8691
16	İsveç	3	0,1071	0,0987	0,7092	0,0357	0,0493
17	İsviçre	1	0,8658	0,0342	0,0574	0,0190	0,0236
18	İtalya	2	0,0430	0,6255	0,0946	0,0729	0,1639
19	İzlanda	2	0,0282	0,8022	0,0780	0,0326	0,0590
20	Japonya	2	0,0373	0,7423	0,1084	0,0405	0,0715
21	Kanada	3	0,0743	0,1511	0,6746	0,0405	0,0595
22	Kore	5	0,0233	0,0744	0,0385	0,1467	0,7171
23	Lüksemburg	3	0,0549	0,0992	0,7776	0,0278	0,0405

	Ülkeler	Küme	1. Kümede Olma Olasılığı	2. Kümede Olma Olasılığı	3. Kümede Olma Olasılığı	4. Kümede Olma Olasılığı	5. Kümede Olma Olasılığı
24	Macaristan	4	0,0273	0,0705	0,0421	0,6350	0,2250
25	Meksika	4	0,0442	0,0928	0,0632	0,6214	0,1783
26	Norveç	1	0,8337	0,0412	0,0764	0,0216	0,0272
27	Polonya	4	0,0092	0,0217	0,0137	0,9017	0,0537
28	Portekiz	5	0,0252	0,1055	0,0448	0,0888	0,7357
29	Slovakya	5	0,0322	0,0938	0,0516	0,2920	0,5304
30	Slovenya	5	0,0237	0,0975	0,0420	0,0859	0,7509
31	Şili	4	0,0104	0,0251	0,0157	0,8835	0,0653
32	Türkiye	4	0,0503	0,1028	0,0711	0,5848	0,1909
33	Yeni Zel.	2	0,0399	0,6744	0,0910	0,0627	0,1320
34	Yunanistan	5	0,0121	0,0439	0,0208	0,0552	0,8679

Ülkelerin kümelerde yer alma olasılıkları incelendiğinde, hiçbir ülkenin olasılık değerinin farklı kümeler açısından birbirine yakın olmadığı söylenebilir. OECD ülkeleri arasında Türkiye'nin en yüksek olasılık değeri 4. kümeye aittir. Dolayısıyla Türkiye, 4. kümede yer alan ülkelerden biridir (Tablo 9).

Tablo 10. Bulanık c-Ortalamalar Yöntemine Göre Kümeleme Analizi Sonuçları

Küme Sayısı	\overline{SC}	$F(U)$	$F_k(U)$	$D(U)$	$D_k(U)$
2	0,5358	0,7102	0,4203	0,1115	0,2230
3	0,4691	0,5945	0,3918	0,1451	0,2176
4	0,4452	0,5399	0,3865	0,1840	0,2454
5	0,5591	0,5474	0,4343	0,1575	0,1969

Bulanık kümeleme analizinde, uygun küme sayısının belirlenmesinde \overline{SC} nin en az 0,50 olması beklenirken, $F_k(U)$ büyük ve $D_k(U)$ küçük olmalıdır. $k = 5$ için, $\overline{SC} = 0,5591$, $F_k(U) = 0,4343$ ve $D_k(U) = 0,1969$ olmaktadır. Buna göre en uygun küme sayısı 5 olmaktadır (Tablo 10).

Tablo 11. $k = 5$ için Bulanık c-ortalamalar Yöntemine Göre Kümeleme

Küme Numarası	Kümelerdeki Ülke Sayısı	Küme Elemanları
1	3	ABD, İsviçre, Norveç
2	9	Avustralya, Birleşik Krallık, Finlandiya, İrlanda, İspanya, İtalya, İzlanda, Japonya, Yeni Zelanda
3	9	Almanya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Fransa, Hollanda, İsveç, Kanada, Lüksemburg
4	6	Estonya, Macaristan, Meksika, Polonya, Şili, Türkiye
5	7	Çek Cumhuriyeti, İsrail, Kore, Portekiz, Slovakya, Slovenya, Yunanistan

Analiz sonuçlarına bakıldığında Türkiye'nin 4. kümede yer aldığı görülmektedir. Türkiye ile birlikte Estonya, Macaristan, Meksika, Polonya ve Şili 4. kümede yer alan diğer ülkelerdir (Tablo 11). Bulanık kümeleme analizinde, kümeler arası gruplar mümkün olduğunca homojen bir yapıya sahip olduğundan, Türkiye'nin etkinlik karşılaştırmalarının ait olduğu kümedeki bu ülkeler ile yapılmasının daha sağlıklı olacağı düşünülmektedir.

Dördüncü kümede yer alan altı ülke içinde $\alpha = 0; 0,25; 0,50$ ve $0,75$ kesim kümelerinde alt sınır etkinlik değerlerine göre, en düşük etkinlik değerine sahip ülke Macaristan; en büyük etkinlik değerine sahip ülke ise Meksika'dır. Belirtilen dört α kesim düzeyi için etkinlik değerleri küçükten büyüğe sırasıyla Macaristan, Estonya, Polonya, Türkiye, Şili ve Meksika şeklinde belirlenmiştir. Türkiye, her dört α kesim düzeyi için de ortalama değer üzerinde bir etkinlik değerine sahiptir. $\alpha = 1$ için bakıldığında, Estonya dışındaki diğer ülkelerin 1 değerini alarak etkin oldukları görülmektedir. Üst sınır etkinlik değerlerinde ise, beş alfa düzeyi için de sadece Estonya'nın etkin olmadığı, diğer ülkelerin ise 1 değerini alarak etkin oldukları söylenebilir.

Bulanık kümeleme analizi ile elde edilen kümelere ilişkin sınıflandırmanın ne derece doğru yapıldığı Diskriminant (Ayırma) Analizi ile test edilmiştir. Kümelerin doğru sınıflandırma oranları Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. Diskriminant Analizi Sınıflandırma Sonuçları

	Grup	Tahmini Grup Üyeliği					Toplam
		Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	Küme 5	
Orjinal	Küme 1	3	0	0	0	0	3
	Küme 2	0	9	0	0	0	9
	Sayı Küme 3	0	0	9	0	0	9
	Küme 4	0	0	0	6	0	6
	Küme 5	0	0	0	0	7	7
%	Küme 1	100,0	0	0	0	0	100,0
	Küme 2	0	100,0	0	0	0	100,0
	Küme 3	0	0	100,0	0	0	100,0
	Küme 4	0	0	0	100,0	0	100,0
	Küme 5	0	0	0	0	100,0	100,0

Not: Orijinal küme gruplarının doğru sınıflandırılma oranı % 100'dür.

Sınıflandırma sonuçları incelendiğinde, doğru sınıflama oranının tüm kümelerde % 100 olduğu görülmektedir (Tablo 12).

Sonuç ve Öneriler

Sağlık; sosyal ve kültürel hayat, ekonomi, politika, teknoloji ve eğitim gibi birçok alanla etkileşim halinde olan açık bir sistemdir. Bu nedenle sağlık hizmeti sunumunda sağlığı tek başına ele almak, yalnızca sağlık ile ilgili değişkenlere yer vermek yanıltıcı olabilmektedir. Bu düşünceden yola çıkılarak bu çalışmada, ülkelerin sağlık etkinliklerinin belirlenmesinde sağlık ile doğrudan ilişkili değişkenlerin yanı sıra sigara kullanımı, meyve tüketimi, bağışıklama, hava kirliliği ve eğitim gibi çevre değişkenlerine (dışsal değişkenler) de yer verilmiştir.

Bu çalışma ile hem OECD ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin bulanık veri zarflama analizi ile belirlenmesi, hem de ele alınan değişkenler kullanılarak bulanık kümeleme analizi ile Türkiye'nin yer aldığı kümedeki ülkelerin tespit edilmesi ve Türkiye ile ait olduğu kümedeki ülkelerin etkinliklerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

Girdi ve çıktı değişkenlerinin doğru belirlenmesi amacıyla çalışmada ele alınan değişkenler, Bölüm 3'te yer alan kapsamlı literatür incelemesi sonucunda belirlenmiştir. Belirlenen değişkenler arasında yüksek korelasyon görülen değişkenlerden biri elenmiş, kalan değişkenler bulanık veri zarflama analizinde kullanılmak üzere analize dahil edilmiştir. Bulanık veri zarflama analizinde kullanılan değişkenler; 1000 kişiye düşen hekim sayısı, 1000 kişiye düşen hastane yatağı sayısı, satın alma gücü paritesine göre Amerikan Doları cinsinden kişi başı sağlık harcamaları olmak üzere üç girdi; günlük sigara içen 15 yaş üstü erişkinlerin yüzdesi, meyve tüketimi (yılda kişi başına kg), kızamık aşısı olan çocukların yüzdesi, karbonmonoksit emisyonu (kişi başı kg), 5-39 yaş arası beklenen okullaşma (eğitim) yılı olmak üzere beş çevre; doğumda beklenen yaşam süresi ve anne ölüm hızı olmak üzere iki çıktı değişkeninden oluşmaktadır. Çevre değişkenleri de birer girdi değişkeni olarak ele alındığından, çalışmada toplam sekiz girdi ve iki çıktı değişkeni bulunmaktadır.

Bulanık veri zarflama analizi ile ilgili geliştirilmiş çok sayıda model bulunmaktadır. Bu çalışmada Wang, Greatbanks ve Yang (2005) modeli kullanılmıştır. Bu modelin

kullanılmak üzere seçilmesinin nedeni ise literatürde çok sayıda makale ve tez çalışmasında sıklıkla kullanılmış olmasıdır. Bu model; aralık veriler ve α – kesim kümesi yaklaşımına dayanan alt ve üst sınır etkinliğine ilişkin matematiksel modellerin oluşturulması ve bu modellerin çözümleri esasına dayanır. Çalışmada $\alpha = 0; 0,25; 0,50; 0,75$ ve 1 olmak üzere beş farklı α düzeyinde işlem yapılmıştır. Her bir karar verme birimine ilişkin etkinliklerin bulunmasının ardından literatürde sıklıkla kullanılan “Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı” yöntemi ile ülkeler, alt ve üst sınır etkinlik değerlerine göre sıralanmışlardır. Buna göre, alt sınır etkinlik değerlerine bakıldığında; $\alpha = 0; 0,25; 0,50$ ve $0,75$ kesim düzeyinde hiçbir karar verme biriminin etkin olmadığı görülmektedir. Her dört α kesim düzeyinde de Macaristan en küçük alt sınır etkinlik değerine sahip ülke olurken; en büyük alt sınır değerine sahip ülke Avusturya’dır. $\alpha = 1$ için belirlenen alt sınır etkinlik değerlerine bakıldığında ise ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Çek Cumhuriyeti, Fransa, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Kore, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Polonya, Slovakya, Şili, Türkiye ve Yeni Zelanda olmak üzere toplam yirmi beş ülkenin etkin olduğu görülmektedir. Etkin olmayan ülkeler arasında $\alpha = 1$ için en düşük alt sınır değerine sahip ülke Almanya (0,9466) iken; en yüksek alt sınır değerine sahip ülke ise 0,9995 etkinlik değeri ile Hollanda’dır.

Üst sınır etkinlik değerlerine bakıldığında beş α – kesim düzeyinde de ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Çek Cumhuriyeti, Fransa, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Kore, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Polonya, Slovakya, Şili, Türkiye ve Yeni Zelanda’nın etkin olduğu görülmektedir. Hollanda ise sadece $\alpha = 0$ kesim düzeyinde etkindir. Etkin olmayan ülkelere üst sınır etkinlik değeri en küçük olan ülke tüm α – kesim düzeylerinde Almanya iken; üst sınır etkinlik değeri en yüksek olan ülke $\alpha = 0$ için Danimarka; $\alpha = 0,25; 0,50$ ve $0,75$ ve 1 için ise Hollanda’dır.

Hem alt sınır hem de üst sınır değerlerine birlikte bakıldığında, $\alpha = 1$ için hem alt sınır hem de üst sınırda ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Çek Cumhuriyeti, Fransa, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Kore, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Polonya, Slovakya, Şili, Türkiye ve

Yeni Zelanda olmak üzere toplam yirmi beş ülkenin etkin olduğu; Almanya'nın ise her iki sınırdaki da en düşük etkinlik değerine sahip olduğu söylenebilir.

Çalışmada ülkelerin etkinlik değerlerine göre sıralanması amacıyla Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı kullanılmış; karar verme birimlerinin bulanık veri zarflama analizi sonucu elde edilen alt ve üst sınır etkinlik değerlerine göre maksimum etkinlik kayıpları hesaplanmıştır. Bu sayede karar verme birimlerinin $\alpha = 0; 0,25; 0,50, 0,75$ ve 1 kesim düzeylerinde etkinlik kaybı değerlerine göre sıralanması ve karşılaştırılması sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; $\alpha = 0; 0,25; 0,50$ ve $0,75$ kesim düzeyinde en iyi etkinlik kaybı değerini alan ilk beş ülke sırasıyla Avusturya, Lüksemburg, Japonya, Fransa ve İsrail'dir. Bahsi geçen dört α kesim düzeyi için de en kötü etkinlik kaybı değeri Macaristan'a aittir. $\alpha = 1$ kesim düzeyine bakıldığında; Hollanda, Danimarka, Norveç, Finlandiya, Portekiz, Slovenya, Estonya, Yunanistan ve Almanya dışındaki diğer ülkelerin etkin olduğu görülmektedir. $\alpha = 1$ kesim düzeyinde etkin olmayan ülkelere Hollanda, en iyi etkinlik kaybı değerine sahip ülkedir. En kötü etkinlik kaybı değerine sahip olan ülke ise Almanya'dır. Türkiye ise $\alpha = 0; 0,25; 0,50$ ve $0,75$ kesim düzeyi için 34 ülke içerisinde orta sıralarda (21. ve 23. sıra) yer almakta; $\alpha = 1$ kesim düzeyinde ise etkin ülkeler arasında bulunmaktadır.

Çalışmada ayrıca OECD ülkelerinin belirlenen sağlık göstergeleri açısından bulanık kümeleme analizi ile sınıflandırılması, Türkiye'nin ait olduğu kümenin ve o kümede yer alan diğer ülkelerin tespit edilmesi ve Türkiye'nin içinde bulunduğu kümedeki ülkeler ile benzer özellikler gösterip göstermediğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada bulanık kümeleme analizi, bulanık c-ortalama yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre, OECD ülkeleri arasında Türkiye'nin en yüksek olasılık değeri 4. kümededir. Dolayısıyla Türkiye, 4. kümede yer alan ülkelere biridir. Bulanık kümeleme analizinde, uygun küme sayısının belirlenmesinde ortalama gölge istatistiğinin (\overline{SC}) en az $0,50$ olması beklenirken; Normalleştirilmiş Dunn Katsayısı - $F_k(U)$ büyük ve Normalleştirilmiş Kaufman Ayırıştırma Katsayısı - $D_k(U)$ küçük olmalıdır. Analiz sonucunda $k = 5$ için, $\overline{SC} = 0,5591$, $F_k(U) = 0,4343$ ve $D_k(U) = 0,1969$ olmaktadır. Buna göre en uygun küme sayısı 5 olmaktadır. Analiz sonuçlarına göre, Türkiye'nin 4 .

kümede yer aldığı saptanmıştır. Türkiye ile birlikte Estonya, Macaristan, Meksika, Polonya ve Şili 4. kümede yer alan diğer ülkelerdir.

Bulanık kümeleme analizinde, kümeler arası gruplar mümkün olduğunca homojen bir yapıya sahip olduğundan, Türkiye'nin ait olduğu kümedeki bu ülkeler ile karşılaştırılması söz konusudur. Türkiye'nin de yer aldığı dördüncü kümedeki ülkelerin birtakım ortak özellikleri söz konusudur. Dördüncü kümede yer alan Türkiye dışındaki diğer ülkeler, kurucu ülke olmayıp OECD'ye sonradan katılmışlardır. Meksika 1994, Macaristan ve Polonya 1996, Şili ve Estonya ise 2010 da OECD üyesi olmuştur. Bu ülkeler, 34 OECD ülkesi içinde kişi başı sağlık harcamaları değişkeni en düşük olan ilk altı ülkedir. Buna göre, bu kümede yer alan tüm ülkelerde sağlığa düşük oranda harcama yapıldığı söylenebilir. Doğumda beklenen yaşam süresi en düşük ilk sekiz ülkeden altısı bu kümede yer alan ülkelerdir. Tüm ülkeler içerisinde 5-39 yaş arası beklenen okullaşma (eğitim) yılı en az olan ülke Meksika'dır. Ayrıca bu ülkelerde anne ölüm hızının da yüksek düzeyde olduğu görülmektedir.

Dördüncü kümedeki ülkeler arasında Türkiye'nin belirlenen değişkenler bakımından ne durumda olduğunun tespiti amacıyla beş ülke ile Türkiye'nin verileri karşılaştırılmıştır. Buna göre; Türkiye, ait olduğu kümedeki diğer beş ülkeye göre hekim sayısı en az olan ikinci; hastane yatağı en az olan üçüncü; kişi başı sağlık harcamaları en az olan birinci; günlük sigara içen 15 yaş üstü erişkinlerin yüzdesi sıralamasında en az sigara tüketilen ikinci; meyve tüketimi en fazla olan birinci; kızamık aşısı olan çocukların yüzdesi bakımından üçüncü; CO emisyonu en düşük ikinci; 5-39 yaş arası beklenen okullaşma (eğitim) yılı en düşük ikinci; doğumda beklenen yaşam süresi en düşük ikinci ve anne ölüm hızı en yüksek dördüncü ülkedir.

Dördüncü kümede yer alan ülkelerin her bir değişken bakımından ortalamalarına bakıldığında, Türkiye'nin hekim sayısı, hastane yatağı sayısı, kişi başı sağlık harcamaları, CO emisyonu, 5-39 yaş arası beklenen okullaşma (eğitim) yılı ve anne ölüm hızı değişkenleri açısından ortalamanın altında; günlük sigara içen 15 yaş üstü erişkinlerin yüzdesi ve meyve tüketimi değişkenleri açısından ortalamanın üzerinde ve kızamık aşısı olan çocukların yüzdesi ile doğumda beklenen yaşam süresi değişkenleri

açısından ortalama civarında değer aldığı belirlenmiştir. Dolayısıyla Türkiye'nin sağlık etkinliğini sadece sağlığı doğrudan etkileyen değişkenlerin değil, evre değişkenlerinin de etkilediği söylenebilir.

Bu alışma ile sağlıkla ilgili değişkenler bakımından Türkiye'nin benzer özellikler gösterdiği kümedeki OECD lkeleri ile karşılaştırılması ve mevcut durumunun ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, Türkiye'nin bazı değişkenler açısından orta düzeyde bir etkinlik göstermesine rağmen; daha iyi sağlık düzeyine erişebilmesi için özellikle hekim sayısı, kişi başi sağlık harcamaları, 5-39 yaş arası beklenen okullaşma (eğitim) yılı ve doğumda beklenen yaşam süresi değişkenleri bakımından daha yüksek değerlere ulaşması, ekonomik istikrarın sağlanması ve toplumun eğitim ve bilinç düzeyinin yükseltilmesi gerektiği dşnlmektedir. Bu alışma ile sağlık alanında ülkeler arası karşılaştırmalar yapılması ve Türkiye'nin ait olduğu kümedeki diğer ülkelere göre mevcut durumunun değerlendirilmesi açısından sağlık yöneticilerine, planlamacılara, politika yapıcılara, karar vericilere ve konu ile ilgilenen akademisyenlere yol gösterici olması arzu edilmektedir. Ülkelerin sağlık düzeylerinin belirlenmesi ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalarda sağlığı doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen değişkenlerin sayılarının artırılmasının ve farklı evre değişkenlerinin ele alınmasının faydalı olacağı dşnlmektedir.

Ekler Listesi

Sayfa

Ek 1. Analizde Kullanılmak Üzere Seçilen Değişkenlere İlişkin Veriler.....	132
Ek 2. Girdi, Çevre ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Analizi Bulguları	135
Ek 3. Değişkenlerin Farklı α Kesim Düzeyindeki Alt ve Üst Sınır Değerleri.....	136
Ek 3.1. Değişkenlerin $\alpha = 0$ Kesim Düzeyindeki Alt ve Üst Sınır Değerleri.....	136
Ek 3.2. Değişkenlerin $\alpha = 0,25$ Kesim Düzeyindeki Alt ve Üst Sınır Değerleri....	140
Ek 3.3. Değişkenlerin $\alpha = 0,50$ Kesim Düzeyindeki Alt ve Üst Sınır Değerleri....	144
Ek 3.4. Değişkenlerin $\alpha = 0,75$ Kesim Düzeyindeki Alt ve Üst Sınır Değerleri....	148
Ek 3.5. Değişkenlerin $\alpha = 1$ Kesim Düzeyindeki Alt ve Üst Sınır Değerleri.....	152
Ek 4. Farklı α Kesim Düzeylerinde Türkiye'nin Alt ve Üst Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları	156
Ek 4.1. $\alpha=0$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Alt Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları.....	156
Ek 4.2. $\alpha=0$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Üst Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları.....	158
Ek 4.3. $\alpha=0,25$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Alt Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları.....	160
Ek 4.4. $\alpha=0,25$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Üst Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları.....	162
Ek 4.5. $\alpha=0,50$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Alt Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları.....	164
Ek 4.6. $\alpha=0,50$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Üst Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları.....	166
Ek 4.7. $\alpha=0,75$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Alt Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları.....	168
Ek 4.8. $\alpha=0,75$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Üst Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları.....	170
Ek 4.9. $\alpha=1$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Alt Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları.....	172
Ek 4.10. $\alpha=1$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Üst Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları.....	174

Ek 1. Analizde Kullanılmak Üzere Seçilen Değişkenlere İlişkin Veriler

ÜLKELER	GİRDİ DEĞİŞKENLERİ			
	Hekim Sayısı *	Hastane Yatağı Sayısı	GSYİH'dan Sağlığa Ayrılan Pay	Kişi Başı Sağlık Harcamaları
	1000 kişiye düşen	1000 kişiye düşen	%	Satın Alma Gücü Paritesi, (US\$)
ABD	2,452 ¹	2,93	16,4	8454
Almanya	3,889	8,34	10,8	4693
Avustralya	3,273 ¹	3,75	8,8	3866
Avusturya	4,83 ¹	7,67	10,1	4528
Belçika	2,993 ¹	6,29	10,2	4225
Birleşik Krallık	2,79	2,81	8,5	3175
Çek Cum.	3,624 ¹	6,66	7,1	2021
Danimarka	3,485 ²	3,13 ¹	10,4	4512
Estonya	3,242	5,53	5,8	1443
Finlandiya	2,905 ²	5,3	8,5	3403
Fransa	3,18	6,34	10,8	4045
Hollanda	2,859 ²	4,66 ³	11,0	5081
İrlanda	2,719	2,77	8,1	3663
İspanya	3,695	2,99	8,9	2928
İsrail	3,344	3,1	7,4	2330
İsveç	3,926 ¹	2,62	10,8	4743
İsviçre	4,049	4,8	11,0	6140
İtalya	3,764	3,42	8,8	3137
İzlanda	3,476	3,26	8,7	3526
Japonya	2,297 ²	13,36	10,1	3592
Kanada	2,068 ²	2,68	10,2	4304
Kore	2,143	10,29	6,7	2142
Lüksemburg	2,824	5,15	6,6	4371
Macaristan	3,08	7	7,5	1697
Meksika	2,095 ¹	1,57	6,1	1026
Norveç	4,281	3,97	8,8	5823
Polonya	2,219	6,6	6,3	1448
Portekiz	4,1	3,41	9,3	2502
Slovakya	3,32	5,91	7,7	1977
Slovenya	2,516 ¹	4,54	8,7	2483
Şili	1,026 ²	2,18	7,1	1511
Türkiye	1,711 ¹	2,66	5,0	890
Yeni Zelanda	2,735 ²	2,81	9,8	3214
Yunanistan	6,167 ²	4,84 ¹	9,1	2329

Kaynak: <http://stats.oecd.org/>; <http://data.worldbank.org/indicator>

* Veriler Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. Diğer veriler OECD veri tabanından alınmıştır.

¹ Veriler 2011 yılına aittir. ² Veriler 2010 yılına aittir. ³ Veriler 2009 yılına aittir.

