

**TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN ÇEVRESEL
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN BULANIK VERİ ZARFLAMA
ANALİZİ YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Pamukkale Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İşletme Anabilim Dalı
Sayısal Yöntemler Programı**

Gözde DENİZ

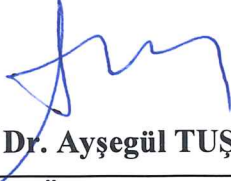
Danışman: Doç. Dr. Ayşegül TUŞ

**Aralık 2018
DENİZLİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı öğrencisi Gözde DENİZ tarafından Doç. Dr. Ayşegül TUŞ yönetiminde hazırlanan “Türkiye’deki İllerin Çevresel Sürdürülebilirliğinin Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Değerlendirilmesi” başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından 26.11.2018 tarihinde yapılan tez savunma sınavında başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Ali ÖZDEMİR
Jüri Başkanı


Doç. Dr. Ayşegül TUŞ
Jüri Üyesi


Doç. Dr. Esra Aytaç ADALI
Jüri Üyesi

Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 20/02/2019..tarih ve 08/20... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet Vefa NALBANT
Müdür



Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atıfta bulunulduğunu beyan ederim.

Gözde DENİZ



ÖN SÖZ

“Türkiye’deki İllerin Çevresel Sürdürülebilirliğinin Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Değerlendirilmesi” başlıklı tezimin hazırlanmasında bilimsel ve manevî katkılarda bulunan, titiz incelemeleri sonucu getirdiği eleştirilerle çalışmama yön veren değerli tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ayşegül TUŞ’a; verdiği dönütler ile çalışmama olumlu katkılarda bulunan ve ders dönemimden beri, her daim yanımda olduğunu hissettiren Sayın Doç. Dr. Esra Aytaç ADALI’ya sonsuz şükranlarımı sunarım.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu çalışma sürecinde de benden desteklerini, yardımlarını ve fedakârlıklarını eksik etmeyerek, her konuda yol gösteren anneme, babama, kardeşime; duaları hep üzerimde olan anneanneme, babanneme ve beni motive eden tüm arkadaşlarıma sonsuz teşekkürler...

Çalışmam boyunca, mesafelere rağmen her daim yanımda olan arkadaşım, yoldaşım, eşim Metin DENİZ’e ve özellikle tezimin son dönemlerinde içimdeki varlığı ile beni olumlu yönde motive eden canım kızıma çok teşekkür ederim.

ÖZET
TÜRKİYE’DEKİ İLLERİN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN
BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

DENİZ, Gözde
Yüksek Lisans Tezi
İşletme ABD
Sayısal Yöntemler Programı
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Ayşegül TUŞ

Aralık 2018, X+161 Sayfa

Sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında, bir ilin çevresel sürdürülebilirliğinin performans değerlendirmesinin sürekli olarak iyileştirilmesi ve genişletilmesi gerekmektedir. Performans değerlendirilirken kullanılan göstergelerden birisi olan etkinlik ölçümünde ise Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi ile sıklıkla karşılaşılmaktadır. Değişkenlere ait tam olarak ölçülemeyen veriler söz konusu ise Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA) yöntemi kullanılarak etkinlik ölçme işlemi gerçekleştirilebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı Türkiye’deki 81 ilin çevresel sürdürülebilirlik performanslarını Wang, Greatbanks, Yang (2005)’ın BVZA modeli olan Aralık VZA ile değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda değişkenlerin 2014 yılı verileri kullanılarak Çıktı Yönlü Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR-O) ve Banker, Charnes ve Cooper (BCC-O) modellerine göre değişkenlerin alt ve üst sınır değerleri baz alınmış ve buna göre teknik ve saf etkin iller tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Bulanık Mantık, Bulanık Veri Zarflama Analizi, Çevresel Sürdürülebilirlik

ABSTRACT**EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF CITIES
IN TURKEY WITH FUZZY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS**

DENİZ, Gözde

Master Thesis

Business Administration

Quantative Methods Programme

Adviser of Thesis: Doç. Dr. Ayşegül TUŞ

December 2018, X+161 Pages

In the context of sustainable development objectives, the performance evaluation of a city's environmental sustainability needs to be continually improved and expanded. One of the indicators used when evaluating performance is the Data Envelopment Analysis (DEA). In the case of data that are not fully imponderable for variables, efficiency measurement can be performed using Fuzzy Data Envelopment Analysis (FDEA) method.

The aim of this study the performance of the 81 cities in Turkey, Wang, Greatbanks, Yang (2005) in the model is to evaluate the FDEA with using fuzzy range numbers. For this purpose, 2014 data of the variables are based on the upper and lower limit values of the variables according to the Output Oriented Charnes, Cooper and Rhodes (CCR-O) and Banker, Charnes and Cooper (BCC-O) models and accordingly technical and pure efficient cities were identified.

Key Words: Data Envelopment Analysis, Fuzzy Logic, Fuzzy Data Envelopment Analysis, Environmental Sustainability

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

1.1. Etkinlik İle İlgili Genel Kavramlar	4
1.1.1. Performans	4
1.1.2. Etkililik	6
1.1.3. Verimlilik.....	6
1.1.4. Etkinlik.....	12
1.1.4.1. Teknik Etkinlik	14
1.1.4.2. Tahsis Etkinliği	15
1.1.4.3. Ölçek Etkinliği	16
1.1.4.4. Toplam Etkinlik	17
1.1.4.5. Farell Etkinlik Ölçümü.....	17
1.1.5. Etkinlik Ölçme Yöntemleri.....	19
1.1.5.1. Oran Analizi (Rasyo Analizi)	19
1.1.5.2. Parametrik Yöntemler	20
1.1.5.3. Parametrik Olmayan Yöntemler	21
1.2. Veri Zarflama Analizi (VZA).....	22
1.2.1. Üretim İmkân Kümeleri.....	25
1.2.2. VZA Süreci	26
1.2.3. VZA'nın Avantajları ve Dezavantajları.....	27
1.2.4. Veri Zarflama Analizi Modelleri	28
1.2.4.1. CCR Modeli	29

1.2.4.1.1. Girdi Yönlü CCR Modeli	29
1.2.4.1.2. Çıktı Yönlü CCR Modeli	31
1.2.4.2. BCC Modeli	32
1.2.4.2.1. Girdi Yönlü BCC Modeli	33
1.2.4.2.2. Çıktı Yönlü BCC Modeli	34
1.2.4.3. Toplamsal Model	36
1.2.5. VZA Uygulama Alanları	37

İKİNCİ BÖLÜM

BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMİ

2.1. Bulanık Mantık	39
2.1.1. Bulanık Mantığın Özellikleri	40
2.1.2. Bulanık Mantıkta Üstünlükler ve Sakıncalar	41
2.1.3. Bulanık Çıkarım Mekanizması	43
2.1.3.1. Mamdani Bulanık Çıkarım Mekanizması	45
2.1.3.2. Sugeno Bulanık Çıkarım Mekanizması	46
2.1.3.3. Tsukamoto Bulanık Çıkarım Mekanizması	47
2.2. Bulanık Kümeler	48
2.2.1. Üyelik Fonksiyonları	49
2.2.1.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu	50
2.2.1.2. Gaussian Üyelik Fonksiyonu	51
2.2.1.3. Yamuk Üyelik Fonksiyonu	51
2.2.1.4. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu.....	52
2.2.1.5. S Şekli Üyelik Fonksiyonu	52
2.2.2. Üyelik Fonksiyonunun Kısımları	53
2.2.2.1. Öz (Çekirdek).....	53
2.2.2.2. Geçiş Bölgeleri (Sınırları).....	53
2.2.2.3. Dayanak (Destek).....	54
2.2.2.4. α Kesim	54
2.2.3. Bulanık Kümelerdeki Mantıksal İşlemler.....	55
2.2.3.1. Kesişim (Ve'leme)	55
2.2.3.2. Birleşim (Veya'lama).....	56
2.2.3.3. Tümlen (Değilleme)	56
2.2.3.4. Kapsama	57