Ek 1. Devam

Ülkeler	ÇEVRE DEĞİŞKENLERİ				
	Günlük Sigara İçen 15 Yaş Üstü Erişkin Yüzdesi	Meyve Tüketimi**	Kızamık Aşısı Olan Çocukların Yüzdesi	CO Emisyonu	5-39 Yaş Arası Beklenen Okullaşma (Eğitim) Yılı
	%	Yılda kişi başına kg	%	Kişi başı kg	Yıl
ABD	14,2	97,1	92	173,7	17,24
Almanya	21,9 ³	80,4	97	40,16	18,17
Avustralya	15,1 ²	94,1	94	128,6	19,38
Avusturya	23,2 ⁶	146	76	72,03	17,01
Belçika	20,5 ⁴	59,8	96	35,02	18,88
Birleşik Kral.	20,0	125,7	93	30,98	16,35
Çek Cum.	22,9	68,7	98	32,52	18,07
Danimarka	20,9 ²	98,8	90	64,24	19,44
Estonya	26,0	71,1	94	122,05	17,48
Finlandiya	17,0	94,5	97	80,97	19,67
Fransa	24,1	110,1	89	50,31	16,44
Hollanda	18,4	161,9	96	33,03	18,7
İrlanda	24,0 ⁵	131,3	92	25,76	17,56
İspanya	23,9 ¹	79,7	97	41,66	17,63
İsrail	18,5 ²	108,6	97	22,39 ¹	15,81
İsveç	12,8	117,1	97	57,4	19,25
İsviçre	20,4	128,6	93	27,42	17,29
İtalya	22,1	140,8	90	34,87	16,83
İzlanda	13,8	121,1	90	54,73	19,79
Japonya	20,7	51,1	96	19,53	16,25
Kanada	16,1	129,2	98	236,64	17,23
Kore	21,6	67,1	99	14,27 ¹	17,51
Lüksemburg	16,8	201,6	99	80,55	15,1
Macaristan	26,5 ³	65,7	99	37,85	17,55
Meksika	11,8	100,7	99	296,82 ⁴	14,35
Norveç	16,0	137,9	94	59,9	17,92
Polonya	23,8 ³	54,3	98	73,14	18,36
Portekiz	18,6 ⁶	113,7	97	29,91	17,64
Slovakya	19,5 ³	61,8	99	40,91	16,32
Slovenya	20,5	127,6	95	76,93	18,38
Şili	29,8 ³	51,7	90	97,03 ⁶	16,5
Türkiye	23,8	122,9	96	44,04	16,43
Yeni Zelanda	16,5	94	92	156,68	18,07
Yunanistan	38,9 ²	120,7	99	40,57	18,64

Kaynak: <http://stats.oecd.org/>; <http://data.worldbank.org/indicator>

** Verilerin tamamı 2011 yılına aittir.

¹ Veriler 2011 yılına aittir. ² Veriler 2010 yılına aittir. ³ Veriler 2009 yılına aittir. ⁴ Veriler 2008 yılına aittir. ⁵ Veriler 2007 yılına aittir. ⁶ Veriler 2006 yılına aittir.

Ek 1. Devam

ÇIKTI DEĞİŞKENLERİ			
	Doğumda Beklenen Yaşam Süresi	Bebek Ölüm Hızı	Anne ölüm hızı
	<i>Yıl (Toplam Popülasyon)</i>	<i>1000 canlı doğumda</i>	<i>100 000 canlı doğumda</i>
ABD	78,8	6,0	12,7 ⁵
Almanya	81	3,3	4,6
Avustralya	82,1	3,3	5,2
Avusturya	81	3,2	1,3
Belçika	80,5	3,8	7,0
Birleşik Krallık	81	4,1	6,4
Çek Cum.	78,2	2,6	5,5
Danimarka	80,1	3,4	1,8
Estonya	76,5	3,6	7,1
Finlandiya	80,7	2,4	3,4
Fransa	82,1	3,5	6,1 ¹
Hollanda	81,2	3,7	3,4
İrlanda	81	3,5	2,8
İspanya	82,5	3,1	2,2
İsrail	81,8	3,6	5,3
İsveç	81,8	2,6	3,5
İsviçre	82,8	3,6	8,5
İtalya	82,3	2,9	2,1
İzlanda	83	1,1	0,0 ²
Japonya	83,2	2,2	4,8
Kanada	81,5 ¹	4,8 ¹	4,8 ¹
Kore	81,3	2,9	9,9
Lüksemburg	81,5	2,5	16,6
Macaristan	75,2	4,9	10,0
Meksika	74,4	13,3	42,3
Norveç	81,5	2,5	1,7
Polonya	76,9	4,6	1,0
Portekiz	80,5	3,4	4,5
Slovakya	76,2	5,8	3,6
Slovenya	80,2	1,6	0,0 ¹
Şili	78,7	7,4	17,2
Türkiye	74,6	11,6	15,4
Yeni Zelanda	81,2	5,2 ¹	11,3 ¹
Yunanistan	80,7	2,9	1,0

Kaynak: <http://stats.oecd.org/>; <http://data.worldbank.org/indicator>

¹ Veriler 2011 yılına aittir. ² Veriler 2010 yılına aittir. ³ Veriler 2009 yılına aittir. ⁴ Veriler 2008 yılına aittir. ⁵ Veriler 2007 yılına aittir.

Ek 2. Girdi, Çevre ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Analizi Bulguları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Hekim Sayısı	1	0,058	0,241	0,237	0,249	0,269	-0,168	-0,341*	0,316	0,331	-0,482**	-0,470**
2. Hastane Yatağı Sayısı	0,058	1	-0,004	-0,030	0,239	-0,375*	0,067	-0,404*	-0,003	0,107	-0,357*	-0,226
3. GSYİH'dan Sağlığa Ayrılan Pay	0,241	-0,004	1	0,861**	-0,249	0,125	-0,307	0,061	0,285	0,464**	-0,278	-0,262
4. Kişi Başı Sağlık Harcamaları	0,237	-0,030	0,861**	1	-0,399*	0,380*	-0,314	0,029	0,232	0,538**	-0,345*	-0,234
5. Günlük Sigara İçen 15 Yaş Üstü Erişkin Yüzdesi	0,249	0,239	-0,249	-0,399*	1	-0,235	-0,045	-0,404*	-0,005	-0,166	-0,057	-0,222
6. Meyve Tüketimi	0,269	-0,375*	0,125	0,380*	-0,235	1	-0,234	0,023	-0,123	0,348**	-0,142	-0,047
7. Kızamık Aşısı Olan Çocukların Yüzdesi	-0,168	0,067	-0,307	-0,314	-0,045	-0,234	1	0,020	-0,047	-0,267	0,128	0,203
8. CO Emisyonu	-0,341*	-0,404*	0,061	0,029	-0,404*	0,023	0,020	1	-0,226	-0,314	0,537**	0,610**
9. 5-39 Yaş Arası Beklenen Okullaşma Yılı	0,316	-0,003	0,285	0,232	-0,005	-0,123	-0,047	-0,226	1	0,285	-0,529**	-0,626**
10. Doğumda Beklenen Yaşam Süresi	0,332	0,107	0,464**	0,538**	-0,166	0,348*	-0,267	-0,314	0,285	1	-0,723**	-0,513**
11. Bebek Ölüm Hızı	-0,482**	-0,357*	-0,278	-0,345*	-0,057	-0,142	0,128	0,537**	-0,529**	-0,723**	1	0,806**
12. Anne Ölüm Hızı	-0,470**	-0,226	-0,262	-0,234	-0,222	-0,047	0,203	0,610**	-0,626**	-0,513**	0,806**	1

* Korelasyon katsayıları, 0,05 düzeyinde anlamlıdır

**Korelasyon katsayıları, 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Ek 3. Değişkenlerin Farklı α Kesim Düzeyindeki Alt ve Üst Sınır Değerleri**Ek 3.1. Değişkenlerin $\alpha = 0$ Kesim Düzeyinde Alt ve Üst Sınır Değerleri**

	Hekim Sayısı		Hastane Yatağı Sayısı		Kişi Başı Sağlık Harcamaları		Sigara		Meyve	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
ABD	2,29	2,62	2,50	3,36	8175,87	8732,13	13,30	15,10	91,14	103,06
Almanya	3,72	4,05	7,91	8,77	4414,87	4971,13	21,00	22,80	74,44	86,36
Avustralya	3,11	3,44	3,32	4,18	3587,87	4144,13	14,20	16,00	88,14	100,06
Avusturya	4,67	4,99	7,24	8,10	4249,87	4806,13	22,30	24,10	140,04	151,96
Belçika	2,83	3,16	5,86	6,72	3946,87	4503,13	19,60	21,40	53,84	65,76
Birleşik Krallık	2,63	2,95	2,38	3,24	2896,87	3453,13	19,10	20,90	119,74	131,66
Çek Cumhuriyeti	3,46	3,79	6,23	7,09	1742,87	2299,13	22,00	23,80	62,74	74,66
Danimarka	3,32	3,65	2,70	3,56	4233,87	4790,13	20,00	21,80	92,84	104,76
Estonya	3,08	3,41	5,10	5,96	1164,87	1721,13	25,10	26,90	65,14	77,06
Finlandiya	2,74	3,07	4,87	5,73	3124,87	3681,13	16,10	17,90	88,54	100,46
Fransa	3,02	3,34	5,91	6,77	3766,87	4323,13	23,20	25,00	104,14	116,06
Hollanda	2,69	3,02	4,23	5,09	4802,87	5359,13	17,50	19,30	155,94	167,86
İrlanda	2,55	2,88	2,34	3,20	3384,87	3941,13	23,10	24,90	125,34	137,26
İspanya	3,53	3,86	2,56	3,42	2649,87	3206,13	23,00	24,80	73,74	85,66
İsrail	3,18	3,51	2,67	3,53	2051,87	2608,13	17,60	19,40	102,64	114,56
İsveç	3,76	4,09	2,19	3,05	4464,87	5021,13	11,90	13,70	111,14	123,06
İsviçre	3,88	4,21	4,37	5,23	5861,87	6418,13	19,50	21,30	122,64	134,56
İtalya	3,60	3,93	2,99	3,85	2858,87	3415,13	21,20	23,00	134,84	146,76
İzlanda	3,31	3,64	2,83	3,69	3247,87	3804,13	12,90	14,70	115,14	127,06
Japonya	2,13	2,46	12,93	13,79	3313,87	3870,13	19,80	21,60	45,14	57,06
Kanada	1,90	2,23	2,25	3,11	4025,87	4582,13	15,20	17,00	123,24	135,16

Kore	1,98	2,31	9,86	10,72	1863,87	2420,13	20,70	22,50	61,14	73,06
Lüksemburg	2,66	2,99	4,72	5,58	4092,87	4649,13	15,90	17,70	195,64	207,56
Macaristan	2,92	3,24	6,57	7,43	1418,87	1975,13	25,60	27,40	59,74	71,66
Meksika	1,93	2,26	1,14	2,00	747,87	1304,13	10,90	12,70	94,74	106,66
Norveç	4,12	4,45	3,54	4,40	5544,87	6101,13	15,10	16,90	131,94	143,86
Polonya	2,05	2,38	6,17	7,03	1169,87	1726,13	22,90	24,70	48,34	60,26
Portekiz	3,94	4,26	2,98	3,84	2223,87	2780,13	17,70	19,50	107,74	119,66
Slovakya	3,16	3,48	5,48	6,34	1698,87	2255,13	18,60	20,40	55,84	67,76
Slovenya	2,35	2,68	4,11	4,97	2204,87	2761,13	19,60	21,40	121,64	133,56
Şili	0,86	1,19	1,75	2,61	1232,87	1789,13	28,90	30,70	45,74	57,66
Türkiye	1,55	1,88	2,23	3,09	611,87	1168,13	22,90	24,70	116,94	128,86
Yeni Zelanda	2,57	2,90	2,38	3,24	2935,87	3492,13	15,60	17,40	88,04	99,96
Yunanistan	6,00	6,33	4,41	5,27	2050,87	2607,13	38,00	39,80	114,74	126,66

Ek 3.1. Devam

	Kızamık		CO Emisyonu		Eğitim		Doğumda Beklenen		Anne Ölüm Hızı	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
ABD	91,22	92,78	162,91	184,49	17,02	17,46	78,38	79,22	11,37	14,03
Almanya	96,22	97,78	29,37	50,95	17,95	18,39	80,58	81,42	3,27	5,93
Avustralya	93,22	94,78	117,81	139,39	19,16	19,60	81,68	82,52	3,87	6,53
Avusturya	75,22	76,78	61,24	82,82	16,79	17,23	80,58	81,42	0	2,63
Belçika	95,22	96,78	24,23	45,81	18,66	19,10	80,08	80,92	5,67	8,33
Birleşik Krallık	92,22	93,78	20,19	41,77	16,13	16,57	80,58	81,42	5,07	7,73
Çek Cumhuriyeti	97,22	98,78	21,73	43,31	17,85	18,29	77,78	78,62	4,17	6,83
Danimarka	89,22	90,78	53,45	75,03	19,22	19,66	79,68	80,52	0,47	3,13
Estonya	93,22	94,78	111,26	132,84	17,26	17,70	76,08	76,92	5,77	8,43
Finlandiya	96,22	97,78	70,18	91,76	19,45	19,89	80,28	81,12	2,07	4,73
Fransa	88,22	89,78	39,52	61,10	16,22	16,66	81,68	82,52	4,77	7,43
Hollanda	95,22	96,78	22,24	43,82	18,48	18,92	80,78	81,62	2,07	4,73
İrlanda	91,22	92,78	14,97	36,55	17,34	17,78	80,58	81,42	1,47	4,13
İspanya	96,22	97,78	30,87	52,45	17,41	17,85	82,08	82,92	0,87	3,53
İsrail	96,22	97,78	11,60	33,18	15,59	16,03	81,38	82,22	3,97	6,63
İsveç	96,22	97,78	46,61	68,19	19,03	19,47	81,38	82,22	2,17	4,83
İsviçre	92,22	93,78	16,63	38,21	17,07	17,51	82,38	83,22	7,17	9,83
İtalya	89,22	90,78	24,08	45,66	16,61	17,05	81,88	82,72	0,77	3,43
İzlanda	89,22	90,78	43,94	65,52	19,57	20,01	82,58	83,42	0	1,33
Japonya	95,22	96,78	8,74	30,32	16,03	16,47	82,78	83,62	3,47	6,13
Kanada	97,22	98,78	225,85	247,43	17,01	17,45	81,08	81,92	3,47	6,13
Kore	98,22	99,78	3,48	25,06	17,29	17,73	80,88	81,72	8,57	11,23
Lüksemburg	98,22	99,78	69,76	91,34	14,88	15,32	81,08	81,92	15,27	17,93
Macaristan	98,22	99,78	27,06	48,64	17,33	17,77	74,78	75,62	8,67	11,33

Ek 3.1. Devam

	Kızamık		CO Emisyonu		Eğitim		Doğumda Beklenen		Anne Ölüm Hızı	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
Meksika	98,22	99,78	286,03	307,61	14,13	14,57	73,98	74,82	40,97	43,63
Norveç	93,22	94,78	49,11	70,69	17,70	18,14	81,08	81,92	0,37	3,03
Polonya	97,22	98,78	62,35	83,93	18,14	18,58	76,48	77,32	0	2,33
Portekiz	96,22	97,78	19,12	40,70	17,42	17,86	80,08	80,92	3,17	5,83
Slovakya	98,22	99,78	30,12	51,70	16,10	16,54	75,78	76,62	2,27	4,93
Slovenya	94,22	95,78	66,14	87,72	18,16	18,60	79,78	80,62	0	1,33
Şili	89,22	90,78	86,24	107,82	16,28	16,72	78,28	79,12	15,87	18,53
Türkiye	95,22	96,78	33,25	54,83	16,21	16,65	74,18	75,02	14,07	16,73
Yeni Zelanda	91,22	92,78	145,89	167,47	17,85	18,29	80,78	81,62	9,97	12,63
Yunanistan	98,22	99,78	29,78	51,36	18,42	18,86	80,28	81,12	0	2,33

Ek 3.2. Değişkenlerin $\alpha = 0,25$ Kesim Düzeyinde Alt ve Üst Sınır Değerleri

	Hekim Sayısı		Hastane Yatağı Sayısı		Kişi Başı Sağlık Harcamaları		Sigara		Meyve	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
ABD	2,33	2,58	2,61	3,25	8245,40	8662,60	13,52	14,88	92,63	101,57
Almanya	3,77	4,01	8,02	8,66	4484,40	4901,60	21,22	22,58	75,93	84,87
Avustralya	3,15	3,40	3,43	4,07	3657,40	4074,60	14,42	15,78	89,63	98,57
Avusturya	4,71	4,95	7,35	7,99	4319,40	4736,60	22,52	23,88	141,53	150,47
Belçika	2,87	3,12	5,97	6,61	4016,40	4433,60	19,82	21,18	55,33	64,27
Birleşik Krallık	2,67	2,91	2,49	3,13	2966,40	3383,60	19,32	20,68	121,23	130,17
Çek Cumhuriyeti	3,50	3,75	6,34	6,98	1812,40	2229,60	22,22	23,58	64,23	73,17
Danimarka	3,36	3,61	2,81	3,45	4303,40	4720,60	20,22	21,58	94,33	103,27
Estonya	3,12	3,37	5,21	5,85	1234,40	1651,60	25,32	26,68	66,63	75,57
Finlandiya	2,78	3,03	4,98	5,62	3194,40	3611,60	16,32	17,68	90,03	98,97
Fransa	3,06	3,30	6,02	6,66	3836,40	4253,60	23,42	24,78	105,63	114,57
Hollanda	2,74	2,98	4,34	4,98	4872,40	5289,60	17,72	19,08	157,43	166,37
İrlanda	2,60	2,84	2,45	3,09	3454,40	3871,60	23,32	24,68	126,83	135,77
İspanya	3,57	3,82	2,67	3,31	2719,40	3136,60	23,22	24,58	75,23	84,17
İsrail	3,22	3,47	2,78	3,42	2121,40	2538,60	17,82	19,18	104,13	113,07
İsveç	3,80	4,05	2,30	2,94	4534,40	4951,60	12,12	13,48	112,63	121,57
İsviçre	3,93	4,17	4,48	5,12	5931,40	6348,60	19,72	21,08	124,13	133,07
İtalya	3,64	3,89	3,10	3,74	2928,40	3345,60	21,42	22,78	136,33	145,27
İzlanda	3,35	3,60	2,94	3,58	3317,40	3734,60	13,12	14,48	116,63	125,57
Japonya	2,17	2,42	13,04	13,68	3383,40	3800,60	20,02	21,38	46,63	55,57
Kanada	1,94	2,19	2,36	3,00	4095,40	4512,60	15,42	16,78	124,73	133,67
Kore	2,02	2,27	9,97	10,61	1933,40	2350,60	20,92	22,28	62,63	71,57
Lüksemburg	2,70	2,95	4,83	5,47	4162,40	4579,60	16,12	17,48	197,13	206,07
Macaristan	2,96	3,20	6,68	7,32	1488,40	1905,60	25,82	27,18	61,23	70,17

Ek 3.2. Devam

	Hekim Sayısı		Hastane Yatağı Sayısı		Kişi Başı Sağlık Harcamaları		Sigara		Meyve	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
Meksika	1,97	2,22	1,25	1,89	817,40	1234,60	11,12	12,48	96,23	105,17
Norveç	4,16	4,40	3,65	4,29	5614,40	6031,60	15,32	16,68	133,43	142,37
Polonya	2,10	2,34	6,28	6,92	1239,40	1656,60	23,12	24,48	49,83	58,77
Portekiz	3,98	4,22	3,09	3,73	2293,40	2710,60	17,92	19,28	109,23	118,17
Slovakya	3,20	3,44	5,59	6,23	1768,40	2185,60	18,82	20,18	57,33	66,27
Slovenya	2,39	2,64	4,22	4,86	2274,40	2691,60	19,82	21,18	123,13	132,07
Şili	0,90	1,15	1,86	2,50	1302,40	1719,60	29,12	30,48	47,23	56,17
Türkiye	1,59	1,83	2,34	2,98	681,40	1098,60	23,12	24,48	118,43	127,37
Yeni Zelanda	2,61	2,86	2,49	3,13	3005,40	3422,60	15,82	17,18	89,53	98,47
Yunanistan	6,04	6,29	4,52	5,16	2120,40	2537,60	38,22	39,58	116,23	125,17

Ek 3.2. Devam

	Kızamık		CO Emisyonu		Eğitim		Doğumda Beklenen		Anne Ölüm Hızı	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
ABD	91,42	92,58	165,61	181,79	17,07	17,41	78,49	79,11	11,70	13,70
Almanya	96,42	97,58	32,07	48,25	18,00	18,34	80,69	81,31	3,60	5,60
Avustralya	93,42	94,58	120,51	136,69	19,21	19,55	81,79	82,41	4,20	6,20
Avusturya	75,42	76,58	63,94	80,12	16,84	17,18	80,69	81,31	0,30	2,30
Belçika	95,42	96,58	26,93	43,11	18,71	19,05	80,19	80,81	6,00	8,00
Birleşik Krallık	92,42	93,58	22,89	39,07	16,18	16,52	80,69	81,31	5,40	7,40
Çek Cumhuriyeti	97,42	98,58	24,43	40,61	17,90	18,24	77,89	78,51	4,50	6,50
Danimarka	89,42	90,58	56,15	72,33	19,27	19,61	79,79	80,41	0,80	2,80
Estonya	93,42	94,58	113,96	130,14	17,31	17,65	76,19	76,81	6,10	8,10
Finlandiya	96,42	97,58	72,88	89,06	19,50	19,84	80,39	81,01	2,40	4,40
Fransa	88,42	89,58	42,22	58,40	16,27	16,61	81,79	82,41	5,10	7,10
Hollanda	95,42	96,58	24,94	41,12	18,53	18,87	80,89	81,51	2,40	4,40
İrlanda	91,42	92,58	17,67	33,85	17,39	17,73	80,69	81,31	1,80	3,80
İspanya	96,42	97,58	33,57	49,75	17,46	17,80	82,19	82,81	1,20	3,20
İsrail	96,42	97,58	14,30	30,48	15,64	15,98	81,49	82,11	4,30	6,30
İsveç	96,42	97,58	49,31	65,49	19,08	19,42	81,49	82,11	2,50	4,50
İsviçre	92,42	93,58	19,33	35,51	17,12	17,46	82,49	83,11	7,50	9,50
İtalya	89,42	90,58	26,78	42,96	16,66	17,00	81,99	82,61	1,10	3,10
İzlanda	89,42	90,58	46,64	62,82	19,62	19,96	82,69	83,31	0	1,00
Japonya	95,42	96,58	11,44	27,62	16,08	16,42	82,89	83,51	3,80	5,80
Kanada	97,42	98,58	228,55	244,73	17,06	17,40	81,19	81,81	3,80	5,80
Kore	98,42	99,58	6,18	22,36	17,34	17,68	80,99	81,61	8,90	10,90
Lüksemburg	98,42	99,58	72,46	88,64	14,93	15,27	81,19	81,81	15,60	17,60
Macaristan	98,42	99,58	29,76	45,94	17,38	17,72	74,89	75,51	9,00	11,00

Ek 3.2. Devam

	Kızamık		CO Emisyonu		Eğitim		Doğumda Beklenen		Anne Ölüm Hızı	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
Meksika	98,42	99,58	288,73	304,91	14,18	14,52	74,09	74,71	41,30	43,30
Norveç	93,42	94,58	51,81	67,99	17,75	18,09	81,19	81,81	0,70	2,70
Polonya	97,42	98,58	65,05	81,23	18,19	18,53	76,59	77,21	0,00	2,00
Portekiz	96,42	97,58	21,82	38,00	17,47	17,81	80,19	80,81	3,50	5,50
Slovakya	98,42	99,58	32,82	49,00	16,15	16,49	75,89	76,51	2,60	4,60
Slovenya	94,42	95,58	68,84	85,02	18,21	18,55	79,89	80,51	0	1,00
Şili	89,42	90,58	88,94	105,12	16,33	16,67	78,39	79,01	16,20	18,20
Türkiye	95,42	96,58	35,95	52,13	16,26	16,60	74,29	74,91	14,40	16,40
Yeni Zelanda	91,42	92,58	148,59	164,77	17,90	18,24	80,89	81,51	10,30	12,30
Yunanistan	98,42	99,58	32,48	48,66	18,47	18,81	80,39	81,01	0,00	2,00