2.2.4. Bulanık Sayı ve İşlemler.....	57
2.3. Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA)	58
2.3.1. Bulanık Veri Sınıflandırması	59
2.3.2. Wang, Greatbanks, Yang'ın Aralık VZA Modeli.....	59
2.3.2.1. Wang, Greatbanks, Yang'ın Aralık VZA Modelinde Bulanık Verinin Dâhil Edilmesi.....	62
2.3.2.2. BVZA'da Aralık Etkinliklerinin Sıralanması ve Karşılaştırılması	64
2.3.3. BVZA Literatür Taraması.....	66

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Çalışmanın Amacı, Kapsamı ve Yöntemi	71
3.2. Çalışmada Kullanılan Değişkenler	72
3.3. Değişkenlerin Değerlerini Bulanıklaştırma	77
3.4. Bulanık BCC-O Modeli.....	77
3.5. Bulanık CCR-O Modeli.....	92
SONUÇ VE ÖNERİLER	96
KAYNAKÇA	100
EKLER.....	117
ÖZGEÇMİŞ	161

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1: Performans Ölçümü ve Kontrol.....	6
Şekil 2: Üretim Sınırı ve Etkinlik.....	13
Şekil 3: Etkinlik ve Verimlilik.....	14
Şekil 4: Ölçeğe Göre Sabit ve Değişken Getiri.....	15
Şekil 5: Ölçek Etkinliği.....	16
Şekil 6: Etkinliğin Gösterimi – Girdi Yönlü.....	18
Şekil 7: Etkinliğin Gösterimi – Çıktı Yönlü.....	19
Şekil 8: VZA Süreci.....	26
Şekil 9: Üretim İmkân Kümeleri Örneği - CCR Modeli İçin.....	36
Şekil 10 : Üretim İmkân Kümeleri Örneği - BCC Modeli İçin.....	36
Şekil 11: Bulanık Çıkarım Mekanizması.....	43
Şekil 12: Maksimum Değeri Alma Yöntemi.....	44
Şekil 13: Maksimumların Ortalamasını Alma Yöntemi.....	45
Şekil 14: Mamdani Bulanık Çıkarım Yapısı.....	46
Şekil 15: Sugeno Bulanık Çıkarımın Yapısı.....	46
Şekil 16: Tsukamoto Bulanık Çıkarım Mekanizması.....	47
Şekil 17: Üçgen Üyelik Fonksiyon.....	50
Şekil 18: Gaussian Üyelik Fonksiyonu.....	51
Şekil 19: Yamuk Üyelik Fonksiyonu.....	51
Şekil 20: Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu.....	52
Şekil 21: S Şekilli Üyelik Fonksiyonu.....	53
Şekil 22: Üyelik Fonksiyonunun Kısımları.....	53
Şekil 23: Normal (a) ve Normal Olmayan (b) Bulanık Kümeler.....	54
Şekil 24: Dışbükey (a) ve Dışbükey Olmayan (b) Bulanık Kümeler.....	55
Şekil 25: Bulanık Kümelerde Kesişim.....	56
Şekil 26: Bulanık Kümelerde Birleşim.....	56
Şekil 27: Bulanık Kümelerde Tümleyen.....	57
Şekil 28: Bulanık Kümelerde Kapsama.....	57

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1. TFV Ölçme Yaklaşımları.....	11
Tablo 2. Temel VZA Modellerinin Karşılaştırması.....	35
Tablo 3. Matlab'ta Mamdani, Sugeno ve Tskamoto Çıkarım Mekanizmalarındaki Çıktı Üyelik Fonksiyonlarının Gösterimi	47
Tablo 4. Üyelik Fonksiyonları	49
Tablo 5. Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Değerleri.....	72
Tablo 6. Girdi Değişkenlerine Ait Korelasyon Değerleri	73
Tablo 7. Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler.....	74
Tablo 8. Girdi Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	74
Tablo 9. Çıktı Yönlü BCC Modeline Göre Elde Edilen Alt ve Üst Sınır Değerleri	78
Tablo 10. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 1.....	80
Tablo 11. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 2.....	81
Tablo 12. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 3.....	82
Tablo 13. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 4.....	82
Tablo 14. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 5.....	83
Tablo 15. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 6.....	84
Tablo 16. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 7.....	84
Tablo 17. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 8.....	85
Tablo 18. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 9.....	85
Tablo 19. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 10.....	86
Tablo 20. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 11.....	86
Tablo 21. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 12.....	87
Tablo 22. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 13.....	87
Tablo 23. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 14.....	88
Tablo 24. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 15.....	88
Tablo 25. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 16.....	89
Tablo 26. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 17.....	89
Tablo 27. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) - 18	90
Tablo 28. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 19.....	90
Tablo 29. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 20.....	90
Tablo 30. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 21.....	90
Tablo 31. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 22.....	91
Tablo 32. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 23.....	91
Tablo 33. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 24.....	91
Tablo 34. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 25.....	91
Tablo 35. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) - 26	92
Tablo 36. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) - 27	92
Tablo 37. Etkinlik Sıralaması (BCC-O) - 28	92
Tablo 38. Çıktı Yönlü CCR Modeline Göre Elde Edilen Alt ve Üst Sınır Değerleri	93

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

VZA	Veri Zarflama Analizi
BVZA	Bulanık Veri Zarflama Analizi
TFV	Toplam Faktör Verimliliği
KVB	Karar Verme Birimi
SSA	Stokastik Sınır Analizi
CCR Modeli	Charnes, Cooper, Rhodes Modeli
CCR-O	Çıktı Yönlü Charnes, Cooper, Rhodes Modeli
BCC Modeli	Banker, Charnes, Cooper Modeli
BCC-O	Çıktı Yönlü Banker, Charnes, Cooper Modeli
FIS	Fuzzy Inference System (Bulanık Çıkarım Mekanizması)
TSK Mekanizması	Takagi, Sugeno, Kang Mekanizması
RA	Regresyon Analizi
EMS	Efficiency Measurement System (Etkinlik Ölçüm Sistemi)
CRS	Constant Returns To Scale (Ölçeğe Göre Sabit Getiri)
VRS	Variable Returns To Scale (Ölçeğe Göre Değişken Getiri)
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
TL	Türk Lirası
X	Evrensel Küme
~	Bulanık Küme Simgesi
$\mu_{\sim}(x)$	Bulanık Kümenin Üyelik Fonksiyonu

GİRİŞ

Doğadaki kıt kaynaklardan maksimum seviyede yararlanmanın yolları araştırılırken; işletmelerin makro ve mikro düzeyde artan rekabet koşulları içinde, kaynaklarını etkin bir şekilde kullanabilmek adına verimlilik kavramına gösterdikleri ilgi, günden güne artmakta ve değişik ölçüm yöntemleri gelişmektedir. Bu yöntemler üretim potansiyeli üzerinde önemli etkiler oluşturduğu için, kamu sektöründe ve özel sektörde kendisine uygulama alanı bularak, verimlilik performansını arttırıcı çalışmalar hızlanmaktadır. Giderek yaygınlaşan bu çalışmalar sonunda ise işletmenin olduğu gibi ülkenin de geliri ve rekabet gücü artmakta; bu yüzden de verimliliğin ölçümü; ekonomik performansı belirlemede işletme, sektör ve ülke ekonomisi açısından önem kazanmaktadır.

Küreselleşmenin etkisi ile işletmeler arasındaki rekabet gün geçtikçe artmaktadır. İşletmelerin bu çetin rekabet altında hayatta kalabilmesi ise en azından mevcut seviyeyi korumasına bağlıdır. Rekabet gücünün yüksek olması için de yalnızca düşük maliyet ile ürün sağlamak yeterli olmayıp; müşteri istek ve gereksinimlerinin de karşılanması gerekmektedir. Bu gerekliliği kabullenen işletmelerin başvuracağı başlıca araçlardan birisi de performans ölçümleridir. Performans, kapsamlı bir amacı olan çok boyutlu bir kavramdır. Performansın değerlendirilmesi, kamu sektöründe ve özel sektörde yaygın bir biçimde uygulanmaktadır.

Günümüzde verimlilik, ülkelerin kalkınma gayretlerinin yanında, firmaların başarı seviyelerinin ölçülmesinde ve değerlendirilmesinde ana göstergelerden birisidir. Verimlilik; enflasyon, işsizlik gibi pek çok ekonomik ve sosyal olaylar gibi insan faaliyetlerinin çoğunu yakından etkilemektedir. Bu faaliyetlerin nedenlerinin bulunması ve çözümlenmesi konusunda ise bir anahtar konumunda olarak yarar sağlamaktadır. Dolayısıyla verimlilik, bir amaçtan ziyade; hayatta kalmanın ve gelişimin bir şartıdır. İşletmeler, sektörler ve ülkeler açısından önemli verimlilik oranlarına ise yalnızca ölçülerek ulaşılabilir.