Ek 3.3. Değişkenlerin $\alpha = 0,50$ Kesim Düzeyinde Alt ve Üst Sınır Değerleri

	Hekim Sayısı		Hastane Yatağı Sayısı		Kişi Başı Sağlık Harcamaları		Sigara		Meyve	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
ABD	2,37	2,53	2,72	3,14	8314,94	8593,06	13,75	14,65	94,12	100,08
Almanya	3,81	3,97	8,13	8,55	4553,94	4832,06	21,45	22,35	77,42	83,38
Avustralya	3,19	3,36	3,54	3,96	3726,94	4005,06	14,65	15,55	91,12	97,08
Avusturya	4,75	4,91	7,46	7,88	4388,94	4667,06	22,75	23,65	143,02	148,98
Belçika	2,91	3,08	6,08	6,50	4085,94	4364,06	20,05	20,95	56,82	62,78
Birleşik Krallık	2,71	2,87	2,60	3,02	3035,94	3314,06	19,55	20,45	122,72	128,68
Çek Cumhuriyeti	3,54	3,71	6,45	6,87	1881,94	2160,06	22,45	23,35	65,72	71,68
Danimarka	3,40	3,57	2,92	3,34	4372,94	4651,06	20,45	21,35	95,82	101,78
Estonya	3,16	3,32	5,32	5,74	1303,94	1582,06	25,55	26,45	68,12	74,08
Finlandiya	2,82	2,99	5,09	5,51	3263,94	3542,06	16,55	17,45	91,52	97,48
Fransa	3,10	3,26	6,13	6,55	3905,94	4184,06	23,65	24,55	107,12	113,08
Hollanda	2,78	2,94	4,45	4,87	4941,94	5220,06	17,95	18,85	158,92	164,88
İrlanda	2,64	2,80	2,56	2,98	3523,94	3802,06	23,55	24,45	128,32	134,28
İspanya	3,61	3,78	2,78	3,20	2788,94	3067,06	23,45	24,35	76,72	82,68
İsrail	3,26	3,43	2,89	3,31	2190,94	2469,06	18,05	18,95	105,62	111,58
İsveç	3,84	4,01	2,41	2,83	4603,94	4882,06	12,35	13,25	114,12	120,08
İsviçre	3,97	4,13	4,59	5,01	6000,94	6279,06	19,95	20,85	125,62	131,58
İtalya	3,68	3,85	3,21	3,63	2997,94	3276,06	21,65	22,55	137,82	143,78
İzlanda	3,39	3,56	3,05	3,47	3386,94	3665,06	13,35	14,25	118,12	124,08
Japonya	2,21	2,38	13,15	13,57	3452,94	3731,06	20,25	21,15	48,12	54,08
Kanada	1,99	2,15	2,47	2,89	4164,94	4443,06	15,65	16,55	126,22	132,18
Kore	2,06	2,23	10,08	10,50	2002,94	2281,06	21,15	22,05	64,12	70,08
Lüksemburg	2,74	2,91	4,94	5,36	4231,94	4510,06	16,35	17,25	198,62	204,58
Macaristan	3,00	3,16	6,79	7,21	1557,94	1836,06	26,05	26,95	62,72	68,68

Ek 3.3. Devam

	Hekim Sayısı		Hastane Yatağı Sayısı		Kişi Başı Sağlık Harcamaları		Sigara		Meyve	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
Meksika	2,01	2,18	1,36	1,78	886,94	1165,06	11,35	12,25	97,72	103,68
Norveç	4,20	4,36	3,76	4,18	5683,94	5962,06	15,55	16,45	134,92	140,88
Polonya	2,14	2,30	6,39	6,81	1308,94	1587,06	23,35	24,25	51,32	57,28
Portekiz	4,02	4,18	3,20	3,62	2362,94	2641,06	18,15	19,05	110,72	116,68
Slovakya	3,24	3,40	5,70	6,12	1837,94	2116,06	19,05	19,95	58,82	64,78
Slovenya	2,43	2,60	4,33	4,75	2343,94	2622,06	20,05	20,95	124,62	130,58
Şili	0,94	1,11	1,97	2,39	1371,94	1650,06	29,35	30,25	48,72	54,68
Türkiye	1,63	1,79	2,45	2,87	750,94	1029,06	23,35	24,25	119,92	125,88
Yeni Zelanda	2,65	2,82	2,60	3,02	3074,94	3353,06	16,05	16,95	91,02	96,98
Yunanistan	6,08	6,25	4,63	5,05	2189,94	2468,06	38,45	39,35	117,72	123,68

Ek 3.3. Devam

	Kızamık		CO Emisyonu		Eğitim		Doğumda Beklenen		Anne Ölüm Hızı	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
ABD	91,61	92,39	168,30	179,10	17,13	17,35	78,59	79,01	12,03	13,37
Almanya	96,61	97,39	34,76	45,56	18,06	18,28	80,79	81,21	3,93	5,27
Avustralya	93,61	94,39	123,20	134,00	19,27	19,49	81,89	82,31	4,53	5,87
Avusturya	75,61	76,39	66,63	77,43	16,90	17,12	80,79	81,21	0,63	1,97
Belçika	95,61	96,39	29,62	40,42	18,77	18,99	80,29	80,71	6,33	7,67
Birleşik Krallık	92,61	93,39	25,58	36,38	16,24	16,46	80,79	81,21	5,73	7,07
Çek Cumhuriyeti	97,61	98,39	27,12	37,92	17,96	18,18	77,99	78,41	4,83	6,17
Danimarka	89,61	90,39	58,84	69,64	19,33	19,55	79,89	80,31	1,13	2,47
Estonya	93,61	94,39	116,65	127,45	17,37	17,59	76,29	76,71	6,43	7,77
Finlandiya	96,61	97,39	75,57	86,37	19,56	19,78	80,49	80,91	2,73	4,07
Fransa	88,61	89,39	44,91	55,71	16,33	16,55	81,89	82,31	5,43	6,77
Hollanda	95,61	96,39	27,63	38,43	18,59	18,81	80,99	81,41	2,73	4,07
İrlanda	91,61	92,39	20,36	31,16	17,45	17,67	80,79	81,21	2,13	3,47
İspanya	96,61	97,39	36,26	47,06	17,52	17,74	82,29	82,71	1,53	2,87
İsrail	96,61	97,39	16,99	27,79	15,70	15,92	81,59	82,01	4,63	5,97
İsveç	96,61	97,39	52,00	62,80	19,14	19,36	81,59	82,01	2,83	4,17
İsviçre	92,61	93,39	22,02	32,82	17,18	17,40	82,59	83,01	7,83	9,17
İtalya	89,61	90,39	29,47	40,27	16,72	16,94	82,09	82,51	1,43	2,77
İzlanda	89,61	90,39	49,33	60,13	19,68	19,90	82,79	83,21	0	0,67
Japonya	95,61	96,39	14,13	24,93	16,14	16,36	82,99	83,41	4,13	5,47
Kanada	97,61	98,39	231,24	242,04	17,12	17,34	81,29	81,71	4,13	5,47
Kore	98,61	99,39	8,87	19,67	17,40	17,62	81,09	81,51	9,23	10,57
Lüksemburg	98,61	99,39	75,15	85,95	14,99	15,21	81,29	81,71	15,93	17,27
Macaristan	98,61	99,39	32,45	43,25	17,44	17,66	74,99	75,41	9,33	10,67

Ek 3.3. Devam

	Kızamık		CO Emisyonu		Eğitim		Doğumda Beklenen		Anne Ölüm Hızı	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
Meksika	98,61	99,39	291,42	302,22	14,24	14,46	74,19	74,61	41,63	42,97
Norveç	93,61	94,39	54,50	65,30	17,81	18,03	81,29	81,71	1,03	2,37
Polonya	97,61	98,39	67,74	78,54	18,25	18,47	76,69	77,11	0,33	1,67
Portekiz	96,61	97,39	24,51	35,31	17,53	17,75	80,29	80,71	3,83	5,17
Slovakya	98,61	99,39	35,51	46,31	16,21	16,43	75,99	76,41	2,93	4,27
Slovenya	94,61	95,39	71,53	82,33	18,27	18,49	79,99	80,41	0	0,67
Şili	89,61	90,39	91,63	102,43	16,39	16,61	78,49	78,91	16,53	17,87
Türkiye	95,61	96,39	38,64	49,44	16,32	16,54	74,39	74,81	14,73	16,07
Yeni Zelanda	91,61	92,39	151,28	162,08	17,96	18,18	80,99	81,41	10,63	11,97
Yunanistan	98,61	99,39	35,17	45,97	18,53	18,75	80,49	80,91	0,33	1,67

Ek 3.4. Değişkenlerin $\alpha = 0,75$ Kesim Düzeyinde Alt ve Üst Sınır Değerleri

	Hekim Sayısı		Hastane Yatağı Sayısı		Kişi Başı Sağlık Harcamaları		Sigara		Meyve	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
ABD	2,41	2,49	2,82	3,04	8384,47	8523,53	13,97	14,43	95,61	98,59
Almanya	3,85	3,93	8,23	8,45	4623,47	4762,53	21,67	22,13	78,91	81,89
Avustralya	3,23	3,31	3,64	3,86	3796,47	3935,53	14,87	15,33	92,61	95,59
Avusturya	4,79	4,87	7,56	7,78	4458,47	4597,53	22,97	23,43	144,51	147,49
Belçika	2,95	3,03	6,18	6,40	4155,47	4294,53	20,27	20,73	58,31	61,29
Birleşik Krallık	2,75	2,83	2,70	2,92	3105,47	3244,53	19,77	20,23	124,21	127,19
Çek Cumhuriyeti	3,58	3,67	6,55	6,77	1951,47	2090,53	22,67	23,13	67,21	70,19
Danimarka	3,44	3,53	3,02	3,24	4442,47	4581,53	20,67	21,13	97,31	100,29
Estonya	3,20	3,28	5,42	5,64	1373,47	1512,53	25,77	26,23	69,61	72,59
Finlandiya	2,86	2,95	5,19	5,41	3333,47	3472,53	16,77	17,23	93,01	95,99
Fransa	3,14	3,22	6,23	6,45	3975,47	4114,53	23,87	24,33	108,61	111,59
Hollanda	2,82	2,90	4,55	4,77	5011,47	5150,53	18,17	18,63	160,41	163,39
İrlanda	2,68	2,76	2,66	2,88	3593,47	3732,53	23,77	24,23	129,81	132,79
İspanya	3,65	3,74	2,88	3,10	2858,47	2997,53	23,67	24,13	78,21	81,19
İsrail	3,30	3,39	2,99	3,21	2260,47	2399,53	18,27	18,73	107,11	110,09
İsveç	3,88	3,97	2,51	2,73	4673,47	4812,53	12,57	13,03	115,61	118,59
İsviçre	4,01	4,09	4,69	4,91	6070,47	6209,53	20,17	20,63	127,11	130,09
İtalya	3,72	3,81	3,31	3,53	3067,47	3206,53	21,87	22,33	139,31	142,29
İzlanda	3,43	3,52	3,15	3,37	3456,47	3595,53	13,57	14,03	119,61	122,59
Japonya	2,26	2,34	13,25	13,47	3522,47	3661,53	20,47	20,93	49,61	52,59
Kanada	2,03	2,11	2,57	2,79	4234,47	4373,53	15,87	16,33	127,71	130,69
Kore	2,10	2,18	10,18	10,40	2072,47	2211,53	21,37	21,83	65,61	68,59
Lüksemburg	2,78	2,87	5,04	5,26	4301,47	4440,53	16,57	17,03	200,11	203,09
Macaristan	3,04	3,12	6,89	7,11	1627,47	1766,53	26,27	26,73	64,21	67,19

Ek 3.4. Devam

	Hekim Sayısı		Hastane Yatağı Sayısı		Kişi Başı Sağlık Harcamaları		Sigara		Meyve	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
Meksika	2,05	2,14	1,46	1,68	956,47	1095,53	11,57	12,03	99,21	102,19
Norveç	4,24	4,32	3,86	4,08	5753,47	5892,53	15,77	16,23	136,41	139,39
Polonya	2,18	2,26	6,49	6,71	1378,47	1517,53	23,57	24,03	52,81	55,79
Portekiz	4,06	4,14	3,30	3,52	2432,47	2571,53	18,37	18,83	112,21	115,19
Slovakya	3,28	3,36	5,80	6,02	1907,47	2046,53	19,27	19,73	60,31	63,29
Slovenya	2,47	2,56	4,43	4,65	2413,47	2552,53	20,27	20,73	126,11	129,09
Şili	0,98	1,07	2,07	2,29	1441,47	1580,53	29,57	30,03	50,21	53,19
Türkiye	1,67	1,75	2,55	2,77	820,47	959,53	23,57	24,03	121,41	124,39
Yeni Zelanda	2,69	2,78	2,70	2,92	3144,47	3283,53	16,27	16,73	92,51	95,49
Yunanistan	6,13	6,21	4,73	4,95	2259,47	2398,53	38,67	39,13	119,21	122,19

Ek 3.4. Devam

	Kızamık		CO Emisyonu		Eğitim		Doğumda Beklenen		Anne Ölüm Hızı	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
ABD	91,81	92,19	171,00	176,40	17,18	17,30	78,70	78,90	12,37	13,03
Almanya	96,81	97,19	37,46	42,86	18,11	18,23	80,90	81,10	4,27	4,93
Avustralya	93,81	94,19	125,90	131,30	19,32	19,44	82,00	82,20	4,87	5,53
Avusturya	75,81	76,19	69,33	74,73	16,95	17,07	80,90	81,10	0,97	1,63
Belçika	95,81	96,19	32,32	37,72	18,82	18,94	80,40	80,60	6,67	7,33
Birleşik Krallık	92,81	93,19	28,28	33,68	16,29	16,41	80,90	81,10	6,07	6,73
Çek Cumhuriyeti	97,81	98,19	29,82	35,22	18,01	18,13	78,10	78,30	5,17	5,83
Danimarka	89,81	90,19	61,54	66,94	19,38	19,50	80,00	80,20	1,47	2,13
Estonya	93,81	94,19	119,35	124,75	17,42	17,54	76,40	76,60	6,77	7,43
Finlandiya	96,81	97,19	78,27	83,67	19,61	19,73	80,60	80,80	3,07	3,73
Fransa	88,81	89,19	47,61	53,01	16,38	16,50	82,00	82,20	5,77	6,43
Hollanda	95,81	96,19	30,33	35,73	18,64	18,76	81,10	81,30	3,07	3,73
İrlanda	91,81	92,19	23,06	28,46	17,50	17,62	80,90	81,10	2,47	3,13
İspanya	96,81	97,19	38,96	44,36	17,57	17,69	82,40	82,60	1,87	2,53
İsrail	96,81	97,19	19,69	25,09	15,75	15,87	81,70	81,90	4,97	5,63
İsveç	96,81	97,19	54,70	60,10	19,19	19,31	81,70	81,90	3,17	3,83
İsviçre	92,81	93,19	24,72	30,12	17,23	17,35	82,70	82,90	8,17	8,83
İtalya	89,81	90,19	32,17	37,57	16,77	16,89	82,20	82,40	1,77	2,43
İzlanda	89,81	90,19	52,03	57,43	19,73	19,85	82,90	83,10	0	0,33
Japonya	95,81	96,19	16,83	22,23	16,19	16,31	83,10	83,30	4,47	5,13
Kanada	97,81	98,19	233,94	239,34	17,17	17,29	81,40	81,60	4,47	5,13
Kore	98,81	99,19	11,57	16,97	17,45	17,57	81,20	81,40	9,57	10,23
Lüksemburg	98,81	99,19	77,85	83,25	15,04	15,16	81,40	81,60	16,27	16,93
Macaristan	98,81	99,19	35,15	40,55	17,49	17,61	75,10	75,30	9,67	10,33

Ek 3.4. Devam

	Kızamık		CO Emisyonu		Eğitim		Doğumda Beklenen		Anne Ölüm Hızı	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
Meksika	98,81	99,19	294,12	299,52	14,29	14,41	74,30	74,50	41,97	42,63
Norveç	93,81	94,19	57,20	62,60	17,86	17,98	81,40	81,60	1,37	2,03
Polonya	97,81	98,19	70,44	75,84	18,30	18,42	76,80	77,00	0,67	1,33
Portekiz	96,81	97,19	27,21	32,61	17,58	17,70	80,40	80,60	4,17	4,83
Slovakya	98,81	99,19	38,21	43,61	16,26	16,38	76,10	76,30	3,27	3,93
Slovenya	94,81	95,19	74,23	79,63	18,32	18,44	80,10	80,30	0	0,33
Şili	89,81	90,19	94,33	99,73	16,44	16,56	78,60	78,80	16,87	17,53
Türkiye	95,81	96,19	41,34	46,74	16,37	16,49	74,50	74,70	15,07	15,73
Yeni Zelanda	91,81	92,19	153,98	159,38	18,01	18,13	81,10	81,30	10,97	11,63
Yunanistan	98,81	99,19	37,87	43,27	18,58	18,70	80,60	80,80	0,67	1,33

Ek 3.5. Değişkenlerin $\alpha = 1$ Kesim Düzeyinde Alt ve Üst Sınır Değerleri

	Hekim Sayısı		Hastane Yatağı Sayısı		Kişi Başı Sağlık Harcamaları		Sigara		Meyve	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
ABD	2,45	2,45	2,93	2,93	8454,00	8454,00	14,20	14,20	97,10	97,10
Almanya	3,89	3,89	8,34	8,34	4693,00	4693,00	21,90	21,90	80,40	80,40
Avustralya	3,27	3,27	3,75	3,75	3866,00	3866,00	15,10	15,10	94,10	94,10
Avusturya	4,83	4,83	7,67	7,67	4528,00	4528,00	23,20	23,20	146,00	146,00
Belçika	2,99	2,99	6,29	6,29	4225,00	4225,00	20,50	20,50	59,80	59,80
Birleşik Krallık	2,79	2,79	2,81	2,81	3175,00	3175,00	20,00	20,00	125,70	125,70
Çek Cumhuriyeti	3,62	3,62	6,66	6,66	2021,00	2021,00	22,90	22,90	68,70	68,70
Danimarka	3,49	3,49	3,13	3,13	4512,00	4512,00	20,90	20,90	98,80	98,80
Estonya	3,24	3,24	5,53	5,53	1443,00	1443,00	26,00	26,00	71,10	71,10
Finlandiya	2,91	2,91	5,30	5,30	3403,00	3403,00	17,00	17,00	94,50	94,50
Fransa	3,18	3,18	6,34	6,34	4045,00	4045,00	24,10	24,10	110,10	110,10
Hollanda	2,86	2,86	4,66	4,66	5081,00	5081,00	18,40	18,40	161,90	161,90
İrlanda	2,72	2,72	2,77	2,77	3663,00	3663,00	24,00	24,00	131,30	131,30
İspanya	3,70	3,70	2,99	2,99	2928,00	2928,00	23,90	23,90	79,70	79,70
İsrail	3,34	3,34	3,10	3,10	2330,00	2330,00	18,50	18,50	108,60	108,60
İsveç	3,93	3,93	2,62	2,62	4743,00	4743,00	12,80	12,80	117,10	117,10
İsviçre	4,05	4,05	4,80	4,80	6140,00	6140,00	20,40	20,40	128,60	128,60
İtalya	3,76	3,76	3,42	3,42	3137,00	3137,00	22,10	22,10	140,80	140,80
İzlanda	3,48	3,48	3,26	3,26	3526,00	3526,00	13,80	13,80	121,10	121,10
Japonya	2,30	2,30	13,36	13,36	3592,00	3592,00	20,70	20,70	51,10	51,10
Kanada	2,07	2,07	2,68	2,68	4304,00	4304,00	16,10	16,10	129,20	129,20
Kore	2,14	2,14	10,29	10,29	2142,00	2142,00	21,60	21,60	67,10	67,10
Lüksemburg	2,82	2,82	5,15	5,15	4371,00	4371,00	16,80	16,80	201,60	201,60
Macaristan	3,08	3,08	7,00	7,00	1697,00	1697,00	26,50	26,50	65,70	65,70

Ek 3.5. Devam

	Hekim Sayısı		Hastane Yatağı Sayısı		Kişi Başı Sağlık Harcamaları		Sigara		Meyve	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
Meksika	2,10	2,10	1,57	1,57	1026,00	1026,00	11,80	11,80	100,70	100,70
Norveç	4,28	4,28	3,97	3,97	5823,00	5823,00	16,00	16,00	137,90	137,90
Polonya	2,22	2,22	6,60	6,60	1448,00	1448,00	23,80	23,80	54,30	54,30
Portekiz	4,10	4,10	3,41	3,41	2502,00	2502,00	18,60	18,60	113,70	113,70
Slovakya	3,32	3,32	5,91	5,91	1977,00	1977,00	19,50	19,50	61,80	61,80
Slovenya	2,52	2,52	4,54	4,54	2483,00	2483,00	20,50	20,50	127,60	127,60
Şili	1,03	1,03	2,18	2,18	1511,00	1511,00	29,80	29,80	51,70	51,70
Türkiye	1,71	1,71	2,66	2,66	890,00	890,00	23,80	23,80	122,90	122,90
Yeni Zelanda	2,74	2,74	2,81	2,81	3214,00	3214,00	16,50	16,50	94,00	94,00
Yunanistan	6,17	6,17	4,84	4,84	2329,00	2329,00	38,90	38,90	120,70	120,70

Ek 3.5. Devam

	Kızamık		CO Emisyonu		Eğitim		Doğumda Beklenen		Anne Ölüm Hızı	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
ABD	92,00	92,00	173,70	173,70	17,24	17,24	78,80	78,80	12,70	12,70
Almanya	97,00	97,00	40,16	40,16	18,17	18,17	81,00	81,00	4,60	4,60
Avustralya	94,00	94,00	128,60	128,60	19,38	19,38	82,10	82,10	5,20	5,20
Avusturya	76,00	76,00	72,03	72,03	17,01	17,01	81,00	81,00	1,30	1,30
Belçika	96,00	96,00	35,02	35,02	18,88	18,88	80,50	80,50	7,00	7,00
Birleşik Krallık	93,00	93,00	30,98	30,98	16,35	16,35	81,00	81,00	6,40	6,40
Çek Cumhuriyeti	98,00	98,00	32,52	32,52	18,07	18,07	78,20	78,20	5,50	5,50
Danimarka	90,00	90,00	64,24	64,24	19,44	19,44	80,10	80,10	1,80	1,80
Estonya	94,00	94,00	122,05	122,05	17,48	17,48	76,50	76,50	7,10	7,10
Finlandiya	97,00	97,00	80,97	80,97	19,67	19,67	80,70	80,70	3,40	3,40
Fransa	89,00	89,00	50,31	50,31	16,44	16,44	82,10	82,10	6,10	6,10
Hollanda	96,00	96,00	33,03	33,03	18,70	18,70	81,20	81,20	3,40	3,40
İrlanda	92,00	92,00	25,76	25,76	17,56	17,56	81,00	81,00	2,80	2,80
İspanya	97,00	97,00	41,66	41,66	17,63	17,63	82,50	82,50	2,20	2,20
İsrail	97,00	97,00	22,39	22,39	15,81	15,81	81,80	81,80	5,30	5,30
İsveç	97,00	97,00	57,40	57,40	19,25	19,25	81,80	81,80	3,50	3,50
İsviçre	93,00	93,00	27,42	27,42	17,29	17,29	82,80	82,80	8,50	8,50
İtalya	90,00	90,00	34,87	34,87	16,83	16,83	82,30	82,30	2,10	2,10
İzlanda	90,00	90,00	54,73	54,73	19,79	19,79	83,00	83,00	0,00	0,00
Japonya	96,00	96,00	19,53	19,53	16,25	16,25	83,20	83,20	4,80	4,80
Kanada	98,00	98,00	236,64	236,64	17,23	17,23	81,50	81,50	4,80	4,80
Kore	99,00	99,00	14,27	14,27	17,51	17,51	81,30	81,30	9,90	9,90
Lüksemburg	99,00	99,00	80,55	80,55	15,10	15,10	81,50	81,50	16,60	16,60
Macaristan	99,00	99,00	37,85	37,85	17,55	17,55	75,20	75,20	10,00	10,00

Ek 3.5. Devam

	Kızamık		CO Emisyonu		Eğitim		Doğumda Beklenen		Anne Ölüm Hızı	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
Meksika	99,00	99,00	296,82	296,82	14,35	14,35	74,40	74,40	42,30	42,30
Norveç	94,00	94,00	59,90	59,90	17,92	17,92	81,50	81,50	1,70	1,70
Polonya	98,00	98,00	73,14	73,14	18,36	18,36	76,90	76,90	1,00	1,00
Portekiz	97,00	97,00	29,91	29,91	17,64	17,64	80,50	80,50	4,50	4,50
Slovakya	99,00	99,00	40,91	40,91	16,32	16,32	76,20	76,20	3,60	3,60
Slovenya	95,00	95,00	76,93	76,93	18,38	18,38	80,20	80,20	0,00	0,00
Şili	90,00	90,00	97,03	97,03	16,50	16,50	78,70	78,70	17,20	17,20
Türkiye	96,00	96,00	44,04	44,04	16,43	16,43	74,60	74,60	15,40	15,40
Yeni Zelanda	92,00	92,00	156,68	156,68	18,07	18,07	81,20	81,20	11,30	11,30
Yunanistan	99,00	99,00	40,57	40,57	18,64	18,64	80,70	80,70	1,00	1,00

Ek 4. Farklı α Kesim Düzeylerinde Türkiye'nin Alt ve Üst Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları

Ek 4.1. $\alpha=0$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Alt Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları

	Kısıt No	Girdi ve Çıktıların Ağırlıkları										Kısıt Durumu
		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	
	<i>Maks.</i>	74,18	14,07	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>K1</i>	0	0	1,88	3,09	1168,13	24,70	128,86	96,78	54,83	16,65	$= 1$
ABD	<i>K2</i>	79,22	14,03	-2,29	-2,50	-8175,87	-13,30	-91,14	-91,22	-162,91	-17,02	≤ 0
Almanya	<i>K3</i>	81,42	5,93	-3,72	-7,91	-4414,87	-21,00	-74,44	-96,22	-29,37	-17,95	≤ 0
Avustralya	<i>K4</i>	82,52	6,53	-3,11	-3,32	-3587,87	-14,20	-88,14	-93,22	-117,81	-19,16	≤ 0
Avusturya	<i>K5</i>	81,42	2,63	-4,67	-7,24	-4249,87	-22,30	-140,04	-75,22	-61,24	-16,79	≤ 0
Belçika	<i>K6</i>	80,92	8,33	-2,83	-5,86	-3946,87	-19,60	-53,84	-95,22	-24,23	-18,66	≤ 0
Birleşik K.	<i>K7</i>	81,42	7,73	-2,63	-2,38	-2896,87	-19,10	-119,74	-92,22	-20,19	-16,13	≤ 0
Çek	<i>K8</i>	78,62	6,83	-3,46	-6,23	-1742,87	-22,00	-62,74	-97,22	-21,73	-17,85	≤ 0
Danimarka	<i>K9</i>	80,52	3,13	-3,32	-2,70	-4233,87	-20,00	-92,84	-89,22	-53,45	-19,22	≤ 0
Estonya	<i>K10</i>	76,92	8,43	-3,08	-5,10	-1164,87	-25,10	-65,14	-93,22	-111,26	-17,26	≤ 0
Finlandiya	<i>K11</i>	81,12	4,73	-2,74	-4,87	-3124,87	-16,10	-88,54	-96,22	-70,18	-19,45	≤ 0
Fransa	<i>K12</i>	82,52	7,43	-3,02	-5,91	-3766,87	-23,20	-104,14	-88,22	-39,52	-16,22	≤ 0
Hollanda	<i>K13</i>	81,62	4,73	-2,69	-4,23	-4802,87	-17,50	-155,94	-95,22	-22,24	-18,48	≤ 0
İrlanda	<i>K14</i>	81,42	4,13	-2,55	-2,34	-3384,87	-23,10	-125,34	-91,22	-14,97	-17,34	≤ 0
İspanya	<i>K15</i>	82,92	3,53	-3,53	-2,56	-2649,87	-23,00	-73,74	-96,22	-30,87	-17,41	≤ 0
İsrail	<i>K16</i>	82,22	6,63	-3,18	-2,67	-2051,87	-17,60	-102,64	-96,22	-11,60	-15,59	≤ 0
İsveç	<i>K17</i>	82,22	4,83	-3,76	-2,19	-4464,87	-11,90	-111,14	-96,22	-46,61	-19,03	≤ 0
İsviçre	<i>K18</i>	83,22	9,83	-3,88	-4,37	-5861,87	-19,50	-122,64	-92,22	-16,63	-17,07	≤ 0
İtalya	<i>K19</i>	82,72	3,43	-3,60	-2,99	-2858,87	-21,20	-134,84	-89,22	-24,08	-16,61	≤ 0
İzlanda	<i>K20</i>	83,42	1,33	-3,31	-2,83	-3247,87	-12,90	-115,14	-89,22	-43,94	-19,57	≤ 0

Japonya	<i>K21</i>	83,62	6,13	-2,13	-12,93	-3313,87	-19,80	-45,14	-95,22	-8,74	-16,03	≤ 0
Kanada	<i>K22</i>	81,92	6,13	-1,90	-2,25	-4025,87	-15,20	-123,24	-97,22	-225,85	-17,01	≤ 0
Kore	<i>K23</i>	81,72	11,23	-1,98	-9,86	-1863,87	-20,70	-61,14	-98,22	-3,48	-17,29	≤ 0
Lüksemburg	<i>K24</i>	81,92	17,93	-2,66	-4,72	-4092,87	-15,90	-195,64	-98,22	-69,76	-14,88	≤ 0
Macaristan	<i>K25</i>	75,62	11,33	-2,92	-6,57	-1418,87	-25,60	-59,74	-98,22	-27,06	-17,33	≤ 0
Meksika	<i>K26</i>	74,82	43,63	-1,93	-1,14	-747,87	-10,90	-94,74	-98,22	-286,03	-14,13	≤ 0
Norveç	<i>K27</i>	81,92	3,03	-4,12	-3,54	-5544,87	-15,10	-131,94	-93,22	-49,11	-17,70	≤ 0
Polonya	<i>K28</i>	77,32	2,33	-2,05	-6,17	-1169,87	-22,90	-48,34	-97,22	-62,35	-18,14	≤ 0
Portekiz	<i>K29</i>	80,92	5,83	-3,94	-2,98	-2223,87	-17,70	-107,74	-96,22	-19,12	-17,42	≤ 0
Slovakya	<i>K30</i>	76,62	4,93	-3,16	-5,48	-1698,87	-18,60	-55,84	-98,22	-30,12	-16,10	≤ 0
Slovenya	<i>K31</i>	80,62	1,33	-2,35	-4,11	-2204,87	-19,60	-121,64	-94,22	-66,14	-18,16	≤ 0
Şili	<i>K32</i>	79,12	18,53	-0,86	-1,75	-1232,87	-28,90	-45,74	-89,22	-86,24	-16,28	≤ 0
Türkiye	<i>K33</i>	75,02	16,73	-1,55	-2,23	-611,87	-22,90	-116,94	-95,22	-33,25	-16,21	≤ 0
Yeni Z.	<i>K34</i>	81,62	12,63	-2,57	-2,38	-2935,87	-15,60	-88,04	-91,22	-145,89	-17,85	≤ 0
Yunanistan	<i>K35</i>	81,12	2,33	-6,00	-4,41	-2050,87	-38,00	-114,74	-98,22	-29,78	-18,42	≤ 0

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \geq \varepsilon$$

$$u_1, u_2 \geq \varepsilon$$

$$\varepsilon = 10^{-10}$$

Ek 4.2. $\alpha=0$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Üst Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları

	Kısıt No	Girdi ve Çıktıların Ağırlıkları										Kısıt Durumu
		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	
	<i>Maks.</i>	75,02	16,73	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>K1</i>	0	0	1,55	2,23	611,87	22,90	116,94	95,22	33,25	16,21	$= 1$
ABD	<i>K2</i>	79,22	14,03	-2,29	-2,50	-8175,87	-13,30	-91,14	-91,22	-162,91	-17,02	≤ 0
Almanya	<i>K3</i>	81,42	5,93	-3,72	-7,91	-4414,87	-21,00	-74,44	-96,22	-29,37	-17,95	≤ 0
Avustralya	<i>K4</i>	82,52	6,53	-3,11	-3,32	-3587,87	-14,20	-88,14	-93,22	-117,81	-19,16	≤ 0
Avusturya	<i>K5</i>	81,42	2,63	-4,67	-7,24	-4249,87	-22,30	-140,04	-75,22	-61,24	-16,79	≤ 0
Belçika	<i>K6</i>	80,92	8,33	-2,83	-5,86	-3946,87	-19,60	-53,84	-95,22	-24,23	-18,66	≤ 0
Birleşik K.	<i>K7</i>	81,42	7,73	-2,63	-2,38	-2896,87	-19,10	-119,74	-92,22	-20,19	-16,13	≤ 0
Çek	<i>K8</i>	78,62	6,83	-3,46	-6,23	-1742,87	-22,00	-62,74	-97,22	-21,73	-17,85	≤ 0
Danimarka	<i>K9</i>	80,52	3,13	-3,32	-2,70	-4233,87	-20,00	-92,84	-89,22	-53,45	-19,22	≤ 0
Estonya	<i>K10</i>	76,92	8,43	-3,08	-5,10	-1164,87	-25,10	-65,14	-93,22	-111,26	-17,26	≤ 0
Finlandiya	<i>K11</i>	81,12	4,73	-2,74	-4,87	-3124,87	-16,10	-88,54	-96,22	-70,18	-19,45	≤ 0
Fransa	<i>K12</i>	82,52	7,43	-3,02	-5,91	-3766,87	-23,20	-104,14	-88,22	-39,52	-16,22	≤ 0
Hollanda	<i>K13</i>	81,62	4,73	-2,69	-4,23	-4802,87	-17,50	-155,94	-95,22	-22,24	-18,48	≤ 0
İrlanda	<i>K14</i>	81,42	4,13	-2,55	-2,34	-3384,87	-23,10	-125,34	-91,22	-14,97	-17,34	≤ 0
İspanya	<i>K15</i>	82,92	3,53	-3,53	-2,56	-2649,87	-23,00	-73,74	-96,22	-30,87	-17,41	≤ 0
İsrail	<i>K16</i>	82,22	6,63	-3,18	-2,67	-2051,87	-17,60	-102,64	-96,22	-11,60	-15,59	≤ 0
İsveç	<i>K17</i>	82,22	4,83	-3,76	-2,19	-4464,87	-11,90	-111,14	-96,22	-46,61	-19,03	≤ 0
İsviçre	<i>K18</i>	83,22	9,83	-3,88	-4,37	-5861,87	-19,50	-122,64	-92,22	-16,63	-17,07	≤ 0
İtalya	<i>K19</i>	82,72	3,43	-3,60	-2,99	-2858,87	-21,20	-134,84	-89,22	-24,08	-16,61	≤ 0
İzlanda	<i>K20</i>	83,42	1,33	-3,31	-2,83	-3247,87	-12,90	-115,14	-89,22	-43,94	-19,57	≤ 0
Japonya	<i>K21</i>	83,62	6,13	-2,13	-12,93	-3313,87	-19,80	-45,14	-95,22	-8,74	-16,03	≤ 0
Kanada	<i>K22</i>	81,92	6,13	-1,90	-2,25	-4025,87	-15,20	-123,24	-97,22	-225,85	-17,01	≤ 0
Kore	<i>K23</i>	81,72	11,23	-1,98	-9,86	-1863,87	-20,70	-61,14	-98,22	-3,48	-17,29	≤ 0

Ek 4.2. Devam

		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	b_i
Lüksemburg	<i>K24</i>	81,92	17,93	-2,66	-4,72	-4092,87	-15,90	-195,64	-98,22	-69,76	-14,88	≤ 0
Macaristan	<i>K25</i>	75,62	11,33	-2,92	-6,57	-1418,87	-25,60	-59,74	-98,22	-27,06	-17,33	≤ 0
Meksika	<i>K26</i>	74,82	43,63	-1,93	-1,14	-747,87	-10,90	-94,74	-98,22	-286,03	-14,13	≤ 0
Norveç	<i>K27</i>	81,92	3,03	-4,12	-3,54	-5544,87	-15,10	-131,94	-93,22	-49,11	-17,70	≤ 0
Polonya	<i>K28</i>	77,32	2,33	-2,05	-6,17	-1169,87	-22,90	-48,34	-97,22	-62,35	-18,14	≤ 0
Portekiz	<i>K29</i>	80,92	5,83	-3,94	-2,98	-2223,87	-17,70	-107,74	-96,22	-19,12	-17,42	≤ 0
Slovakya	<i>K30</i>	76,62	4,93	-3,16	-5,48	-1698,87	-18,60	-55,84	-98,22	-30,12	-16,10	≤ 0
Slovenya	<i>K31</i>	80,62	1,33	-2,35	-4,11	-2204,87	-19,60	-121,64	-94,22	-66,14	-18,16	≤ 0
Şili	<i>K32</i>	79,12	18,53	-0,86	-1,75	-1232,87	-28,90	-45,74	-89,22	-86,24	-16,28	≤ 0
Türkiye	<i>K33</i>	75,02	16,73	-1,55	-2,23	-611,87	-22,90	-116,94	-95,22	-33,25	-16,21	≤ 0
Yeni Z.	<i>K34</i>	81,62	12,63	-2,57	-2,38	-2935,87	-15,60	-88,04	-91,22	-145,89	-17,85	≤ 0
Yunanistan	<i>K35</i>	81,12	2,33	-6,00	-4,41	-2050,87	-38,00	-114,74	-98,22	-29,78	-18,42	≤ 0

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \geq \varepsilon$$

$$u_1, u_2 \geq \varepsilon$$

$$\varepsilon = 10^{-10}$$

Ek 4.3. $\alpha=0,25$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Alt Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları

	Kısıt No	Girdi ve Çıktıların Ağırlıkları										Kısıt Durumu
		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	
	Maks.	74,29	14,40	0	0	0	0	0	0	0	0	
	K1	0	0	1,83	2,98	1098,60	24,48	127,37	96,58	52,13	16,60	= 1
ABD	K2	79,11	13,70	-2,33	-2,61	-8245,40	-13,52	-92,63	-91,42	-165,61	-17,07	≤ 0
Almanya	K3	81,31	5,60	-3,77	-8,02	-4484,40	-21,22	-75,93	-96,42	-32,07	-18,00	≤ 0
Avustralya	K4	82,41	6,20	-3,15	-3,43	-3657,40	-14,42	-89,63	-93,42	-120,51	-19,21	≤ 0
Avusturya	K5	81,31	2,30	-4,71	-7,35	-4319,40	-22,52	-141,53	-75,42	-63,94	-16,84	≤ 0
Belçika	K6	80,81	8,00	-2,87	-5,97	-4016,40	-19,82	-55,33	-95,42	-26,93	-18,71	≤ 0
Birleşik K.	K7	81,31	7,40	-2,67	-2,49	-2966,40	-19,32	-121,23	-92,42	-22,89	-16,18	≤ 0
Çek	K8	78,51	6,50	-3,50	-6,34	-1812,40	-22,22	-64,23	-97,42	-24,43	-17,90	≤ 0
Danimarka	K9	80,41	2,80	-3,36	-2,81	-4303,40	-20,22	-94,33	-89,42	-56,15	-19,27	≤ 0
Estonya	K10	76,81	8,10	-3,12	-5,21	-1234,40	-25,32	-66,63	-93,42	-113,96	-17,31	≤ 0
Finlandiya	K11	81,01	4,40	-2,78	-4,98	-3194,40	-16,32	-90,03	-96,42	-72,88	-19,50	≤ 0
Fransa	K12	82,41	7,10	-3,06	-6,02	-3836,40	-23,42	-105,63	-88,42	-42,22	-16,27	≤ 0
Hollanda	K13	81,51	4,40	-2,74	-4,34	-4872,40	-17,72	-157,43	-95,42	-24,94	-18,53	≤ 0
İrlanda	K14	81,31	3,80	-2,60	-2,45	-3454,40	-23,32	-126,83	-91,42	-17,67	-17,39	≤ 0
İspanya	K15	82,81	3,20	-3,57	-2,67	-2719,40	-23,22	-75,23	-96,42	-33,57	-17,46	≤ 0
İsrail	K16	82,11	6,30	-3,22	-2,78	-2121,40	-17,82	-104,13	-96,42	-14,30	-15,64	≤ 0
İsveç	K17	82,11	4,50	-3,80	-2,30	-4534,40	-12,12	-112,63	-96,42	-49,31	-19,08	≤ 0
İsviçre	K18	83,11	9,50	-3,93	-4,48	-5931,40	-19,72	-124,13	-92,42	-19,33	-17,12	≤ 0
İtalya	K19	82,61	3,10	-3,64	-3,10	-2928,40	-21,42	-136,33	-89,42	-26,78	-16,66	≤ 0
İzlanda	K20	83,31	1,00	-3,35	-2,94	-3317,40	-13,12	-116,63	-89,42	-46,64	-19,62	≤ 0
Japonya	K21	83,51	5,80	-2,17	-13,04	-3383,40	-20,02	-46,63	-95,42	-11,44	-16,08	≤ 0
Kanada	K22	81,81	5,80	-1,94	-2,36	-4095,40	-15,42	-124,73	-97,42	-228,55	-17,06	≤ 0
Kore	K23	81,61	10,90	-2,02	-9,97	-1933,40	-20,92	-62,63	-98,42	-6,18	-17,34	≤ 0

Ek 4.3. Devam

		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	b_i
Lüksemburg	<i>K24</i>	81,81	17,60	-2,70	-4,83	-4162,40	-16,12	-197,13	-98,42	-72,46	-14,93	≤ 0
Macaristan	<i>K25</i>	75,51	11,00	-2,96	-6,68	-1488,40	-25,82	-61,23	-98,42	-29,76	-17,38	≤ 0
Meksika	<i>K26</i>	74,71	43,30	-1,97	-1,25	-817,40	-11,12	-96,23	-98,42	-288,73	-14,18	≤ 0
Norveç	<i>K27</i>	81,81	2,70	-4,16	-3,65	-5614,40	-15,32	-133,43	-93,42	-51,81	-17,75	≤ 0
Polonya	<i>K28</i>	77,21	2,00	-2,10	-6,28	-1239,40	-23,12	-49,83	-97,42	-65,05	-18,19	≤ 0
Portekiz	<i>K29</i>	80,81	5,50	-3,98	-3,09	-2293,40	-17,92	-109,23	-96,42	-21,82	-17,47	≤ 0
Slovakya	<i>K30</i>	76,51	4,60	-3,20	-5,59	-1768,40	-18,82	-57,33	-98,42	-32,82	-16,15	≤ 0
Slovenya	<i>K31</i>	80,51	1,00	-2,39	-4,22	-2274,40	-19,82	-123,13	-94,42	-68,84	-18,21	≤ 0
Şili	<i>K32</i>	79,01	18,20	-0,90	-1,86	-1302,40	-29,12	-47,23	-89,42	-88,94	-16,33	≤ 0
Türkiye	<i>K33</i>	74,91	16,40	-1,59	-2,34	-681,40	-23,12	-118,43	-95,42	-35,95	-16,26	≤ 0
Yeni Z.	<i>K34</i>	81,51	12,30	-2,61	-2,49	-3005,40	-15,82	-89,53	-91,42	-148,59	-17,90	≤ 0
Yunanistan	<i>K35</i>	81,01	2,00	-6,04	-4,52	-2120,40	-38,22	-116,23	-98,42	-32,48	-18,47	≤ 0

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \geq \varepsilon$$

$$u_1, u_2 \geq \varepsilon$$

$$\varepsilon = 10^{-10}$$

Ek 4.4. $\alpha=0,25$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Üst Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları

	Kısıt No	Girdi ve Çıktıların Ağırlıkları										Kısıt Durumu
		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	
	<i>Maks.</i>	74,91	16,40	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>K1</i>	0	0	1,59	2,34	681,40	23,12	118,43	95,42	35,95	16,26	$= 1$
ABD	<i>K2</i>	79,11	13,70	-2,33	-2,61	-8245,40	-13,52	-92,63	-91,42	-165,61	-17,07	≤ 0
Almanya	<i>K3</i>	81,31	5,60	-3,77	-8,02	-4484,40	-21,22	-75,93	-96,42	-32,07	-18,00	≤ 0
Avustralya	<i>K4</i>	82,41	6,20	-3,15	-3,43	-3657,40	-14,42	-89,63	-93,42	-120,51	-19,21	≤ 0
Avusturya	<i>K5</i>	81,31	2,30	-4,71	-7,35	-4319,40	-22,52	-141,53	-75,42	-63,94	-16,84	≤ 0
Belçika	<i>K6</i>	80,81	8,00	-2,87	-5,97	-4016,40	-19,82	-55,33	-95,42	-26,93	-18,71	≤ 0
Birleşik K.	<i>K7</i>	81,31	7,40	-2,67	-2,49	-2966,40	-19,32	-121,23	-92,42	-22,89	-16,18	≤ 0
Çek	<i>K8</i>	78,51	6,50	-3,50	-6,34	-1812,40	-22,22	-64,23	-97,42	-24,43	-17,90	≤ 0
Danimarka	<i>K9</i>	80,41	2,80	-3,36	-2,81	-4303,40	-20,22	-94,33	-89,42	-56,15	-19,27	≤ 0
Estonya	<i>K10</i>	76,81	8,10	-3,12	-5,21	-1234,40	-25,32	-66,63	-93,42	-113,96	-17,31	≤ 0
Finlandiya	<i>K11</i>	81,01	4,40	-2,78	-4,98	-3194,40	-16,32	-90,03	-96,42	-72,88	-19,50	≤ 0
Fransa	<i>K12</i>	82,41	7,10	-3,06	-6,02	-3836,40	-23,42	-105,63	-88,42	-42,22	-16,27	≤ 0
Hollanda	<i>K13</i>	81,51	4,40	-2,74	-4,34	-4872,40	-17,72	-157,43	-95,42	-24,94	-18,53	≤ 0
İrlanda	<i>K14</i>	81,31	3,80	-2,60	-2,45	-3454,40	-23,32	-126,83	-91,42	-17,67	-17,39	≤ 0
İspanya	<i>K15</i>	82,81	3,20	-3,57	-2,67	-2719,40	-23,22	-75,23	-96,42	-33,57	-17,46	≤ 0
İsrail	<i>K16</i>	82,11	6,30	-3,22	-2,78	-2121,40	-17,82	-104,13	-96,42	-14,30	-15,64	≤ 0
İsveç	<i>K17</i>	82,11	4,50	-3,80	-2,30	-4534,40	-12,12	-112,63	-96,42	-49,31	-19,08	≤ 0
İsviçre	<i>K18</i>	83,11	9,50	-3,93	-4,48	-5931,40	-19,72	-124,13	-92,42	-19,33	-17,12	≤ 0
İtalya	<i>K19</i>	82,61	3,10	-3,64	-3,10	-2928,40	-21,42	-136,33	-89,42	-26,78	-16,66	≤ 0
İzlanda	<i>K20</i>	83,31	1,00	-3,35	-2,94	-3317,40	-13,12	-116,63	-89,42	-46,64	-19,62	≤ 0
Japonya	<i>K21</i>	83,51	5,80	-2,17	-13,04	-3383,40	-20,02	-46,63	-95,42	-11,44	-16,08	≤ 0
Kanada	<i>K22</i>	81,81	5,80	-1,94	-2,36	-4095,40	-15,42	-124,73	-97,42	-228,55	-17,06	≤ 0
Kore	<i>K23</i>	81,61	10,90	-2,02	-9,97	-1933,40	-20,92	-62,63	-98,42	-6,18	-17,34	≤ 0

Ek 4.4. Devam

		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	b_i
Lüksemburg	<i>K24</i>	81,81	17,60	-2,70	-4,83	-4162,40	-16,12	-197,13	-98,42	-72,46	-14,93	≤ 0
Macaristan	<i>K25</i>	75,51	11,00	-2,96	-6,68	-1488,40	-25,82	-61,23	-98,42	-29,76	-17,38	≤ 0
Meksika	<i>K26</i>	74,71	43,30	-1,97	-1,25	-817,40	-11,12	-96,23	-98,42	-288,73	-14,18	≤ 0
Norveç	<i>K27</i>	81,81	2,70	-4,16	-3,65	-5614,40	-15,32	-133,43	-93,42	-51,81	-17,75	≤ 0
Polonya	<i>K28</i>	77,21	2,00	-2,10	-6,28	-1239,40	-23,12	-49,83	-97,42	-65,05	-18,19	≤ 0
Portekiz	<i>K29</i>	80,81	5,50	-3,98	-3,09	-2293,40	-17,92	-109,23	-96,42	-21,82	-17,47	≤ 0
Slovakya	<i>K30</i>	76,51	4,60	-3,20	-5,59	-1768,40	-18,82	-57,33	-98,42	-32,82	-16,15	≤ 0
Slovenya	<i>K31</i>	80,51	1,00	-2,39	-4,22	-2274,40	-19,82	-123,13	-94,42	-68,84	-18,21	≤ 0
Şili	<i>K32</i>	79,01	18,20	-0,90	-1,86	-1302,40	-29,12	-47,23	-89,42	-88,94	-16,33	≤ 0
Türkiye	<i>K33</i>	74,91	16,40	-1,59	-2,34	-681,40	-23,12	-118,43	-95,42	-35,95	-16,26	≤ 0
Yeni Z.	<i>K34</i>	81,51	12,30	-2,61	-2,49	-3005,40	-15,82	-89,53	-91,42	-148,59	-17,90	≤ 0
Yunanistan	<i>K35</i>	81,01	2,00	-6,04	-4,52	-2120,40	-38,22	-116,23	-98,42	-32,48	-18,47	≤ 0

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \geq \varepsilon$$

$$u_1, u_2 \geq \varepsilon$$

$$\varepsilon = 10^{-10}$$

Ek 4.5. $\alpha=0,50$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Alt Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları

	Kısıt No	Girdi ve Çıktıların Ağırlıkları										Kısıt Durumu
		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	b_i
	<i>Maks.</i>	74,39	14,73	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>K1</i>	0	0	1,79	2,87	1029,06	24,25	125,88	96,39	49,44	16,54	$= 1$
ABD	<i>K2</i>	79,01	13,37	-2,37	-2,72	-8314,94	-13,75	-94,12	-91,61	-168,30	-17,13	≤ 0
Almanya	<i>K3</i>	81,21	5,27	-3,81	-8,13	-4553,94	-21,45	-77,42	-96,61	-34,76	-18,06	≤ 0
Avustralya	<i>K4</i>	82,31	5,87	-3,19	-3,54	-3726,94	-14,65	-91,12	-93,61	-123,20	-19,27	≤ 0
Avusturya	<i>K5</i>	81,21	1,97	-4,75	-7,46	-4388,94	-22,75	-143,02	-75,61	-66,63	-16,90	≤ 0
Belçika	<i>K6</i>	80,71	7,67	-2,91	-6,08	-4085,94	-20,05	-56,82	-95,61	-29,62	-18,77	≤ 0
Birleşik K.	<i>K7</i>	81,21	7,07	-2,71	-2,60	-3035,94	-19,55	-122,72	-92,61	-25,58	-16,24	≤ 0
Çek	<i>K8</i>	78,41	6,17	-3,54	-6,45	-1881,94	-22,45	-65,72	-97,61	-27,12	-17,96	≤ 0
Danimarka	<i>K9</i>	80,31	2,47	-3,40	-2,92	-4372,94	-20,45	-95,82	-89,61	-58,84	-19,33	≤ 0
Estonya	<i>K10</i>	76,71	7,77	-3,16	-5,32	-1303,94	-25,55	-68,12	-93,61	-116,65	-17,37	≤ 0
Finlandiya	<i>K11</i>	80,91	4,07	-2,82	-5,09	-3263,94	-16,55	-91,52	-96,61	-75,57	-19,56	≤ 0
Fransa	<i>K12</i>	82,31	6,77	-3,10	-6,13	-3905,94	-23,65	-107,12	-88,61	-44,91	-16,33	≤ 0
Hollanda	<i>K13</i>	81,41	4,07	-2,78	-4,45	-4941,94	-17,95	-158,92	-95,61	-27,63	-18,59	≤ 0
İrlanda	<i>K14</i>	81,21	3,47	-2,64	-2,56	-3523,94	-23,55	-128,32	-91,61	-20,36	-17,45	≤ 0
İspanya	<i>K15</i>	82,71	2,87	-3,61	-2,78	-2788,94	-23,45	-76,72	-96,61	-36,26	-17,52	≤ 0
İsrail	<i>K16</i>	82,01	5,97	-3,26	-2,89	-2190,94	-18,05	-105,62	-96,61	-16,99	-15,70	≤ 0
İsveç	<i>K17</i>	82,01	4,17	-3,84	-2,41	-4603,94	-12,35	-114,12	-96,61	-52,00	-19,14	≤ 0
İsviçre	<i>K18</i>	83,01	9,17	-3,97	-4,59	-6000,94	-19,95	-125,62	-92,61	-22,02	-17,18	≤ 0
İtalya	<i>K19</i>	82,51	2,77	-3,68	-3,21	-2997,94	-21,65	-137,82	-89,61	-29,47	-16,72	≤ 0
İzlanda	<i>K20</i>	83,21	0,67	-3,39	-3,05	-3386,94	-13,35	-118,12	-89,61	-49,33	-19,68	≤ 0
Japonya	<i>K21</i>	83,41	5,47	-2,21	-13,15	-3452,94	-20,25	-48,12	-95,61	-14,13	-16,14	≤ 0
Kanada	<i>K22</i>	81,71	5,47	-1,99	-2,47	-4164,94	-15,65	-126,22	-97,61	-231,24	-17,12	≤ 0
Kore	<i>K23</i>	81,51	10,57	-2,06	-10,08	-2002,94	-21,15	-64,12	-98,61	-8,87	-17,40	≤ 0

Ek 4.5. Devam

		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	b_i
Lüksemburg	<i>K24</i>	81,71	17,27	-2,74	-4,94	-4231,94	-16,35	-198,62	-98,61	-75,15	-14,99	≤ 0
Macaristan	<i>K25</i>	75,41	10,67	-3,00	-6,79	-1557,94	-26,05	-62,72	-98,61	-32,45	-17,44	≤ 0
Meksika	<i>K26</i>	74,61	42,97	-2,01	-1,36	-886,94	-11,35	-97,72	-98,61	-291,42	-14,24	≤ 0
Norveç	<i>K27</i>	81,71	2,37	-4,20	-3,76	-5683,94	-15,55	-134,92	-93,61	-54,50	-17,81	≤ 0
Polonya	<i>K28</i>	77,11	1,67	-2,14	-6,39	-1308,94	-23,35	-51,32	-97,61	-67,74	-18,25	≤ 0
Portekiz	<i>K29</i>	80,71	5,17	-4,02	-3,20	-2362,94	-18,15	-110,72	-96,61	-24,51	-17,53	≤ 0
Slovakya	<i>K30</i>	76,41	4,27	-3,24	-5,70	-1837,94	-19,05	-58,82	-98,61	-35,51	-16,21	≤ 0
Slovenya	<i>K31</i>	80,41	0,67	-2,43	-4,33	-2343,94	-20,05	-124,62	-94,61	-71,53	-18,27	≤ 0
Şili	<i>K32</i>	78,91	17,87	-0,94	-1,97	-1371,94	-29,35	-48,72	-89,61	-91,63	-16,39	≤ 0
Türkiye	<i>K33</i>	74,81	16,07	-1,63	-2,45	-750,94	-23,35	-119,92	-95,61	-38,64	-16,32	≤ 0
Yeni Z.	<i>K34</i>	81,41	11,97	-2,65	-2,60	-3074,94	-16,05	-91,02	-91,61	-151,28	-17,96	≤ 0
Yunanistan	<i>K35</i>	80,91	1,67	-6,08	-4,63	-2189,94	-38,45	-117,72	-98,61	-35,17	-18,53	≤ 0

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \geq \varepsilon$$

$$u_1, u_2 \geq \varepsilon$$

$$\varepsilon = 10^{-10}$$

Ek 4.6. $\alpha=0,50$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Üst Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları

	Kısıt No	Girdi ve Çıktıların Ağırlıkları										Kısıt Durumu
		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	
	<i>Maks.</i>	74,81	16,07	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>K1</i>	0	0	1,63	2,45	750,94	23,35	119,92	95,61	38,64	16,32	$= 1$
ABD	<i>K2</i>	79,01	13,37	-2,37	-2,72	-8314,94	-13,75	-94,12	-91,61	-168,30	-17,13	≤ 0
Almanya	<i>K3</i>	81,21	5,27	-3,81	-8,13	-4553,94	-21,45	-77,42	-96,61	-34,76	-18,06	≤ 0
Avustralya	<i>K4</i>	82,31	5,87	-3,19	-3,54	-3726,94	-14,65	-91,12	-93,61	-123,20	-19,27	≤ 0
Avusturya	<i>K5</i>	81,21	1,97	-4,75	-7,46	-4388,94	-22,75	-143,02	-75,61	-66,63	-16,90	≤ 0
Belçika	<i>K6</i>	80,71	7,67	-2,91	-6,08	-4085,94	-20,05	-56,82	-95,61	-29,62	-18,77	≤ 0
Birleşik K.	<i>K7</i>	81,21	7,07	-2,71	-2,60	-3035,94	-19,55	-122,72	-92,61	-25,58	-16,24	≤ 0
Çek	<i>K8</i>	78,41	6,17	-3,54	-6,45	-1881,94	-22,45	-65,72	-97,61	-27,12	-17,96	≤ 0
Danimarka	<i>K9</i>	80,31	2,47	-3,40	-2,92	-4372,94	-20,45	-95,82	-89,61	-58,84	-19,33	≤ 0
Estonya	<i>K10</i>	76,71	7,77	-3,16	-5,32	-1303,94	-25,55	-68,12	-93,61	-116,65	-17,37	≤ 0
Finlandiya	<i>K11</i>	80,91	4,07	-2,82	-5,09	-3263,94	-16,55	-91,52	-96,61	-75,57	-19,56	≤ 0
Fransa	<i>K12</i>	82,31	6,77	-3,10	-6,13	-3905,94	-23,65	-107,12	-88,61	-44,91	-16,33	≤ 0
Hollanda	<i>K13</i>	81,41	4,07	-2,78	-4,45	-4941,94	-17,95	-158,92	-95,61	-27,63	-18,59	≤ 0
İrlanda	<i>K14</i>	81,21	3,47	-2,64	-2,56	-3523,94	-23,55	-128,32	-91,61	-20,36	-17,45	≤ 0
İspanya	<i>K15</i>	82,71	2,87	-3,61	-2,78	-2788,94	-23,45	-76,72	-96,61	-36,26	-17,52	≤ 0
İsrail	<i>K16</i>	82,01	5,97	-3,26	-2,89	-2190,94	-18,05	-105,62	-96,61	-16,99	-15,70	≤ 0
İsveç	<i>K17</i>	82,01	4,17	-3,84	-2,41	-4603,94	-12,35	-114,12	-96,61	-52,00	-19,14	≤ 0
İsviçre	<i>K18</i>	83,01	9,17	-3,97	-4,59	-6000,94	-19,95	-125,62	-92,61	-22,02	-17,18	≤ 0
İtalya	<i>K19</i>	82,51	2,77	-3,68	-3,21	-2997,94	-21,65	-137,82	-89,61	-29,47	-16,72	≤ 0
İzlanda	<i>K20</i>	83,21	0,67	-3,39	-3,05	-3386,94	-13,35	-118,12	-89,61	-49,33	-19,68	≤ 0
Japonya	<i>K21</i>	83,41	5,47	-2,21	-13,15	-3452,94	-20,25	-48,12	-95,61	-14,13	-16,14	≤ 0
Kanada	<i>K22</i>	81,71	5,47	-1,99	-2,47	-4164,94	-15,65	-126,22	-97,61	-231,24	-17,12	≤ 0
Kore	<i>K23</i>	81,51	10,57	-2,06	-10,08	-2002,94	-21,15	-64,12	-98,61	-8,87	-17,40	≤ 0

Ek 4.6. Devam

		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	b_i
Lüksemburg	<i>K24</i>	81,71	17,27	-2,74	-4,94	-4231,94	-16,35	-198,62	-98,61	-75,15	-14,99	≤ 0
Macaristan	<i>K25</i>	75,41	10,67	-3,00	-6,79	-1557,94	-26,05	-62,72	-98,61	-32,45	-17,44	≤ 0
Meksika	<i>K26</i>	74,61	42,97	-2,01	-1,36	-886,94	-11,35	-97,72	-98,61	-291,42	-14,24	≤ 0
Norveç	<i>K27</i>	81,71	2,37	-4,20	-3,76	-5683,94	-15,55	-134,92	-93,61	-54,50	-17,81	≤ 0
Polonya	<i>K28</i>	77,11	1,67	-2,14	-6,39	-1308,94	-23,35	-51,32	-97,61	-67,74	-18,25	≤ 0
Portekiz	<i>K29</i>	80,71	5,17	-4,02	-3,20	-2362,94	-18,15	-110,72	-96,61	-24,51	-17,53	≤ 0
Slovakya	<i>K30</i>	76,41	4,27	-3,24	-5,70	-1837,94	-19,05	-58,82	-98,61	-35,51	-16,21	≤ 0
Slovenya	<i>K31</i>	80,41	0,67	-2,43	-4,33	-2343,94	-20,05	-124,62	-94,61	-71,53	-18,27	≤ 0
Şili	<i>K32</i>	78,91	17,87	-0,94	-1,97	-1371,94	-29,35	-48,72	-89,61	-91,63	-16,39	≤ 0
Türkiye	<i>K33</i>	74,81	16,07	-1,63	-2,45	-750,94	-23,35	-119,92	-95,61	-38,64	-16,32	≤ 0
Yeni Z.	<i>K34</i>	81,41	11,97	-2,65	-2,60	-3074,94	-16,05	-91,02	-91,61	-151,28	-17,96	≤ 0
Yunanistan	<i>K35</i>	80,91	1,67	-6,08	-4,63	-2189,94	-38,45	-117,72	-98,61	-35,17	-18,53	≤ 0

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \geq \varepsilon$$

$$u_1, u_2 \geq \varepsilon$$

$$\varepsilon = 10^{-10}$$

Ek 4.7. $\alpha=0,75$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Alt Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları

	Kısıt No	Girdi ve Çıktıların Ağırlıkları										Kısıt Durumu
		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	
	<i>Maks.</i>	74,50	15,07	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>K1</i>	0	0	1,75	2,77	959,53	24,03	124,39	96,19	46,74	16,49	$= 1$
ABD	<i>K2</i>	78,90	13,03	-2,41	-2,82	-8384,47	-13,97	-95,61	-91,81	-171,00	-17,18	≤ 0
Almanya	<i>K3</i>	81,10	4,93	-3,85	-8,23	-4623,47	-21,67	-78,91	-96,81	-37,46	-18,11	≤ 0
Avustralya	<i>K4</i>	82,20	5,53	-3,23	-3,64	-3796,47	-14,87	-92,61	-93,81	-125,90	-19,32	≤ 0
Avusturya	<i>K5</i>	81,10	1,63	-4,79	-7,56	-4458,47	-22,97	-144,51	-75,81	-69,33	-16,95	≤ 0
Belçika	<i>K6</i>	80,60	7,33	-2,95	-6,18	-4155,47	-20,27	-58,31	-95,81	-32,32	-18,82	≤ 0
Birleşik K.	<i>K7</i>	81,10	6,73	-2,75	-2,70	-3105,47	-19,77	-124,21	-92,81	-28,28	-16,29	≤ 0
Çek	<i>K8</i>	78,30	5,83	-3,58	-6,55	-1951,47	-22,67	-67,21	-97,81	-29,82	-18,01	≤ 0
Danimarka	<i>K9</i>	80,20	2,13	-3,44	-3,02	-4442,47	-20,67	-97,31	-89,81	-61,54	-19,38	≤ 0
Estonya	<i>K10</i>	76,60	7,43	-3,20	-5,42	-1373,47	-25,77	-69,61	-93,81	-119,35	-17,42	≤ 0
Finlandiya	<i>K11</i>	80,80	3,73	-2,86	-5,19	-3333,47	-16,77	-93,01	-96,81	-78,27	-19,61	≤ 0
Fransa	<i>K12</i>	82,20	6,43	-3,14	-6,23	-3975,47	-23,87	-108,61	-88,81	-47,61	-16,38	≤ 0
Hollanda	<i>K13</i>	81,30	3,73	-2,82	-4,55	-5011,47	-18,17	-160,41	-95,81	-30,33	-18,64	≤ 0
İrlanda	<i>K14</i>	81,10	3,13	-2,68	-2,66	-3593,47	-23,77	-129,81	-91,81	-23,06	-17,50	≤ 0
İspanya	<i>K15</i>	82,60	2,53	-3,65	-2,88	-2858,47	-23,67	-78,21	-96,81	-38,96	-17,57	≤ 0
İsrail	<i>K16</i>	81,90	5,63	-3,30	-2,99	-2260,47	-18,27	-107,11	-96,81	-19,69	-15,75	≤ 0
İsveç	<i>K17</i>	81,90	3,83	-3,88	-2,51	-4673,47	-12,57	-115,61	-96,81	-54,70	-19,19	≤ 0
İsviçre	<i>K18</i>	82,90	8,83	-4,01	-4,69	-6070,47	-20,17	-127,11	-92,81	-24,72	-17,23	≤ 0
İtalya	<i>K19</i>	82,40	2,43	-3,72	-3,31	-3067,47	-21,87	-139,31	-89,81	-32,17	-16,77	≤ 0
İzlanda	<i>K20</i>	83,10	0,33	-3,43	-3,15	-3456,47	-13,57	-119,61	-89,81	-52,03	-19,73	≤ 0
Japonya	<i>K21</i>	83,30	5,13	-2,26	-13,25	-3522,47	-20,47	-49,61	-95,81	-16,83	-16,19	≤ 0
Kanada	<i>K22</i>	81,60	5,13	-2,03	-2,57	-4234,47	-15,87	-127,71	-97,81	-233,94	-17,17	≤ 0
Kore	<i>K23</i>	81,40	10,23	-2,10	-10,18	-2072,47	-21,37	-65,61	-98,81	-11,57	-17,45	≤ 0

Ek 4.7. Devam

		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	b_i
Lüksemburg	<i>K24</i>	81,60	16,93	-2,78	-5,04	-4301,47	-16,57	-200,11	-98,81	-77,85	-15,04	≤ 0
Macaristan	<i>K25</i>	75,30	10,33	-3,04	-6,89	-1627,47	-26,27	-64,21	-98,81	-35,15	-17,49	≤ 0
Meksika	<i>K26</i>	74,50	42,63	-2,05	-1,46	-956,47	-11,57	-99,21	-98,81	-294,12	-14,29	≤ 0
Norveç	<i>K27</i>	81,60	2,03	-4,24	-3,86	-5753,47	-15,77	-136,41	-93,81	-57,20	-17,86	≤ 0
Polonya	<i>K28</i>	77,00	1,33	-2,18	-6,49	-1378,47	-23,57	-52,81	-97,81	-70,44	-18,30	≤ 0
Portekiz	<i>K29</i>	80,60	4,83	-4,06	-3,30	-2432,47	-18,37	-112,21	-96,81	-27,21	-17,58	≤ 0
Slovakya	<i>K30</i>	76,30	3,93	-3,28	-5,80	-1907,47	-19,27	-60,31	-98,81	-38,21	-16,26	≤ 0
Slovenya	<i>K31</i>	80,30	0,33	-2,47	-4,43	-2413,47	-20,27	-126,11	-94,81	-74,23	-18,32	≤ 0
Şili	<i>K32</i>	78,80	17,53	-0,98	-2,07	-1441,47	-29,57	-50,21	-89,81	-94,33	-16,44	≤ 0
Türkiye	<i>K33</i>	74,70	15,73	-1,67	-2,55	-820,47	-23,57	-121,41	-95,81	-41,34	-16,37	≤ 0
Yeni Z.	<i>K34</i>	81,30	11,63	-2,69	-2,70	-3144,47	-16,27	-92,51	-91,81	-153,98	-18,01	≤ 0
Yunanistan	<i>K35</i>	80,80	1,33	-6,13	-4,73	-2259,47	-38,67	-119,21	-98,81	-37,87	-18,58	≤ 0

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \geq \varepsilon$$

$$u_1, u_2 \geq \varepsilon$$

$$\varepsilon = 10^{-10}$$

Ek 4.8. $\alpha=0,75$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Üst Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları

	Kısıt No	Girdi ve Çıktıların Ağırlıkları										Kısıt Durumu
		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	
	<i>Maks.</i>	74,70	15,73	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>K1</i>	0	0	1,67	2,55	820,47	23,57	121,41	95,81	41,34	16,37	$= 1$
ABD	<i>K2</i>	78,90	13,03	-2,41	-2,82	-8384,47	-13,97	-95,61	-91,81	-171,00	-17,18	≤ 0
Almanya	<i>K3</i>	81,10	4,93	-3,85	-8,23	-4623,47	-21,67	-78,91	-96,81	-37,46	-18,11	≤ 0
Avustralya	<i>K4</i>	82,20	5,53	-3,23	-3,64	-3796,47	-14,87	-92,61	-93,81	-125,90	-19,32	≤ 0
Avusturya	<i>K5</i>	81,10	1,63	-4,79	-7,56	-4458,47	-22,97	-144,51	-75,81	-69,33	-16,95	≤ 0
Belçika	<i>K6</i>	80,60	7,33	-2,95	-6,18	-4155,47	-20,27	-58,31	-95,81	-32,32	-18,82	≤ 0
Birleşik K.	<i>K7</i>	81,10	6,73	-2,75	-2,70	-3105,47	-19,77	-124,21	-92,81	-28,28	-16,29	≤ 0
Çek	<i>K8</i>	78,30	5,83	-3,58	-6,55	-1951,47	-22,67	-67,21	-97,81	-29,82	-18,01	≤ 0
Danimarka	<i>K9</i>	80,20	2,13	-3,44	-3,02	-4442,47	-20,67	-97,31	-89,81	-61,54	-19,38	≤ 0
Estonya	<i>K10</i>	76,60	7,43	-3,20	-5,42	-1373,47	-25,77	-69,61	-93,81	-119,35	-17,42	≤ 0
Finlandiya	<i>K11</i>	80,80	3,73	-2,86	-5,19	-3333,47	-16,77	-93,01	-96,81	-78,27	-19,61	≤ 0
Fransa	<i>K12</i>	82,20	6,43	-3,14	-6,23	-3975,47	-23,87	-108,61	-88,81	-47,61	-16,38	≤ 0
Hollanda	<i>K13</i>	81,30	3,73	-2,82	-4,55	-5011,47	-18,17	-160,41	-95,81	-30,33	-18,64	≤ 0
İrlanda	<i>K14</i>	81,10	3,13	-2,68	-2,66	-3593,47	-23,77	-129,81	-91,81	-23,06	-17,50	≤ 0
İspanya	<i>K15</i>	82,60	2,53	-3,65	-2,88	-2858,47	-23,67	-78,21	-96,81	-38,96	-17,57	≤ 0
İsrail	<i>K16</i>	81,90	5,63	-3,30	-2,99	-2260,47	-18,27	-107,11	-96,81	-19,69	-15,75	≤ 0
İsveç	<i>K17</i>	81,90	3,83	-3,88	-2,51	-4673,47	-12,57	-115,61	-96,81	-54,70	-19,19	≤ 0
İsviçre	<i>K18</i>	82,90	8,83	-4,01	-4,69	-6070,47	-20,17	-127,11	-92,81	-24,72	-17,23	≤ 0
İtalya	<i>K19</i>	82,40	2,43	-3,72	-3,31	-3067,47	-21,87	-139,31	-89,81	-32,17	-16,77	≤ 0
İzlanda	<i>K20</i>	83,10	0,33	-3,43	-3,15	-3456,47	-13,57	-119,61	-89,81	-52,03	-19,73	≤ 0
Japonya	<i>K21</i>	83,30	5,13	-2,26	-13,25	-3522,47	-20,47	-49,61	-95,81	-16,83	-16,19	≤ 0
Kanada	<i>K22</i>	81,60	5,13	-2,03	-2,57	-4234,47	-15,87	-127,71	-97,81	-233,94	-17,17	≤ 0
Kore	<i>K23</i>	81,40	10,23	-2,10	-10,18	-2072,47	-21,37	-65,61	-98,81	-11,57	-17,45	≤ 0

Ek 4.8. Devam

		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	b_i
Lüksemburg	<i>K24</i>	81,60	16,93	-2,78	-5,04	-4301,47	-16,57	-200,11	-98,81	-77,85	-15,04	≤ 0
Macaristan	<i>K25</i>	75,30	10,33	-3,04	-6,89	-1627,47	-26,27	-64,21	-98,81	-35,15	-17,49	≤ 0
Meksika	<i>K26</i>	74,50	42,63	-2,05	-1,46	-956,47	-11,57	-99,21	-98,81	-294,12	-14,29	≤ 0
Norveç	<i>K27</i>	81,60	2,03	-4,24	-3,86	-5753,47	-15,77	-136,41	-93,81	-57,20	-17,86	≤ 0
Polonya	<i>K28</i>	77,00	1,33	-2,18	-6,49	-1378,47	-23,57	-52,81	-97,81	-70,44	-18,30	≤ 0
Portekiz	<i>K29</i>	80,60	4,83	-4,06	-3,30	-2432,47	-18,37	-112,21	-96,81	-27,21	-17,58	≤ 0
Slovakya	<i>K30</i>	76,30	3,93	-3,28	-5,80	-1907,47	-19,27	-60,31	-98,81	-38,21	-16,26	≤ 0
Slovenya	<i>K31</i>	80,30	0,33	-2,47	-4,43	-2413,47	-20,27	-126,11	-94,81	-74,23	-18,32	≤ 0
Şili	<i>K32</i>	78,80	17,53	-0,98	-2,07	-1441,47	-29,57	-50,21	-89,81	-94,33	-16,44	≤ 0
Türkiye	<i>K33</i>	74,70	15,73	-1,67	-2,55	-820,47	-23,57	-121,41	-95,81	-41,34	-16,37	≤ 0
Yeni Z.	<i>K34</i>	81,30	11,63	-2,69	-2,70	-3144,47	-16,27	-92,51	-91,81	-153,98	-18,01	≤ 0
Yunanistan	<i>K35</i>	80,80	1,33	-6,13	-4,73	-2259,47	-38,67	-119,21	-98,81	-37,87	-18,58	≤ 0

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \geq \varepsilon$$

$$u_1, u_2 \geq \varepsilon$$

$$\varepsilon = 10^{-10}$$

Ek 4.9. $\alpha=1$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Alt Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları

	Kısıt No	Girdi ve Çıktıların Ağırlıkları										Kısıt Durumu
		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	
	<i>Maks.</i>	74,60	15,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	<i>K1</i>	0,00	0,00	1,71	2,66	890,00	23,80	122,90	96,00	44,04	16,43	$= 1$
ABD	<i>K2</i>	78,80	12,70	-2,45	-2,93	-8454,00	-14,20	-97,10	-92,00	-173,70	-17,24	≤ 0
Almanya	<i>K3</i>	81,00	4,60	-3,89	-8,34	-4693,00	-21,90	-80,40	-97,00	-40,16	-18,17	≤ 0
Avustralya	<i>K4</i>	82,10	5,20	-3,27	-3,75	-3866,00	-15,10	-94,10	-94,00	-128,60	-19,38	≤ 0
Avusturya	<i>K5</i>	81,00	1,30	-4,83	-7,67	-4528,00	-23,20	-146,00	-76,00	-72,03	-17,01	≤ 0
Belçika	<i>K6</i>	80,50	7,00	-2,99	-6,29	-4225,00	-20,50	-59,80	-96,00	-35,02	-18,88	≤ 0
Birleşik K.	<i>K7</i>	81,00	6,40	-2,79	-2,81	-3175,00	-20,00	-125,70	-93,00	-30,98	-16,35	≤ 0
Çek	<i>K8</i>	78,20	5,50	-3,62	-6,66	-2021,00	-22,90	-68,70	-98,00	-32,52	-18,07	≤ 0
Danimarka	<i>K9</i>	80,10	1,80	-3,49	-3,13	-4512,00	-20,90	-98,80	-90,00	-64,24	-19,44	≤ 0
Estonya	<i>K10</i>	76,50	7,10	-3,24	-5,53	-1443,00	-26,00	-71,10	-94,00	-122,05	-17,48	≤ 0
Finlandiya	<i>K11</i>	80,70	3,40	-2,91	-5,30	-3403,00	-17,00	-94,50	-97,00	-80,97	-19,67	≤ 0
Fransa	<i>K12</i>	82,10	6,10	-3,18	-6,34	-4045,00	-24,10	-110,10	-89,00	-50,31	-16,44	≤ 0
Hollanda	<i>K13</i>	81,20	3,40	-2,86	-4,66	-5081,00	-18,40	-161,90	-96,00	-33,03	-18,70	≤ 0
İrlanda	<i>K14</i>	81,00	2,80	-2,72	-2,77	-3663,00	-24,00	-131,30	-92,00	-25,76	-17,56	≤ 0
İspanya	<i>K15</i>	82,50	2,20	-3,70	-2,99	-2928,00	-23,90	-79,70	-97,00	-41,66	-17,63	≤ 0
İsrail	<i>K16</i>	81,80	5,30	-3,34	-3,10	-2330,00	-18,50	-108,60	-97,00	-22,39	-15,81	≤ 0
İsveç	<i>K17</i>	81,80	3,50	-3,93	-2,62	-4743,00	-12,80	-117,10	-97,00	-57,40	-19,25	≤ 0
İsviçre	<i>K18</i>	82,80	8,50	-4,05	-4,80	-6140,00	-20,40	-128,60	-93,00	-27,42	-17,29	≤ 0
İtalya	<i>K19</i>	82,30	2,10	-3,76	-3,42	-3137,00	-22,10	-140,80	-90,00	-34,87	-16,83	≤ 0
İzlanda	<i>K20</i>	83,00	0,00	-3,48	-3,26	-3526,00	-13,80	-121,10	-90,00	-54,73	-19,79	≤ 0
Japonya	<i>K21</i>	83,20	4,80	-2,30	-13,36	-3592,00	-20,70	-51,10	-96,00	-19,53	-16,25	≤ 0
Kanada	<i>K22</i>	81,50	4,80	-2,07	-2,68	-4304,00	-16,10	-129,20	-98,00	-236,64	-17,23	≤ 0
Kore	<i>K23</i>	81,30	9,90	-2,14	-10,29	-2142,00	-21,60	-67,10	-99,00	-14,27	-17,51	≤ 0

Ek 4.9. Devam

		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	b_i
Lüksemburg	<i>K24</i>	81,50	16,60	-2,82	-5,15	-4371,00	-16,80	-201,60	-99,00	-80,55	-15,10	≤ 0
Macaristan	<i>K25</i>	75,20	10,00	-3,08	-7,00	-1697,00	-26,50	-65,70	-99,00	-37,85	-17,55	≤ 0
Meksika	<i>K26</i>	74,40	42,30	-2,10	-1,57	-1026,00	-11,80	-100,70	-99,00	-296,82	-14,35	≤ 0
Norveç	<i>K27</i>	81,50	1,70	-4,28	-3,97	-5823,00	-16,00	-137,90	-94,00	-59,90	-17,92	≤ 0
Polonya	<i>K28</i>	76,90	1,00	-2,22	-6,60	-1448,00	-23,80	-54,30	-98,00	-73,14	-18,36	≤ 0
Portekiz	<i>K29</i>	80,50	4,50	-4,10	-3,41	-2502,00	-18,60	-113,70	-97,00	-29,91	-17,64	≤ 0
Slovakya	<i>K30</i>	76,20	3,60	-3,32	-5,91	-1977,00	-19,50	-61,80	-99,00	-40,91	-16,32	≤ 0
Slovenya	<i>K31</i>	80,20	0,00	-2,52	-4,54	-2483,00	-20,50	-127,60	-95,00	-76,93	-18,38	≤ 0
Şili	<i>K32</i>	78,70	17,20	-1,03	-2,18	-1511,00	-29,80	-51,70	-90,00	-97,03	-16,50	≤ 0
Türkiye	<i>K33</i>	74,60	15,40	-1,71	-2,66	-890,00	-23,80	-122,90	-96,00	-44,04	-16,43	≤ 0
Yeni Z.	<i>K34</i>	81,20	11,30	-2,74	-2,81	-3214,00	-16,50	-94,00	-92,00	-156,68	-18,07	≤ 0
Yunanistan	<i>K35</i>	80,70	1,00	-6,17	-4,84	-2329,00	-38,90	-120,70	-99,00	-40,57	-18,64	≤ 0

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \geq \varepsilon$$

$$u_1, u_2 \geq \varepsilon$$

$$\varepsilon = 10^{-10}$$

Ek 4.10. $\alpha=1$ Kesim Düzeyinde Türkiye'nin Üst Sınır Etkinliğini Veren Bulanık VZA Modeli ve Ağırlıkları

	Kısıt No	Girdi ve Çıktıların Ağırlıkları										Kısıt Durumu
		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	
	<i>Maks.</i>	74,60	15,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	<i>K1</i>	0,00	0,00	1,71	2,66	890,00	23,80	122,90	96,00	44,04	16,43	$= 1$
ABD	<i>K2</i>	78,80	12,70	-2,45	-2,93	-8454,00	-14,20	-97,10	-92,00	-173,70	-17,24	≤ 0
Almanya	<i>K3</i>	81,00	4,60	-3,89	-8,34	-4693,00	-21,90	-80,40	-97,00	-40,16	-18,17	≤ 0
Avustralya	<i>K4</i>	82,10	5,20	-3,27	-3,75	-3866,00	-15,10	-94,10	-94,00	-128,60	-19,38	≤ 0
Avusturya	<i>K5</i>	81,00	1,30	-4,83	-7,67	-4528,00	-23,20	-146,00	-76,00	-72,03	-17,01	≤ 0
Belçika	<i>K6</i>	80,50	7,00	-2,99	-6,29	-4225,00	-20,50	-59,80	-96,00	-35,02	-18,88	≤ 0
Birleşik K.	<i>K7</i>	81,00	6,40	-2,79	-2,81	-3175,00	-20,00	-125,70	-93,00	-30,98	-16,35	≤ 0
Çek	<i>K8</i>	78,20	5,50	-3,62	-6,66	-2021,00	-22,90	-68,70	-98,00	-32,52	-18,07	≤ 0
Danimarka	<i>K9</i>	80,10	1,80	-3,49	-3,13	-4512,00	-20,90	-98,80	-90,00	-64,24	-19,44	≤ 0
Estonya	<i>K10</i>	76,50	7,10	-3,24	-5,53	-1443,00	-26,00	-71,10	-94,00	-122,05	-17,48	≤ 0
Finlandiya	<i>K11</i>	80,70	3,40	-2,91	-5,30	-3403,00	-17,00	-94,50	-97,00	-80,97	-19,67	≤ 0
Fransa	<i>K12</i>	82,10	6,10	-3,18	-6,34	-4045,00	-24,10	-110,10	-89,00	-50,31	-16,44	≤ 0
Hollanda	<i>K13</i>	81,20	3,40	-2,86	-4,66	-5081,00	-18,40	-161,90	-96,00	-33,03	-18,70	≤ 0
İrlanda	<i>K14</i>	81,00	2,80	-2,72	-2,77	-3663,00	-24,00	-131,30	-92,00	-25,76	-17,56	≤ 0
İspanya	<i>K15</i>	82,50	2,20	-3,70	-2,99	-2928,00	-23,90	-79,70	-97,00	-41,66	-17,63	≤ 0
İsrail	<i>K16</i>	81,80	5,30	-3,34	-3,10	-2330,00	-18,50	-108,60	-97,00	-22,39	-15,81	≤ 0
İsveç	<i>K17</i>	81,80	3,50	-3,93	-2,62	-4743,00	-12,80	-117,10	-97,00	-57,40	-19,25	≤ 0
İsviçre	<i>K18</i>	82,80	8,50	-4,05	-4,80	-6140,00	-20,40	-128,60	-93,00	-27,42	-17,29	≤ 0
İtalya	<i>K19</i>	82,30	2,10	-3,76	-3,42	-3137,00	-22,10	-140,80	-90,00	-34,87	-16,83	≤ 0
İzlanda	<i>K20</i>	83,00	0,00	-3,48	-3,26	-3526,00	-13,80	-121,10	-90,00	-54,73	-19,79	≤ 0
Japonya	<i>K21</i>	83,20	4,80	-2,30	-13,36	-3592,00	-20,70	-51,10	-96,00	-19,53	-16,25	≤ 0
Kanada	<i>K22</i>	81,50	4,80	-2,07	-2,68	-4304,00	-16,10	-129,20	-98,00	-236,64	-17,23	≤ 0
Kore	<i>K23</i>	81,30	9,90	-2,14	-10,29	-2142,00	-21,60	-67,10	-99,00	-14,27	-17,51	≤ 0

Ek 4.10. Devam

		u_1	u_2	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	b_i
Lüksemburg	<i>K24</i>	81,50	16,60	-2,82	-5,15	-4371,00	-16,80	-201,60	-99,00	-80,55	-15,10	≤ 0
Macaristan	<i>K25</i>	75,20	10,00	-3,08	-7,00	-1697,00	-26,50	-65,70	-99,00	-37,85	-17,55	≤ 0
Meksika	<i>K26</i>	74,40	42,30	-2,10	-1,57	-1026,00	-11,80	-100,70	-99,00	-296,82	-14,35	≤ 0
Norveç	<i>K27</i>	81,50	1,70	-4,28	-3,97	-5823,00	-16,00	-137,90	-94,00	-59,90	-17,92	≤ 0
Polonya	<i>K28</i>	76,90	1,00	-2,22	-6,60	-1448,00	-23,80	-54,30	-98,00	-73,14	-18,36	≤ 0
Portekiz	<i>K29</i>	80,50	4,50	-4,10	-3,41	-2502,00	-18,60	-113,70	-97,00	-29,91	-17,64	≤ 0
Slovakya	<i>K30</i>	76,20	3,60	-3,32	-5,91	-1977,00	-19,50	-61,80	-99,00	-40,91	-16,32	≤ 0
Slovenya	<i>K31</i>	80,20	0,00	-2,52	-4,54	-2483,00	-20,50	-127,60	-95,00	-76,93	-18,38	≤ 0
Şili	<i>K32</i>	78,70	17,20	-1,03	-2,18	-1511,00	-29,80	-51,70	-90,00	-97,03	-16,50	≤ 0
Türkiye	<i>K33</i>	74,60	15,40	-1,71	-2,66	-890,00	-23,80	-122,90	-96,00	-44,04	-16,43	≤ 0
Yeni Z.	<i>K34</i>	81,20	11,30	-2,74	-2,81	-3214,00	-16,50	-94,00	-92,00	-156,68	-18,07	≤ 0
Yunanistan	<i>K35</i>	80,70	1,00	-6,17	-4,84	-2329,00	-38,90	-120,70	-99,00	-40,57	-18,64	≤ 0

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \geq \varepsilon$$

$$u_1, u_2 \geq \varepsilon$$

$$\varepsilon = 10^{-10}$$

Kaynakça

- Adang, E. M. ve Borm, G. F. (2007). Is there an association between economic performance and public satisfaction in health care?. *The European Journal of Health Economics*, 8 (3), 279-285.
- Afonso, A. ve Aubyn, M. St. (2005). Non-parametric approaches to education and health efficiency in OECD countries. *Journal of Applied Economics*, 8 (2), 227-246.
- Afonso, A. ve Aubyn, M. St. (2007). Assessing health efficiency across countries with a two-step and bootstrap analysis. *Workshop "Evaluation and efficiency of public policies"*. Luxembourg.
- Afsharina, A.; Bagherpour, M. ve Farahmand, K. (2013). Efficiency measurement of clinical units using integrated Independent Component Analysis - DEA model under fuzzy conditions. *International Journal of Hospital Research*, 2 (3), 108-117.
- Akar, S. (2014). Türkiye’de sağlık harcamaları, sağlık harcamalarının nisbi fiyatı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 311-322.
- Akat, Y. (2007). Ülkelerin askeri benzerliklerine göre kümeleme analizi yardımıyla sınıflandırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Akdur, R. (2006). *Sağlık sektörü "temel kavramlar Türkiye ve Avrupa Birliğinde Durum ve Türkiye'nin Birliğe Uyumunu"*. ATAUM Araştırma Dizisi No: 25, Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Akgüç, Ö. (1995). *Mali tablolar analizi*. İstanbul: Muhasebe Enstitüsü Eğitim ve Araştırma Vakfı Yayınları, Yayın No: 16.
- Aksoy, İ. (2014). Klasik ve bulanık veri zarflama analizi yardımı ile ülkelerin sağlık etkinliklerinin karşılaştırılması ve verilerin bulanıklaştırılmasına alternatif yöntem arayışı. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Muğla: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

- Akyüz, M. H. (2005). Une approche floue d'analyse d'enveloppement des donnees au probleme de selection de fournisseur. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Galatasaray Üniversitesi.
- Akyüz, K. C.; Çamur, G. ve Yıldırım, İ. (2015a). Mobilya ve levha sektöründe veri zarflama analizi yardımıyla etkinlik ölçümü. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 16 (1), 50-59.
- Akyüz, K. C.; Yıldırım, İ. ve Balaban, Y. (2015b). Kağıt sektöründe yer alan firmaların veri zarflama analizi yardımıyla etkinliklerinin ölçümü. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 14, 23-38.
- Alamin, T. H. M. ve Yassin, A. A. (2015). Measuring hospitals efficiency using data envelopment analysis tool: study on governmental hospitals services at Ministry of Health–Khartoum State 2012. *International Journal of Science and Research*, 4 (2), 1586-1592.
- Alexander, C. A.; Busch, G. ve Stringer, K. (2003). Implementing and interpreting a data envelopment analysis model to assess the efficiency of health systems in developing countries. *Journal of Management Mathematics*, 14 (1), 49-63.
- Alonso, J. M.; Clifton, J. ve Diaz-Fuentes, D. (2015). The impact of new public management on efficiency: an analysis of Madrid's hospitals. *Health Policy*, 119, 333-340.
- Alpar, R. (2011). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemler*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Al-Shammari, M. ve Salimi, A. (1998). Modeling the operating efficiency of banks: a nonparametric methodology. *Logistics Information Management*, 11 (1), 5-17.
- Altınel, F. (2012). An empirical study on fuzzy c-means clustering for Turkish banking system. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Middle East Technical University.
- Altıntaş, T. (2012). Türkiye ve Avrupa Birliği'ne üye ülkelerin sağlık göstergeleri açısından çok değişkenli istatistik yöntemlerle karşılaştırılması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- Altun, D. (2006). Türk Telekomünikasyon A.Ş. il telekom müdürlüklerinin veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.

- Altunal, S. (2006). Bulanık veri zarflama analizi üzerine bir araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Anderson, G.; Hurst, J.; Hussey, P. S. ve Hughes, M. J. (2000). Health spending and outcomes: trends in OECD countries, 1960-1998. *Health Affairs*, 19 (3), 150-157.
- Angiz, M. Z.; Emrouznejad, A. ve Mustafa, A. (2012). Fuzzy data envelopment analysis: a discrete approach. *Expert Systems with Applications*, 39, 2263-2269.
- Apaydın, A. ve Güneş, T. (2007). Bulanık veri zarflama analizi tekniği ile Türkiye’de birinci derece kalkınma öncelikli yörelerin etkinliklerinin ölçülmesi, 5. *İstatistik Kongresi*. Antalya, ss. 134-135.
- Arıcan, E.; Tanınmış Yücememiş, B.; Erdilek Karabay, M. ve Işıl, G. (2011). *Türk bankacılık sektöründe ölçek ekonomileri, pazar hakimiyeti ve rekabet gücü, maliyet etkinliği ve ölçek ekonomilerine ilişkin ekonometrik bir uygulama*. İstanbul: Türkiye Bankalar Birliği Yayınları, Yayın No: 278.
- Arıç, K. H., Erilli, N. A. ve Erkekoğlu, H. (2014). Testing of APEC countries’ competitiveness dynamics through fuzzy clustering analysis and some findings. *Ege Akademik Bakış*, 14 (3), 441-450.
- Aristovnik, A. (2015). Efficiency of the healthcare sector in the EU-28 at the regional level. *Joint International Conference 2015*. Bari, Italy: Managing Intellectual Capital and Innovation For Sustainable And Inclusive Society, ss. 615-623.
- Arslan, A. (2002). Kamu harcamalarında verimlilik, etkinlik ve denetim. *Maliye Dergisi*, 140, 1-14.
- Artut, A. (2013). İktisadi ve idari bilimler fakültelerinin bulanık veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi.
- Atakan, N.; Çoşkun, A. ve Sonuvar, S. M. (1997). *Performans denetimi Pakistan sayıştayı uygulaması*. Ankara: T.C. Sayıştay 135. Kuruluş Yıldönümü Yayınları.
- Atalay, A. ve Tortum, A. (2010). Türkiye’deki illerin 1997-2006 yılları arası trafik kazalarına göre kümeleme analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16 (3), 335-343.
- Ateş, M. (2012). Sağlık hizmetleri. *Sağlık işletmeciliği* (Ed: M. Ateş). İstanbul: Beta Yayınları, ss.1-24.

- Atmaca, E.; Turan, F.; Kartal, G. ve Çiğdem, E. S. (2012). Ankara ili özel hastanelerinin veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 135-153.
- Auster, R.; Leveson, I. ve Sarachek, D. (1972). The production of health, an exploratory study. *Essays in the economics of health and medical care*. (Ed: V. R. Fuchs). New York: National Bureau of Economic Research, ss. 135-158. <http://www.nber.org/chapters/c3454> (Erişim tarihi: 14.10.2015).
- Avcı, M. A. ve Kaya, A. (2008). Geçiş ekonomileri ve Türk tarım sektöründe etkinlik ve toplam faktör verimliliği analizi (1992-2004). *Ege Akademik Bakış*, 8 (2), 843-860.
- 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, 40-62.
- Aydemir, Z. C. (2002). Bölgesel rekabet edebilirlik kapsamında illerin kaynak kullanım görece verimlilikleri: veri zarflama analizi uygulaması. Devlet Planlama Teşkilatı Uzmanlık Tezi. Yayın No: DPT: 2664.
- Aydın, N. ve Zortuk, M. (2014). Measuring efficiency of foreign direct investment in selected transition economies with fuzzy data envelopment analysis. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 48 (3), 273-286.
- Aydın, S. ve Mollahaliloğlu, S. (2013). Uluslararası sağlık kuruluşları ve Türkiye ilişkileri. *Hastane yönetimi* (Ed: H. Sur ve T. Palteki). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, ss.1093-1112.
- Ayrıçay, Y. ve Özçalıcı, M. (2014). 1997-2012 yılları arasında Türkiye’de veri zarflama analizi ile ilgili yayınlanan akademik çalışmalar. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4 (1), 245-278.
- Aytekin, S. (2011). Yatak işgal oranı düşük olan Sağlık Bakanlığı hastanelerinin performans ölçümü: bir veri zarflama analizi uygulaması. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, XXX (1), 113-138.
- Azadeh, A.; Fam, I. M. ve Nazifkar, N. (2010). The evaluation and improvement of safety behaviors among contractors of a large steel manufacturing company by fuzzy data envelopment analysis. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 33 (6), 823-832.

- Azadeh, A.; Sheikhalishahi, M.; Khalili, S. M. ve Firoozi, M. (2014). An integrated fuzzy simulation – fuzzy data envelopment analysis approach for optimum maintenance planning. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 27 (2), 181–199.
- Azizi, H. (2014). A note on “supplier selection by the new AR-IDEA model”. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71, 711-716.
- Bal, V. (2010). Bilgi sistemlerinin sağlık işletmeleri performansına etkilerinin veri zarflama analizi ile ölçümü: Türkiye’deki devlet hastanelerinde bir araştırma. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Bal, V. (2013). Veri zarflama analizi ile tıbbi görüntü, arşiv ve iletişim sistemlerinin devlet hastaneleri performansına etkilerinin araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17, 31-50.
- Bal, V. ve Bilge, H. (2013). Eğitim ve araştırma hastanelerinde veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2 (2), 1-14.
- Balkan, H. (2011). Determining the relative efficiency of the shock markets by classical and fuzzy data envelopment analysis. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi.
- Baş, İ. M. ve Artar, A. (1991). *İşletmelerde verimlilik denetimi – ölçme ve değerlendirme modelleri*. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın No: 435.
- Başaran, M.; Başaran, A.; Adıgüzel, O.; Başaran, A. ve Küçükaydın, Z. (2015). Konya ili obstetrik acil sevk ve yönetiminde yüksek performanslı örgüt geliştirme: sürdürülebilir bir model oluşturma. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8 (38): 835-851.
- Başkaya, Z. (2011). *Bulanık doğrusal programlama*. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Başkaya, Z. ve Avcı, B. (2011). *Veri zarflama analizi*. Bursa: Dora Yayınları.
- Başkaya, Z. ve Avcı Öztürk, B. (2012). Measuring financial efficiency of cement firms listed in istanbul stock exchange via fuzzy data envelopment analysis. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 54, 175-188.
- Bayrakçı, N. ve Barışçı, N. (2008). Mitral kapak doppler işaretlerinin bulanık kümeleme ile sınıflandırılması. *ELECO International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, Bursa, Türkiye.

- Bayraktutan, Y.; Arslan, İ. ve Bal, V. (2010). Sağlık bilgi sistemlerinin hastane performanslarına etkisinin veri zarflama analizi ile incelenmesi: Türkiye'deki göğüs hastalıkları hastanelerinde bir uygulama. *Gaziantep Tıp Dergisi*, 16 (3), 13-18.
- Bayraktutan, Y. ve Pehlivanoglu, P. (2012). Sağlık işletmelerinde etkinlik analizi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23, 127 – 162.
- Bayramoğlu, Z.; Aktürk, D. ve Tatlıdil, F. F. (2010). Kaynakların rasyonel kullanımının üretim maliyetleri üzerine etkisi: kanola yetiştiriciliği örneği. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24 (3), 62-68.
- Baysal, M. E.; Alçılar, B.; Çerçioğlu, H. ve Toklu, B. (2005). Türkiye'deki devlet üniversitelerinin 2004 yılı performanslarının veri zarflama analizi yöntemiyle belirlenip buna göre 2005 yılı bütçe tahsislerinin yapılması. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (1), 67-73.
- Behdioğlu, S. ve Özcan, G. (2009). Veri zarflama analizi ve bankacılık sektöründe bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (3), 301-326.
- Belek, İ. (2009). *Sağlığın politik ekonomisi – sosyal devletin çöküşü* (3. Baskı). İstanbul: Yazılama Yayınevi.
- Ben-Arieh, D. ve Gullipalli, D. K. (2012). Data envelopment analysis of clinics with sparse data: fuzzy clustering approach. *Computers and Industrial Engineering*, 63 (1), 13-21.
- Berger, A. N. ve Humphrey, D. B. (1992). Measurement and efficiency issues in commercial banking. *Output Measurement in the Service Sectors* (Ed: Z. Griliches). USA, Chicago: University of Chicago Press, ss. 245-300.
- Berger, A. N. ve Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 98, 175-212.
- Beylik, U. ve Ayanoğlu Pekcan, Y. (2012). Eğitim ve araştırma hastanelerinde etkinlik analizleri ve değerlendirilmesi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 3, 119-156.
- Bezdek, J. C. ve Hathaway, R. J. (1987). Clustering with relational c-means partitions from pairwise distance data. *Mathematical Modelling*, 9 (8), 436.