Etkinliği; işletmelerin minimum gayret ya da maliyet ile en yüksek verimliliğe ulaşması biçiminde tanımlayarak, etkinliğin verimlilikle olan ilişkisi ortaya konabilir. Etkinliği ölçmek zordur ve yanlış etkinlik ölçümleri etkin olmayan kararlara neden olabilir. Etkinlik yanlış ölçülürse, işletmelerde, illerde veya ülkelerde kaynakların yanlış tahsisine sebebiyet verebilir.

İşletmelerin, illerin veya ülkelerin belirlemiş oldukları amaçlara ulaşabilmek amacı ile kaynaklarını etkin ya da etkin olmayan bir biçimde kullanıp kullanamadıklarını saptayabilmek için etkinlik ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Çünkü bu oranlar sadece ölçülerek elde edilebilmektedir. Veri Zarflama Analizi (VZA) de bu etkinlik ölçüm yöntemlerinden biridir.

VZA, kıyaslanabilir olan Karar Verme Birimlerinin (KVB) performanslarını iyileştirmek için, girdiyi çıktıya çeviren yapıların görece etkinliğini ölçmeyi amaçlayan bir yöntem olup; birden fazla girdi ve çıktının kullanılmasına imkân sağlamaktadır. KVB'ler arasında yönetim anlayışlarından doğan farklı performanslar mevcuttur ve karşılaştırmadaki bu farklılıklar VZA yardımı ile anlamlı bir biçimde ölçülebilmektedir. Ancak, bir uç değer bulunduğu, KVB'lerin etkinlik skorları da değişebilmektedir. Üstelik birçok üretim ve hizmet sürecinin bünyesinde karmaşık girdi ve çıktılar barınmaktadır ve bu yüzden tam bir ölçüm yapmak zorlaşmaktadır. Bu noktada, bulanık küme teorisi ve üyelik fonksiyonları yardımı ile verilerin belirsiz olduğu yani kesin bir biçimde bilinmediği durumlarda gerçek hayatı yansıtan Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA) yöntemi geliştirilmiştir.

Gerçek yaşamdaki birçok örnekte karışıklık ve bulanıklık hâkimdir. İnsan yaşamındaki doğal dil, karışık ve bulanık olsa dahi, insan iletişiminin temelini oluşturmaktadır. Karışık ve bulanık ifadeler, kümelerle oluşturabilecek kurallara ve işlemlere ihtiyaç duymaktadır. Bilimde, mühendislikte ve pek çok diğer çalışma alanlarındaki nicel problemler; matematiksel modeller kullanılarak çözülmektedir. Bulanık mantık, klasik mantığın üzerine kurulmuş olup; onun doğal sınırlarının ötesindedir.

Son zamanlarda, gerçek dünyada bulanık mantık kavramı ve uygulamaları pek çok araştırmacının dikkatini çekmektedir. Bunun nedeni ise bulanık mantığın, kendisine başarılı bir biçimde pek çok uygulama alanı bulmasıdır. Bulanık kümeler yardımı ile ikili mantık genişletilmekte; kısmî üyeliklere yer verilerek insan düşünce yapısına yakın kararlar verilmesi sağlanmaktadır.

Sürdürülebilirlik; ekonomik, sosyal ve çevresel faktörleri içermektedir. Bu çalışmada ise sürdürülebilirlik, çevresel bakımdan ele alınmıştır. Pek çok insan faaliyeti, çevreyi çeşitli şekillerde bozabilir. Bazıları il bazında veya bölgesel; diğerleri ise

küresel bir etki yaratabilmektedir. Bu etkiler, esas olarak insan sağlığını ve refahını etkiledikleri için önemlidir.