- Bian, F.; Cui, L. ve Lessner, L. (2004). DEA-based anti-HIV immunotherapy model. *Progress in Natural Science*, 14 (9), 828-832.
- Boussofiane, A.; Dyson, R. G. ve Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 52, 1-15.
- Bowling, A. (2005). *Measuring Health*. USA: Open University Press.
- Budak, H. (2011). Veri zarflama analizi ve Türk bankacılık sektöründe uygulaması. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23 (3), 95-110.
- Camuşcu, S. ve Cingi, A. (2013). Görüntüleme hizmetleri. *Hastane yönetimi* (Ed: H. Sur ve T. Palteki) İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, ss. 775-784.
- Candemir, M.; Duran, F. M. ve Koyubenbe, N. (2009). İzmir 16. bölge birliği tarım kredi kooperatiflerinde teknik etkinlik, ölçek etkinliği, teknik ilerleme, etkinlikteki değişme ve verimlilik analizi: 2001-2008. *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 1 (2), 13-35.
- Cellini, R.; Pignataro, G. ve Rizzo, I. (2000). Competition and efficiency in health care: an analysis of the Italian case. *International Tax and Public Finance*, 7, 503-519.
- Champaner, E. I. (2003). Evaluating relative productivity and efficiency of hospitality properties using data envelopment analysis. Master of Science Thesis. Las Vegas: University of Nevada.
- Chang, Y. C.; Huang, Y. H.; Huang, C. S.; Chang, P. K.; Chen, J. H. ve Chang, R. F. (2012). Classification of breast mass lesions using model-based analysis of the characteristic kinetic curve derived from fuzzy c-means clustering. *Magnetic Resonance Imaging*, 30, 312-322.
- Charnes, A.; Cooper, W. W. ve Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Charnes, A.; Cooper, W. W.; Lewin, A. Y. ve Seiford, L. M. (1994). *Data envelopment analysis, theory, methodology and applications*, Kluwer Academic Publishers, <http://deazone.com/en/googlebook-orzz-kkc2mwc> (Erişim tarihi: 20.04.2015).
- Chilingerian, J. A. ve Sherman, H. D. (2011). Health-care applications: from hospitals to physicians, from productive efficiency to quality frontiers. *Handbook on data envelopment analysis* (Ed: W. W. Cooper, L. M. Seiford ve J. Zhu). London: Springer, ss. 445-493.

- Chin, K. S.; Wang, Y. M.; Poon, G. K. K. ve Yang, J. B. (2009). Failure mode and effects analysis by data envelopment analysis. *Decision Support Systems*, 48, 246-256.
- Chu Ng, Y. (2008). The productive efficiency of the health care sector of China. *The Review of Regional Studies*, 38 (3), 381-393.
- Chuang, C. L.; Chang, P. C. ve Lin, R. H. (2011). An efficiency data envelopment analysis model reinforced by classification and regression tree for hospital performance evaluation. *Journal of Medical Systems*, 35, 1075–1083.
- Cingi, S. ve Tarım, S. A. (2000). *Türk banka sisteminde performans ölçümü DEA-Malmquist TFP endeksi uygulaması*. Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Tebliği Serisi, Sayı: 2000 – 01.
- Coelli, T. J.; Prasada Rao, D. S.; O'Donnell, C. J. ve Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. USA: Springer.
- Cook, W. D.; Kress, M. ve Seiford, L. M. (1996). Data envelopment analysis in the presence of both quantitative and qualitative factors. *Journal of the Operational Research Society*, 47, 945-953.
- Cook, W. D. ve Seiford, L. M. (2009). Data envelopment analysis (DEA) - thirty years on. *European Journal of Operational Research*, 192, 1-17.
- Cooper, W. W., Li, S., Seiford, L. M., Tone, K., Thrall, R. M. ve Zhu, J. (2001). Sensitivity and stability analysis in DEA: some recent developments. *Journal of Productivity Analysis*, 15, 217-246.
- Cooper, W. W.; Seiford, L. M.; Thanassoulis, E. ve Zanakis, S. H. (2004). DEA and its uses in different countries. *European Journal of Operational Research*, 154, 337–344.
- Cooper, W.; Seiford, L. M. ve Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and dea-solver software*. London: Kluwer Academic Publishes.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. ve Zhu, J. (2011). Data envelopment analysis: history, models and interpretations. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. (Ed: W. W. Cooper, L. M. Seiford, J. Zhu). London: Springer. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-6151-8_1#page-1 (Erişim tarihi: 08.04.2015).

- Copetti, A.; Leite, J. C.; Loques, O. ve Neves, M. F. (2013). A decision-making mechanism for context inference in pervasive healthcare environments. *Decision Support Systems*, 55 (2), 528-537.
- Costantino, N.; Dotoli, M.; Epicoco, N.; Falagario, M. ve Sciancalepore, F. (2013). Using cross-efficiency fuzzy data envelopment Analysis for healthcare facilities performance evaluation under uncertainty. *International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*. Manchester, ss.912-917.
- Çağlar, A. (2003). Veri zarflama analizi ile belediyelerin etkinlik ölçümü. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Çakır, S. (2015). Bütünleşik bulanık shannon entropi-bulanık veri zarflama analizi yöntemiyle teknoloji firmalarında etkinlik ölçümü. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Çelebi, A. K. ve Cura, S. (2013). Etkinlik göstergeleri açısından sağlık sistemleri: karşılaştırmalı bir analiz. *Maliye Dergisi*, 164, 47-67.
- Çelik, Y. (2013). *Sağlık ekonomisi* (2. Baskı). Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Çelik, T. ve Esmeray, A. (2014). Kayseri'deki özel hastanelerde maliyet etkinliğinin veri zarflama metoduyla ölçülmesi. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 6 (2), 45-54.
- Çemrek, F.; Şentürk, S. ve Terlemez, L. (2010). Bulanık kümeleme analizi ile OECD ülkelerinin CO₂ emisyonları bakımından incelenmesi. *e-journal of New World Sciences Academy*, 5 (3), 52-69.
- Çınaroğlu, S. ve Avcı, K. (2014). Dünya Sağlık Örgütü'ne üye ülkelerin doğumda beklenen yaşam süresi bakımından veri madenciliği yöntemleri kullanılarak sınıflandırılması. *Ekonometri ve İstatistik*, 20, 88-103.
- Çoban, O. (2007). Türk otomotiv sanayiinde endüstriyel verimlilik ve etkinlik. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29, 17-36.
- Demir, G. (2004). İstatistiksel veri zarflama analizi ve bir uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi.
- Demir, E. (2014). A comparison of classical and fuzzy data envelopment analysis in measuring and evaluating school activities. *Turkish Journal of Fuzzy Systems*, 5 (1), 37-58.

- Demir, A. ve Bakırcı, F. (2014). OECD üyesi ülkelerin ekonomik etkinliklerinin veri zarflama analiziyle ölçümü. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28 (2), 109-132.
- Deniz, N. (2009). Türkiye'deki illerin kaynak kullanımına göre göreceli etkinliklerinin klasik ve bulanık veri zarflama analizi yöntemleri ile belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Depren, Ö. (2008). Veri zarflama analizi ve bir uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Despotis, D. K. ve Smirlis, Y. G. (2002). Data envelopment analysis with imprecise data. *European Journal of Operational Research*, 140, 24-36.
- 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.
- Doğan, E. M. ve Tatlı, H. (2014). İnsani gelişme ve insani yoksulluk bağlamında Türkiye'nin dünyadaki yeri. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28 (1), 99-124.
- Dönmez, N. (2007). Tedarik zinciri planlama için bir bulanık çok amaçlı doğrusal programlama modeli. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- D'Urso, P.; De Giovanni, L. ve Spagnoletti, P. (2013). A fuzzy taxonomy for e-health projects. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 4 (5), 487-504.
- Du, J.; Wang, J.; Chen, Y.; Chou, S. Y. ve Zhu, J. (2014). Incorporating health outcomes in Pennsylvania Hospital efficiency: an additive super-efficiency DEA approach. *Annals of Operations Research*, 221, 161-172.
- Dubois, C. A; Nolte, E. ve McKee, M. (2011). Avrupa'da sağlıkta insan kaynakları. *Avrupa'da sağlıkta insan kaynakları* (Düzenleyenler: C. A. Dubois, M. McKee ve E. Nolte). Ankara: Hıfzıssıhha Mektebi Müdürlüğü, ss. 1-17.
- Dyson, R. G.; Allen, R.; Camanho, A.S.; Podinovski, V. V.; Sarrico, C. S. ve Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132 (2), 245-259.

- Ebrahimnejad, A. (2012). Cost efficiency measures with trapezoidal fuzzy numbers in data envelopment analysis based on ranking functions: application in insurance organization and hospital. *International Journal of Fuzzy System Applications*, 2 (3), 51-68.
- Ege, İ. (2009). Firmaların etkinliğinin bulanık veri zarflama analizi ile belirlenmesi: İMKB 30 endeksi üzerine bir uygulama. *EconAnadolu 2009: Anadolu Uluslararası İktisat Kongresi*. Eskişehir.
- Elmas, Ç. (2007). *Yapay zeka uygulamaları*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Elveren, A. Y. (2013). Gelir dağılımı çalışmaları için bir alternatif: Texas Üniversitesi eşitsizlik projesi veri setleri. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13 (2), 35-42.
- Erdoğan, Ö. (2011). Banka etkinliklerinin risk odaklı yaklaşımla modellenmesi ve Türk bankacılık sektörü uygulaması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: Kadir Has Üniversitesi.
- Erdoğan, M. ve Yıldız, B. (2015). Sağlık işletmelerinde finansal oranlar aracılığıyla performans ölçümü: hastanelerde bir uygulama. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6 (9), 129-148.
- Erilli, N. A. (2014). TR72 bölgesi ilçelerinin sosyo-ekonomik verilere göre bulanık kümeleme analizi ile sınıflandırılması. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10 (2), 33-45.
- Ertürk Akdal, S. (2013). Sağlık kurumlarında performans yönetimi ve veri zarflama analizi tekniği ile bölgesel etkinlik analizi uygulaması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Beykent Üniversitesi.
- Eryurt, M. A. ve Koç, İ. (2009). Yoksulluk ve çocuk ölümlülüğü: hane halkı refah düzeyinin çocuk ölümlülüğü üzerindeki etkisi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 52, 113-121.
- Eslamian Shiraz, S. (2014). Tedarikçi kriterlerinin ve tedarikçinin seçiminde bütünleşik bulanık Topsis - bulanık VZA yaklaşımı. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi.

- European Commission (2003). The Health Status of the European Union - Narrowing the Health Gap.
http://ec.europa.eu/health/ph_information/documents/health_status_en.pdf
(Erişim tarihi: 12.10.2015).
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B. ve Poullier, J. P. (1997). Productivity growth in health-care delivery. *Medical care*, 35 (4), 354-366. http://journals.lww.com/lww-medicalcare/Abstract/1997/04000/Productivity_Growth_in_Health_Care_Delivery.6.aspx (Erişim tarihi: 08.07.2015).
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120 (3), 253-290.
- Fertman, C. I., Allensworth, D. D. ve Auld, M. E. (2012). Sağlığı geliştirme programlarının tanımı. *Sağlığı geliştirme programları teoriden pratiğe* (Ed: C. I. Fertman ve D. D. Allensworth). Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları, ss. 3-27.
- Friis, R. H. ve Sellers, T. A. (2009). *Epidemiology for public health practice*. USA: Jones and Bartlett Publishers.
- Fulton, L. V. (2005). Performance of army medical department health delivery components, 2001-2003: a multi-model approach. Doctoral Thesis. Australia: The University of Texas at Austin Faculty of the Graduate School.
- Gattoufi, S.; Oral, M. ve Reisman, A. (2004). Data envelopment analysis: a bibliography update. *Socio-Economic Planning Sciences*, 38, 159-229.
- Gerdtham, U. G. ve Jönsson, B. (2000). International comparisons of health expenditure: theory, data and econometric analysis. *Handbook of health economics* (Volume 1A) (Ed: A. J. Culyer ve J. P. Newhouse). The Netherlands: Elsevier.
- Giray, S. (2013). Ülkelerin turizm istatistikleri bakımından farklı kümeleme analizi metotları ile sınıflandırılması ve Türkiye'nin bu oluşumdaki yeri. *International Conference on Eurasian Economies 2013*, Petersburg, ss. 695-704.
- Giray, S. ve Esin Gülel, F. (2014). Avrupa ülkelerinin intihar oranlarına göre sınıflandırılması. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31, 235-247.

- Girginer, N.; Köse, T. ve Uçkun, N. (2015). Efficiency analysis of surgical services by combined use of data envelopment analysis and gray relational analysis. *Journal of Medical Systems*, 39 (5), 1-9.
- Golany, B. ve Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega, International Journal of Management Science*, 17 (3), 237-250.
- Govindarajan, R. (2003). Supplier evaluation using data envelopment analysis, <http://www.east.asu.edu/ctas/dcst/Procjects/December2003/GovindarajanRajashekar.pdf> (Erişim tarihi: 24.07.2015).
- Gök, M. Ş. ve Sezen, B. (2011). Analyzing the efficiencies of hospitals: An application of data envelopment analysis. *Journal of Global Strategic Management*, 10, 137-146.
- Gökçek Karaca, N. ve Gökçek, B. (2014). Türkiye ve geçiş ekonomilerinde çok boyutlu yoksulluk ve insani gelişme. *International Conference On Eurasian Economies 2014* (Ed: S. Sarı, A. H. Gencer ve İ. Sözen). Makedonya: Beykent Üniversitesi, ss. 652-661.
- Gökgöz, İ. H.; Altınel, F.; Gökgöz, P. Y. ve Koç, İ. (2013). Classification of Turkish commercial banks under fuzzy c-means clustering. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, 7 (2), 13-36.
- Gözü, C. (2003). Veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü ve tekstil işletmelerine yönelik bir uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi.
- Griffin, P. M. ve Kvam, P. H. (1999). A quantile-based approach for relative efficiency measurement. *Managerial and Decision Economics*, 20, 403-410.
- Guiffrida, A. L. ve Nagi, R. (1998). Fuzzy set theory applications in production management research: a literature survey. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 9 (1), 39-56.
- Guo, P. ve Tanaka, H. (2001). Fuzzy DEA: a perceptual evaluation method. *Fuzzy Sets and Systems*, 119, 149-160.
- Gülcü, A.; Çoşkun, A.; Yeşilyurt, C.; Çoşkun, S. ve Esener, T. (2004). Cumhuriyet Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi'nin veri zarflama analizi yöntemiyle göreceli etkinlik analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 5 (2), 87-104.

- Gün, A. M. (2011). Bulanık kümeleme analiziyle görüntüdeki yüzün tanınması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Haliç Üniversitesi.
- Günay, M. (2010). Üniversite hastanelerinin 2008 yılı verimlilik ve etkinlik analizi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi.
- Güneş, T. (2006). Bulanık veri zarflama analizi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi.
- Güngör, İ. ve Oruç, K. O. (2009). Bulanık veri zarflama analizi modellerinin karşılaştırılması: sıralı ve sınırlandırılmış bulanık veriler için. *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 1 (1), 17-32.
- Güran, M. C. ve Cingi, S. (2002). Devletin ekonomik müdahalelerinin etkinliği. *Akdeniz İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3, 56-89.
- Güzhan, G. (2007). Mesleki ve teknik eğitim sisteminin performansının değerlendirilmesinde bir veri zarflama analizi uygulaması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Hadad, S.; Hadad, Y. ve Simon-Tuval, T. (2013). Determinants of healthcare system's efficiency in OECD countries. *The European Journal of Health Economics*, 14 (2), 253-265.
- Hadi-Vencheh, A.; Hatami-Marbini, A.; Ghelej Beigi, Z. ve Gholami, K. (2014). An inverse optimization model for imprecise data envelopment analysis. *Optimization*, (ahead-of-print), 1-14.
- Hair, J. F.; Black, W. C.; Babin, B. J. ve Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis a global perspective*. New Jersey: Pearson.
- Hamarat, B., Bal, C. ve Özdamar, K. (1999). Ülkelerin sağlık göstergeleri bakımından gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesi. 1. İstatistik Kongresi, Antalya.
- Hatami-Marbini, A. (2011). Data envelopment analysis with fuzzy parameters: an interactive approach. *International Journal of Operations Research and Information Systems*, 2 (3), 39-53.
- Hatami-Marbini, A., Emrouznejad, A. ve Tavana, M. (2011). A Taxonomy and review of the fuzzy data envelopment analysis literature: two decades in the making. *European Journal of Operational Research*, 214, 457-472.
- Hayran, O. (2013). Sağlık ve hastalık. *Hastane yönetimi* (Ed: H. Sur ve T. Palteki). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, ss. 11-16.

- Hoff, A. (2007). Second stage DEA: comparison of approaches for modelling the DEA score. *European Journal of Operational Research*, 181, 425–435.
- Hughes, M. J. (2006). Determining biogeochemical assemblages on the Stony River, Grant County, WV, using fuzzy c-means and k-nearest neighbors clustering. Master of Science Thesis. USA: Marshall University.
- İçöz, C. (2013). Türkiye’deki istatistik bölümlerinin görelî etkinliklerinin veri zarflama analizi ile belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- İlkay, M. S. ve Doğan, N. Ö. (2009). Veri zarflama analizi ile Kapadokya bölgesindeki belediyelerin etkinlik ölçümü: 2004 ve 2008 yıllarına ilişkin bir karşılaştırma. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32, 191-218.
- İnan, E. A. (2000). Banka etkinliğinin ölçülmesi ve düşük enflasyon sürecinde bankacılıkta etkinlik. *Bankacılık Dergisi*, 34, 82-97.
- İskender, A. (2005). Veri zarflama analizi yöntemiyle görece verimlilik analizi ile Sivas İzzettin Keykavus Hastanesi, Sivas SSK Hastanesi ve Cumhuriyet Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi Üzerinde Bir Uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi.
- Jack, W. (1999). Principles of health economics for developing countries. Washington: The World Bank Institute Development Studies.
- Jacobs, R.; Smith, P. C. ve Street, A. (2006). *Measuring efficiency in health care: analytic techniques and health policy*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Jamshidi, M. (1997). *Large scale systems: modeling, control and fuzzy logic*. New Jersey: Prentice Hall.
- Jee, M. ve Or, Z. (1999). Health outcomes in OECD countries: A framework of health indicators for outcome-oriented policymaking. *OECD Labour Market and Social Policy Occasional Papers*, No. 36, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/513803511413> (Erişim tarihi: 14.10.2015).
- Kaabi, B. (2003). Fuzzy clustering in linkage analysis of complex diseases. Doctorate Thesis. USA: Case Western Reserve University.

- Kabnurkar, A. (2001). Mathematical modeling for data envelopment analysis with fuzzy restrictions on weights. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Virginia: The Faculty of The Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Kadıoğlu, E. (2006). Türkiye’de aracı kurumların karlılığını belirleyen faktörler. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Kalirajan, K. P. ve Shand, R. T. (1999). Frontier production functions and technical efficiency measures. *Journal of Economic Surveys*, 13 (2), 149-172.
- Kao, C. ve Liu, S. T. (2000a). Fuzzy efficiency measures in data envelopment analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 113, 427 – 437.
- Kao, C. ve Liu, S. T. (2000b). Data envelopment analysis with missing data: an application to university libraries in Taiwan. *Journal of the Operational Research Society*, 51, 897-905.
- Karagöz, Y. (2014). *SPSS 21.1 Uygulamalı biyoistatistik – tıp, eczacılık, diş hekimliği ve sağlık bilimleri için*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Karsak, E. E. ve İşcan, F. (2000). Çimento sektöründe görelî faaliyet performanslarının ağırlık kısıtlamaları ve çapraz etkinlik kullanılarak veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 2 (3), 2-10.
- Kaufman, L. ve Rousseeuw, P. J. (1990). *Findings groups in data: an introduction to cluster analysis*. USA: John Wiley.
- Kavuncubaşı, Ş. ve Ersoy, K. (1995). Hastanelerde teknik verimlilik ölçümü. *Amme İdaresi Dergisi*, 28 (3), 77-92.
- Kavuncubaşı, Ş. ve Yıldırım, S. (2010). *Hastane ve sağlık kurumları yönetimi*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Kecek, G. (2010). *Veri zarflama analizi teori ve uygulama örneği*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Keh, H. T.; Chu, S. ve Xu, J. (2006). Efficiency, effectiveness and productivity of marketing in services. *European Journal of Operational Research*, 170 (1), 265-276.
- Keller, B. M.; Nathan, D. L.; Wang, Y.; Zheng, Y.; Gee, J. C.; Conant, E. F. ve Kontos, D. (2012). Estimation of breast percent density in raw and processed full field digital mammography images via adaptive fuzzy c-means clustering and support vector machine segmentation. *Medical Physics*, 39 (8), 4903-4917.

- Keskin Benli, Y. (2006). *İstanbul Menkul Kıymetler Borsası imalat sanayi için etkinlik ve toplam faktör verimliliği analizi*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Kılıç, İ.; Emir, O. ve Kılıç, G. (2011). Bulanık kümeleme analizi ile ülkelerin turizm istatistikleri bakımından sınıflandırılması. *İstatistikçiler Dergisi*, 4, 33.
- Kılıç, İ.; Lenger, Ö. F. ve Bozkurt, Z. (2012). Bulanık kümeleme analizi ile Türkiye'deki illerin hayvancılık istatistikleri bakımından sınıflandırılması. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 5 (1), 21-28.
- Kılıç, İ. ve Özbeyaz, C. (2010). Bulanık kümeleme analizinin koyun yetiştiriciliğinde kullanımı ve bir uygulama. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 3 (2), 31-37.
- Kılıçkaplan, S. ve Karpat, G. (2004). Türkiye hayat sigortası sektöründe etkinliğin incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 1-14.
- Kıllı, M. (2004). Toplam etkinlik ve veri zarflama analizi üzerine karşılaştırılmalı yaklaşımlar ve bir uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Kıran, B. (2008). Kalkınmada öncelikli illerin ekonomik etkinliklerinin veri zarflama analizi yöntemi ile değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi.
- Kleine, A.; Dellnitz, A. ve Rödder, W. (2013). Sensitivity analysis of BCC efficiency in DEA with application to European health services. *Operations research proceedings 2013* (Ed: D. Huisman, I. Louwerse ve A. P. M. Wagelmans). Rotterdam: Springer, ss. 243-248.
- Klir, G. J. ve Folger, T. A. (1988). *Fuzzy sets, uncertainty and information*. USA: Prentice-Hall International, Inc.
- Kocaman, A. M.; Mutlu, M.; Bayraktar, D. ve Araz, Ö. M. (2012). OECD ülkelerinin sağlık sistemlerinin etkinlik analizi. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 23 (4), 14-31.
- Koçer, H. E.; Altun, A. A. ve Yılmaz, T. (2005). İris deseninin bulanık c-ortalama kullanılarak sınıflandırılması. *11. Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Ulusal Kongresi*. İstanbul, ss. 462-465.
- Kontodimopoulos, N.; Bellali, T.; Labiris, G. ve Niakas, D. (2006). Investigating sources of inefficiency in residential mental health facilities. *Journal of Medical Systems*, 30, 169-176.

- Koyuncugil, A. S. (2006). Bulanık veri madenciliği ve sermaye piyasalarına uygulanması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi.
- Kök, R. (1991). *Endüstriyel verimlilik ve etkinlik – bir uygulama*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 680, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yayın No: 90, Araştırma Serisi No: 81.
- Kravdal, Ø. (2009). Child mortality in India: exploring the community-level effect of education. Oslo University Health Economics Research Programme Working Paper (No. 2003: 4). Norway: Oslo University.
- Kula, V. ve Özdemir, L. (2007). Çimento sektöründe göreceli etkinsizlik alanlarının veri zarflama analizi yöntemi ile tespiti. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, IX (1), 55-70.
- Kumar, A. ve Özdamar, L. (2004). International comparison of health care systems. *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 12 (3), 81-95.
- Kumbhakar, S. C. ve Knox Lovell, C. A. (2003). *Stochastic frontier analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kundurjiev, T. ve Salchev, P. (2011). Technical efficiency of hospital psychiatric care in Bulgaria – assessment using data envelopment analysis. Munich Personal RePEc Archive (MPRA) Paper No: 28935. <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/28935/> (Erişim tarihi: 22.10.2015).
- Kutlar, A. ve Kartal, M. (2004). Cumhuriyet Üniversitesi'nin verimlilik analizi: fakülteler düzeyinde veri zarflama yöntemiyle bir uygulama. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8, 49-79.
- León, T.; Liern, V.; Ruiz, J. L. ve Sirvent, I. (2003). A fuzzy mathematical programming approach to the assessment of efficiency with DEA models. *Fuzzy Sets and Systems*, 139, 407-419.
- Lertworasirikul, S.; Fang, S. C.; Joines, J. A. ve Nuttle, H. L. W. (2003). Fuzzy data envelopment analysis (DEA): a possibility approach. *Fuzzy Sets and Systems*, 139, 379-394.
- Levent, P. (2010). İzmir ili devlet ve üniversite hastanelerinde göreceli etkinlik analizi (veri zarflama analizine dayalı bir uygulama). Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi.

- Li, Y.; Liang, L.; Chen, Y. ve Morita, H. (2008). Models for measuring and benchmarking olympics achievements. *Omega*, 36, 933-940.
- Lopes, A. L. M. ve Lanzer, E. A. (2002). Data envelopment analysis – DEA and fuzzy sets to assess the performance of academic departments: A case study at Federal University of Santa Catarina – UFSC. *Pesquisa Operacional*, 22 (2), 217-230.
- Lorcu, F. (2008). Veri zarflama analizi (DEA) ile Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- Lorcu, F.; Acar Bolat, B. ve Atakişi, A. (2012). Examining Turkey and member states of European Union in terms of health perspectives of Millennium Development Goals. *Quality and Quantity*, 46, 959-978.
- Martin, E. (2003). An application of the data envelopment analysis methodology in the performance assessments of the Zaragoza University departments. Documento de Trabajo 2003-06.
- Mendel, J. M. (2001). Uncertain rule – based fuzzy logic systems introduction and new directions. USA: Prentice Hall, Inc.
- Milli Eğitim Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Sekreterliği (2011). Hız ve Oran. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/H%C4%B1z%20Ve%20Oran.pdf (Erişim tarihi: 13.10.2015).
- Mirmirani, S.; Li, H. C. ve Ilacqua, J. A. (2008). Health care efficiency in transition economies: an application of data envelopment analysis. *International Business and Economics Research Journal*, 7 (2), 47-56.
- Mirmirani, S. ve Lippmann, M. (2004). Health care system efficiency analysis of G12 countries. *International Business and Economics Research Journal*, 3 (5), 35-42.
- Mirmirani, S. ve Mirmirani, T. (2005). Health care delivery in OECD countries, 1990-2000: an efficiency assessment. *The Business Review*. 3(2), <http://www.jaabc.com/brcv3n2preview.html> (Erişim tarihi: 25.07.2015).
- Mollahaliloğlu, S.; Kosdak, M.; Sanisoğlu, Y.; Ateşoğlu, D.; Çiftçi, E. ve Tuncel, T. (2011). *Birinci basamak sağlık hizmetlerinde hasta memnuniyeti 2011*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıha Merkezi Başkanlığı, Hıfzıssıha Mektebi Müdürlüğü.

- Moreno, L.; Aguilar, R. M.; Martin, C. A.; Pineiro, J.D.; Estevez, J. I; Sigut, J. F.; Sanchez, J. L. ve Jimenez, V. I. (1999). Patient-centered simulation tool for aiding in hospital management. *Simulation Practice and Theory*, 7, 373-393.
- Mutlu, A. ve Işık, A. K. (2005). *Sağlık ekonomisine giriş* (2. Baskı). Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları.
- Nabiyev, V. V. (2003). Yapay zeka – problemler, yöntemler, algoritmalar. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Narcı, H. Ö., Özcan, Y. A., Şahin, İ., Tarcan, M. ve Narcı, M. (2015). An examination of competition and efficiency for hospital industry in Turkey. *Health Care Management Science*, 18, 407-418.
- NCSS User's Guide - IV (2006). Multivariate analysis, clustering, meta-analysis, forecasting/time series, operations research and mass appraisal, USA.
- Nunamaker, T. (1983). Measuring routine nursing service efficiency: a comparison of cost per day and data envelopment analysis models. *Health Services Research*, 18 (2), 183-205.
- OECD (2008). OECD sağlık sistemi incelemeleri - Türkiye, OECD Yayınları. <http://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/OECDKITAP.pdf> (Erişim tarihi: 11.08.2015).
- OECD (2014). Education at a Glance 2014. OECD Publishing. <http://www.oecd.org/edu/Education-at-a-Glance-2014.pdf> (Erişim tarihi: 12.10.2015).
- Oikonomou, N.; Tountas, Y.; Mariolis, A.; Souliotis, K.; Athanasakis, K. ve Kyriopoulos, J. (2015). Measuring the efficiency of the Greek rural primary health care using a restricted DEA model; the case of Southern and Western Greece. *Health Care Management Science*. Springer.
- Okursoy, A. ve Özdemir, M. (2015). Veri zarflama analizinde homojen olmayan karar verme birimi problemi için kümeleme analizi yaklaşımı. *Ege Akademik Bakış*, 15 (1), 81-90.
- Onaran, S. (2006). Veri zarflama analizi kullanılarak üniversite kütüphanelerinin performanslarının değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.

- O'Neill, L., Rauner, M., Heidenberger, K. ve Kraus, M. (2008). A cross-national comparison and taxonomy of DEA - based hospital efficiency studies. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42 (3), 158-189.
- Or, Z. (2001). Exploring the effects of health care on mortality across OECD countries. *OECD Labour Market and Social Policy Occasional Papers*, No. 46, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/716472585704> (Erişim tarihi: 14.10.2015).
- Oral, S. ve Yüksel H. (2006). *Hizmet işlemleri yönetimi*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Orhan Aksoy, S. (2007). Türkiye'de yerleşim yeri bazlı sağlık belirleyicilerinin bazı sağlık düzeyi göstergeleri ile ilişkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi.
- Oruç, K. O. (2008). Veri zarflama analizi ile bulanık ortamda etkinlik ölçümleri ve üniversitelerde bir uygulama. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Oruç, K. O. ve Güngör, İ. (2010). Bulanık veri zarflama analizi modellerinin karşılaştırılması: sınırlandırılmış veriler için. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 417 - 442.
- Oruç, K. O.; Güngör, İ. ve Demiral, M. F. (2009). Üniversitelerin etkinlik ölçümünde bulanık veri zarflama analizi uygulaması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 279-294.
- Osman, İ. H.; Berbary, L. N.; Sidani, Y.; Al-Ayoubi, B. ve Emrouznejad, A. (2011). Data envelopment analysis model for the appraisal and relative performance evaluation of nurses at an intensive care unit. *Journal of Medical Systems*, 35, 1039–1062.
- Ölçek Buzkıran, B. (2012). Veri zarflama analizi ile Türkiye'de organ nakli merkezlerinin performans kıyaslaması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Antalya: Akdeniz Üniversitesi.
- Öner, N. (2010). Sağlık Bakanlığı'na bağlı ağız ve diş sağlığı kurumlarının veri zarflama analizi yöntemi ile performansının değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Özata, M. ve Sevinç, İ. (2010). Konya'daki sağlık ocaklarının etkinlik düzeylerinin veri zarflama analizi yöntemiyle değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24 (1), 77-87.

- Özbek, A. (2014). Yöneticilerin çok kriterli karar verme yöntemi ile belirlenmesi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 24, 209-225.
- Özcan, A. İ. (2005). Celal Bayar Üniversitesi'ne bağlı meslek yüksekokullarının etkinliklerinin veri zarflama analizi ile ölçülmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi.
- Özcan, Y. A. (2008). *Healthcare benchmarking and performance evaluation an assessment using data envelopment analysis (DEA)*. USA: Springer.
- Özdamar, K. (2010). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi- 2 (çok değişkenli analizler)*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özdemir, Y. (2011). Türkiye'deki Sağlık Bakanlığı'na bağlı ağız ve diş sağlığı merkezlerinin veri zarflama analizi ile göreceli teknik verimliliklerinin ölçülmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Özden, Ü. H. (2008). Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37 (2), 167-185.
- Özkan, M. M. (2003). *Bulanık hedef programlama*. Bursa: Ekin Kitabevi.
- Öztürk, Y. E. (2009). Türk sağlık sektörü içerisindeki üniversite hastanelerinin etkinliklerinin artırılmasında dış kaynak kullanımı uygulamasının etkisi üzerine veri zarflama analizine dayalı bir araştırma. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi.
- Pakdil, F.; Akgül, S.; Doruk, T. Ç. ve Keçeci, B. (2010). Kurumsal performans yönetiminde veri zarflama analizi sonuçlarının kullanımı: üniversite hastaneleri karşılaştırması. *II. Uluslararası Sağlıkta Performans ve Kalite Kongresi*. Ankara: 133-143.
- Paksoy, T.; Yapıcı Pehlivan, N. ve Özceylan, E. (2013). *Bulanık küme teorisi*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Pelone, F.; Kringos, D.S.; Romaniello, A.; Archibugi, M.; Salsiri, C. ve Ricciardi, W. (2015). Primary care efficiency measurement using data envelopment analysis: a systematic review. *Journal of Medical Systems*, 39 (1), 1-14.
- Pilyavsky, A. ve Staat, M. (2008). Efficiency and productivity change in Ukrainian health care. *Journal of Productivity Analysis*, 29, 143-154.

- Puig-Junoy, J. (1998). Measuring health production performance in the OECD. *Applied Economics Letters*, 5 (4), 255-259.
- Ramanathan, R. (2003). *An introduction to data envelopment analysis a tool for performance measurement*. New Delhi: Sage Publications.
- Räty, T. ve Luoma, K. (2005). *Nonparametric country rankings using health indicators and OECD health data*. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, 74. Helsinki.
- Razavi, S. H.; Amoozad, H.; Zavadskas, E. K. ve Hashemi, S.S. (2013). A fuzzy data envelopment analysis approach based on parametric programming. *International Journal of Computers Communications and Control*, 8 (4), 594-607.
- Retzlaff-Roberts, D.; Chang, C. F. ve Rubin, R. M. (2004). Technical efficiency in the use of health care resources: a comparison of OECD countries. *Health Policy*, 69 (1), 55-72.
- Robertson, A.; Brunner, E. ve Sheiham, A. (2009). Gıda politik bir meseledir. *Sağlığın sosyal belirleyicileri* (Ed: M. Marmot ve R. G. Wilkinson). İstanbul: İnsev Yayınları, ss. 200-225.
- Ronen, B.; Pliskin, J. S. ve Pass, S. (2006). *Focused operations management for health services organizations*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Ross, T. J. ve Parkinson, W. J. (2002). Fuzzy set theory, fuzzy logic and fuzzy systems. *Fuzzy logic and probability applications: bridging the gap* (Ed: T. J. Ross; J. M. Booker ve W. J. Parkinson). Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, ss. 29-54.
- Ruggiero, J. (2000). Theory and methodology mesasuring technical efficiency. *European Journal of Operational Research*, 121, 138-150.
- Saati, S. ve Memariani, A. (2005). Reducing weight flexibility in fuzzy DEA. *Applied Mathematics and Computation*, 161, 611-622.
- Saati, S.; Memariani, A. ve Jahanshahloo, G. R. (2002). Efficiency analysis and ranking of DMUs with fuzzy data. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 1, 255-267.
- Saen, R. F. (2008). Supplier selection by the new AR-IDEA model. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39, 1061-1070.
- Saen, R. F. (2009). A mathematical programming approach for strategy ranking. *Asia Pacific Management Review*, 14 (2), 109-120.

- Saen, R. F. (2011). An innovative approach for international market selection. *International Conference on Computer Communication and Management*. Singapore, ss. 598-601.
- Safari, H.; Jafarzadeh, A. H.; Khanmohammadi, E. ve Fathi, M. R. (2013). Applying interval GTMA method for technology selection in the presence of both cardinal and ordinal data. *World Applied Programming*, 3 (4), 142-149.
- Sağlık Bakanlığı Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2008). Hastane Hizmetlerinde Temel Kavramlar. Hastane Yatak Sayısı ve Tanımlar ile İlgili Genelge Eki.
- Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2011). *Sağlığın teşviki ve geliştirilmesi sözlüğü*. Ankara.
- Santos, S. P.; ve Amado, C. A. (2012). Using data envelopment analysis for formative evaluation of radiotherapy services: an exploratory study. *Advanced decision making methods applied to health care*. Milan: Springer, ss. 173-190.
- Sarıca, S. (2007). Üniversitelerin performansa göre yönetimi için veri zarflama analizi tabanlı bir karar destek sisteminin tasarımı ve geliştirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Sarıkaya, M. (2010). İllerin sağlık alanındaki etkinliklerinin değerlendirilmesi (veri zarflama analizine dayalı bir uygulama). Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Seiford, L. M. (1997). A bibliography for data envelopment analysis (1978-1996), *Annals of Operations Research*, 73, 393-438.
- Sengupta, J. K. (1992). A fuzzy systems approach in data envelopment analysis. *Computers and Mathematics with Applications*, 24 (8), 259-266.
- Sengupta, J. K. (1999). A dynamic efficiency model using data envelopment analysis. *International Journal of Production Economics*, 62, 209-218.
- Sengupta, A. ve Pal, T. P. (2009). *Fuzzy preference ordering of interval numbers in decision problems*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Sevimli, Ö. (2013). Sağlık kurumlarında veri zarflama analizi tekniği ile verimlilik analizi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Beykent Üniversitesi.
- Sherman, H. D. (1984). Hospital efficiency measurement and evaluation: empirical test of a new technique. *Medical Care*, 22 (10), 922-938.

- Sherman, D. H. ve Zhu, J. (2006). *Service productivity management improving service performance using data envelopment analysis (DEA)*, USA: Springer.
- Solmaz, E. (2014). OECD ülkelerinde ülke içi gelir eşitsizliklerinin çok boyutlu küreselleşme endeksleri ile ilişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 91-108.
- Sowlati, T. (2001). Establishing the practical frontier in data envelopment analysis. Doctoral Thesis. Toronto University Faculty of Applied Science and Engineering Department of Mechanical and Industrial Engineering.
- Srinivasa Raju, K. ve Nagesh Kumar, D. (2013). Fuzzy data envelopment analysis for performance evaluation of an irrigation system. *Irrigation and Drainage*, 62 (2), 170-180.
- Suiçmez, H. (2002). Verimlilik ve Etkinlik Terimleri (Tarihsel Bakış). *Mülkiye Dergisi*, XXVI (234), 169-183.
- Sümbüloğlu, K. (2000). *Sağlık alanına özel istatistiksel yöntemler*. Ankara: Songür Yayıncılık.
- Sümbüloğlu, V.; Sezer, R. E. ve Sümbüloğlu, K. (1999). *Epidemiyoloji ve araştırma teknikleri*. Ankara: Somgür Yayıncılık.
- Şafak, İ. (2009). Ege Bölgesi orman işletmelerinin etkinlik düzeylerinin belirlenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi.
- Şafak, İ.; Gül, A. U.; Akkaş, M. E.; Portakal, S. Ü.; Gediklili, M. ve Kanat, Ş. M. (2013). Efficiency determination of the forest sub-districts by using fuzzy data envelopment analysis (case study: İzmir Forest Regional Directorate). *Eurasian Journal of Forest Science*, 1 (1), 1-19.
- Şahin, İ. (2008). Sağlık Bakanlığı genel hastaneleri ve Sağlık Bakanlığı'na devredilen SSK genel hastanelerinin teknik verimliliklerinin karşılaştırmalı analizi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 11 (1), ss. 1 - 48.
- Şahin, M. ve Hamarat, B. (2002). G10 – Avrupa Birliği ve OECD ülkelerinin sosyo-ekonomik benzerliklerinin fuzzy kümeleme analizi ile belirlenmesi. *ODTÜ Uluslararası Ekonomi Kongresi VI*, Ankara: ODTÜ, ss. 1-20.
- Şekerler, A. (2008). Trafik kaza verilerinin kümeleme analizi yöntemi ile incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi.

- Şen, Z. (2004). *Mühendislikte bulanık (fuzzy) mantık ile modelleme prensipleri*. İstanbul: Su Vakfi Yayınları.
- Şen, Z. (2009). *Bulanık mantık ilkeleri ve modelleme (mühendislik ve sosyal bilimler)*. İstanbul: Su Vakfi Yayınları.
- Şenatalar, B. (2003). Sağlık ekonomisine genel bir bakış. *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 25 (4), Özel Ek, 25-30.
- Şıklar, E. (2000). *Regresyon analizine giriş*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Anadolu Üniversitesi Yayın No: 1255; Fen Fakültesi Yayın No: 16.
- Tarcan, M., Çelik, Y., Plante, C. ve Younis, M. (2015). An investigation into the economies of scale in Turkish Ministry of Health Hospitals. *Journal of Public Budgeting, Accounting and Financial Management*, 27 (1), 98-116.
- Tarım, A. (2001). *Veri zarflama analizi matematiksel programlama tabanlı görelî etkinlik ölçüm yaklaşımı*. Ankara: Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü.
- Tarkoçin, C. ve Gençer, M. (2010). Farklı girdi ve çıktı yaklaşımlarının veri zarflama analizi etkinlik sonuçlarına etkisi ve Türk ticari bankaları uygulaması. *Bankacılar Dergisi*, 72, 19-32.
- Tavares, G. (2002). A bibliography of data envelopment analysis, (1978–2001). *Rutcor Research Report*, 01-02 January 2002, ss. 1-183.
- Temür, Y. (2010). İllerin gelişmişlik derecelerine göre hastanelerin etkinlik analizi. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, XXIX (2), 1-22.
- Temür, Y. ve Bakırcı, F. (2008). Türkiye’de sağlık kurumlarının performans analizi: bir VZA uygulaması. *Sosyal Bilimler Dergisi*, X (3), 261-281.
- Tengilimoğlu, D.; Işık, O. ve Akbolat, M. (2012). *Sağlık işletmeleri yönetimi* (4. Basım). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Testi, A.; Fareed, N.; Özcan, Y. A. ve Tanfani, E. (2013). Assessment of physician performance for diabetes: a bias-corrected data envelopment analysis model. *Quality in Primary Care*, 21 (6), 345-357.
- Tetik, S. (2003). İşletme performansını belirlemede veri zarflama analizi, *Yönetim ve Ekonomi*, 10 (2), 221-230.
- Tezcan, S. (1992). *Epidemiyoloji tıbbi araştırmaların yöntem bilimi*. Ankara: Hacettepe Halk Sağlığı Vakfı.

- Thanassoulis, E.; Boussofiane, A. ve Dyson, R. G. (1996). A comparison of data envelopment analysis and ratio analysis as tools for performance assessment. *Omega, International Journal of Management Science*, 24 (3), 229-244.
- Tibshirani, R.; Walther, G. ve Hastie, T. (2001). Estimating the number of clusters in a data set via the gap statistics. *Journal of Royal Statistical Society, Series B*, 63, 411-423.
- Triantis, K. ve Girod, O. (1998). A mathematical programming approach for measuring technical efficiency in a fuzzy environment. *Journal of Productivity Analysis*, 10, 85-102.
- Toker, İ. (2013). Bulanık kümeleme algoritmaları kullanılarak beyin MR görüntülerinden MS lezyonlarının ayrıştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Torra, V. (2005). Fuzzy c means for fuzzy hierarchical clustering. *Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Reno, Nevada, ss. 646-651.
- Türker Kaya, Y. ve Doğan, E. (2005). *Dezenflasyon sürecinde Türk bankacılık sektöründe etkinliğin gelişimi*. Ankara: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu Araştırma Dairesi ARD Çalışma Raporları.
- Tütek, H. H.; Gümüsoğlu, Ş. ve Özdemir, A. (2012). *Sayısal yöntemler – yönetsel yaklaşım*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Ulucan, A. (2007). *Yöneylem araştırması – işletmecilik uygulamaları bilgisayar destekli modelleme*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Uyar, M. ve Şahin, T. K. (2015). Konya il merkezindeki sağlık ocaklarının verimliliğinin değerlendirilmesi. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 14 (1), 1-6.
- Ünal, E. (2012). Sağlık ekonomisi. *Sağlık işletmeciliği* (Ed: M. Ateş). İstanbul: Beta Yayınları, ss.179-235.
- Wang, Y. M. ve Chin, K. S. (2011). Fuzzy data envelopment analysis: a fuzzy expected value approach. *Expert Systems with Applications*, 38, 11678-11685.
- Wang, Y. M.; Greatbanks, R. ve Yang, J. B. (2005a). Interval efficiency assessment using data envelopment analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 153, 347-370.

- Wang, Y. M., Yang, J. B. ve Xu, D. L. (2005b). A preference aggregation method through the estimation of utility intervals. *Computers and Operations Research*, 32, 2027-2049.
- Webster, R.; Kennedy, S. ve Johnson, L. (1998). *Comparing techniques for measuring the efficiency and productivity of Australian private hospitals*. Australia: Working Papers in Econometrics and Applied Statistics, No: 98/3.
- Wei Q. (2001). Data envelopment analysis. *Chinese Science Bulletin*, 46 (16), ss. 1321-1332, <http://www.springerlink.com/content/d21w3x3883v56j0v/> (Erişim tarihi: 10.04.2015).
- WHO (2014). *Global Reference List of 100 Core Health Indicators*. Geneva.
- Winkleby, M. A.; Jatulis, D. E.; Frank, E. ve Fortmann, S. P. (1992). Socioeconomic status and health: how education, income and occupation contribute to risk factors for cardiovascular disease. *American Journal of Public Health*, 82 (6), 816-820.
- Wu, H. C. (2007). Using fuzzy sets theory and black–scholes formula to generate pricing boundaries of European options. *Applied Mathematics and Computation*, 185 (1), 136-146.
- Xia, K.; Wu, Y.; Ren, X. ve Jin, Y. (2013). Research in clustering algorithm for diseases analysis. *Journal of Networks*, 8 (7), 1632-1639.
- Valdmanis, V.; Walker, D. ve Fox-Rushby, J. (2003). Are vaccination sites in Bangladesh scale efficient?. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 19 (04), 692-697.
- Varlık, M. (2007). Türkiye'deki illerin sağlık düzeylerinin belirlenmesinde yöntem çalışması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Vehid, S. (2000). Temel demografik ve sağlık düzeyi ölçütleri açısından Türkiye ile Avrupa Birliği'ne (AB) üye ülkelerin karşılaştırılması. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, 31 (2), 100-106.
- Yalama, A. (2006). *Entelektüel sermayenin entelektüel katma değer katsayısı (VAIC) ile ölçülmesi ve veri zarflama analizi (DEA) yöntemi kullanılarak karlılığa etkisinin sınanması: İMKB'ye kote bankalarda uygulaması*. İstanbul: İktisadi Araştırmalar Vakfı.

- Yavuz, B. (2012). Veri zarflama analizi yöntemi ile OECD ülkeleri etkinlik değerlendirmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Yeşilyurt, C. (2009). Türkiye'deki iktisat bölümlerinin göreceli performanslarının veri zarflama analizi yöntemiyle ölçülmesi: KPSS 2007 verilerine dayalı bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23 (4), 135-147.
- Yeşilyurt, C. ve Alan, M. A. (2003). Fen liselerinin 2002 yılı göreceli etkinliğinin veri zarflama analizi (VZA) yöntemi ile ölçülmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 4 (2), 91-104.
- Yılancı, V. (2010). Bulanık kümeleme analizi ile Türkiye'deki illerin sosyoekonomik açıdan sınıflandırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15 (3), 453-470.
- Yıldırım, H. H. (2015). Avrupa Birliği'ne üye ve aday ülke sağlık sistemlerinin karşılaştırmalı performans analizi: veri zarflama analizine dayalı bir uygulama. *Avrupa Birliği'ne üyelik sürecinde Türkiye sağlık sektörü araştırmaları* (Ed: T. Yıldırım ve H. H. Yıldırım). Ankara: ABSAM Yayınları, ss. 129-196.
- Yolalan, R. (1993). *İşletmelerarası göreceli etkinlik ölçümü*. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın No: 483.
- Yoluk, M. (2010). Hastane performansının veri zarflama analizi (VZA) yöntemi ile değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Atılım Üniversitesi.
- Yörüker, S.; Karabeyli, L.; Kaya, S. ve Özeren, B. (2003). *Sayıştayın performans ölçümüne ilişkin ön araştırma raporu*. Ankara: Araştırma/İnceleme/Çeviri Dizisi: 28.
- Yun, Y. B.; Nakayama, H. ve Tanino, T. (2004). A generalized model for data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 157, 87-105.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8 (3), 338-353.
- Zadeh, L. A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems*, 1, 3-28.
- Zadeh, L. A. (1989). Knowledge representation in fuzzy logic. *IEEE Transactions On Knowledge and Data Engineering*, 1 (1), 89-100.

- Zhang, N.; Hu, A. ve Zheng, J. (2007). Using data envelopment analysis approach to estimate the health production efficiencies in China. *Frontiers of Economics in China*, 2 (1), 1-23.
- Zhang, C., Yuan, X. H. ve Lee, E. S. (2005). Duality theory in fuzzy mathematical programming problems with fuzzy coefficients. *Computers and Mathematics with Applications*, 49 (11), 1709-1730.
- Zhu, J. (2003). Imprecise data envelopment analysis (IDEA): a review and improvement with an application. *European Journal of Operational Research*, 144, 513-529.
- Zimmermann, H. J. (1991). Fuzzy set theory and its applications. Kluwer Academic Publishers, Boston.

İnternet Kaynakları

<http://data.worldbank.org/indicator> (Erişim tarihi: 28.09.2015)

<http://stats.oecd.org/> (Erişim tarihi: 28.09.2015)

<http://www.oecd.org/turkey/42122130.pdf> (Erişim tarihi: 16.11.2014).

Yök Tez Merkezi, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> (Erişim tarihi: 02.11.2015).