Çevresel sürdürülebilirlik için çeşitli çevresel göstergeler kullanılmaktadır. Bu göstergeler, çevre hakkındaki eğilimleri yansıtmakta ve çevresel politika hedeflerinin gerçekleştirilmesinde kaydedilen ilerlemeyi izlemektedir. Bu nedenle çevresel göstergeler, politikacılar için vazgeçilmez hale gelmiştir. Bu çalışmadaki girdi ve çıktılar da çevresel göstergelerden oluşmaktadır.

Çalışmanın girdileri olarak; hava kalitesi indeksi, sanayide toplam çalışan sayısı (kişi), kamu yatırımlarının illere göre enerji sektörü için dağılımı (bin TL), motorlu kara taşıtları sayısı (adet), elektrik toplam tüketim (MWh), toplam çekilen su miktarı (1000m^3 /yıl) ve nüfus yoğunluğu (km^2 de yaşayan insan sayısı); çıktıları olarak ise kişi başına düşen GSYİH (TL) ve orman alanı (%) seçilmiştir.

Çalışmada; çevresel göstergelerin 2014 yılına ait verileri kullanarak, Türkiye'deki illerin etkinlikleri incelenmiştir. Bulanık veriler mevcut olduğu için, veriler aralık sayılar ile simgelenerek; aralık VZA modeli ile etkinlikleri değerlendirilmiştir. İllerin etkinliğini değerlendirmek amacı ile Wang, Greatbanks, Yang'ın (2005) BVZA Modeli olan Aralık VZA kullanılmıştır. Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR-O) ve Banker, Charnes ve Cooper (BCC-O) modelleri ile illerin etkinlikleri sunulmuştur. Çalışmanın çıktıları olan, kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH - TL) ve orman alanını (%) arttırmak için çıktı yönlü modeller kullanılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde, etkinlik ile ilgili kavramlardan genel bir biçimde bahsedilmiş ve VZA yöntemi hakkında detaylı bilgi verilmiştir. İkinci bölümde, bulanık mantık ve BVZA açıklanmıştır. Son bölüm olan üçüncü bölümde ise illerin çevresel sürdürülebilirlik göstergelerinin, BVZA yöntemi kullanılarak çıktı yönlü CCR ve BCC modelleri ile saf ve teknik etkinlikleri incelenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

1.1. Etkinlik İle İlgili Genel Kavramlar

Etkinlik ve etkinliğin uygun bir biçimde ölçülmesi gerektiği vurgusu 1990'larda yaygın bir konu haline gelmiştir. Etkinlik ölçümü, özellikle kâr amacı gütmeyen işletmeler için pek çok durumda çıktılarının ölçümünün zorluğundan ve net gelir değerinin eksikliğinden dolayı önemli bir konudur (Craycraft, 1999: 19).

Kaynaklar, her toplumda sınırlıdır. Eğitime, sağlığa, diğer ürün ve hizmetlere olan ihtiyaçlar/talepler karşılanacaksa, kaynakların rasyonel bir şekilde kullanılması söz konusudur. Herhangi bireysel örgütün yaşamı, ürün veya hizmetlerin ne denli etkin üretildiğine; bir ürünün kalitesi ve maliyeti ise büyük oranda, onu üretecek sistemin etkinliğine ve verimliliğine bağlıdır (Demir ve Gümüşoğlu, 2003: 14). Fakat herhangi bir firma, maliyetinin üstünde bir fiyattan ürün/hizmet vermeye çalışırsa, tüketiciler aynı ürün/hizmeti daha ucuza veren başka firmalara yönelecektir. Maliyetlerini düşüremeyen firmalar, piyasada meydana gelen fiyattan üretimlerini devam ettiremeyecekleri için, kârsız duruma düşecek, bunun neticesinde de rakipleri tarafından ele geçirilecekler veya yok olmak durumunda kalacaklardır (Çetin, 2007: 5). İşletme etkinliklerinin incelenmesi, kaynakların optimum biçimde kullanılması ve etkinlik ölçme yöntemlerinden yararlanarak, girdi-çıktı arasındaki ilişkinin denetim altında tutulması etkinliği arttırmak açısından önemlidir (Çakmak vd., 2009: 5).

1.1.1. Performans

Performans; birbiri ile bağlantısı olan çeşitli etkenlerden meydana gelen çok boyutlu bir mekanizmadır. Performansın iş sonuçları, işletmenin stratejik amaçları, müşteri tatmini ve ekonomik sonuçlar ile kuvvetli bir bağı mevcuttur (Öztürk, 2009: 4). Başka bir deyişle performans; hedefleri olan ve planlı çalışmalar neticesinde elde edileni kalitatif ve kantitatif olarak tanımlayan bir terimdir. Genellikle performansı tanımlayan kavramlar; hizmette etkinlik, üretimde ise verimlilik (Kubalı, 1999: 32). Kimi iktisatçılarda, ölçülmüyorsa yönetilemez düşüncesi vardır ve bu görüş, performans ölçümündeki sayısallaştırmanın altını çizmektedir (Ömürgönülşen, 2002: 107). Ancak, ölçmeyi yalnızca sayısal olarak değerlendirmek, süreci zorlaştırabilir. Çünkü bazı işlerin sayısal ölçümü zordur. Bu yüzden bakış açısı, üretilen iş sonuçlarının başlangıçta belirlenen ölçütlere uygunluğunu saptamak olmalıdır (Öztürk, 2009: 150). Performans

ölçümleri aracı ile ulaşılan sonuçların tek başlarına bir anlamı olmayıp; bu sonuçlar sadece bir karşılaştırma ile değerlendirilebilir. Karşılaştırılabilir sonuçlar bir hedef, bir standart olabildiği gibi benzer başka firmaların elde ettiği sonuçlar da olabilir (Akal, 1994: 17).

Performans ölçüleri, performansın ölçülmesi ile ilgili belirlenmiş anlatımlardır. Göstergeler ise performans ölçülerinin bir çeşidi olmakla beraber, ölçüm yapmanın zor olduğu ya da mümkün olmadığı durumlarda genel amaca ulaşılmasına yönelik bilgileri kapsayan kavramlardır (Köseoğlu, 2005: 21).

Günümüzün çağdaş yönetim uygulamalarında işletme performanslarının ölçülmesi ve denetimi ile ilgili çalışmalar ve yönetim görevleri arasında çok sıkı bir ilişki kurulduğu, performans ölçüm ve denetimlerinin, işletme yönetiminin birincil görevleri arasında giderek artan bir ağırlık kazandığı açıkça görülmektedir (Akal, 1994: 7).

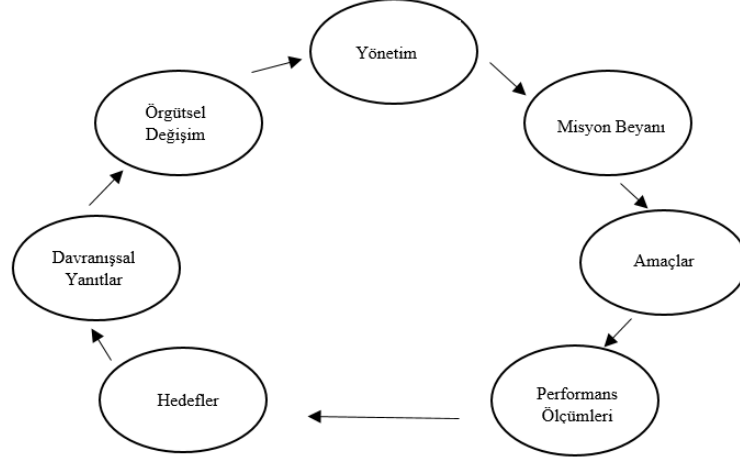
İşletme seviyesindeki performans ölçümlerinin rolü şu şekildedir (Akal, 1996: 65):

- Yönetimin planlama becerisini yükseltmek,
- Yöneticileri ve çalışanları heveslendirmek,
- Performans yönetiminin kontrolünü sağlamak,
- İşletmedeki mevcut ya da olası sorunları erkenden tanımlamak,
- Hesaplanan etkinlikleri değerlendirmek ve bunun doğrultusunda, ilgili birimleri bilgilendirmek,
- İşletme içinde performans ve verimliliğe ilişkin düşünceleri oluşturmak ve devam ettirmek.

Dolayısıyla performans ölçümleri; değer yaratan süreçlerden faydalanmayı, işletme ya da işletmenin gelişimini, stratejik amaçların elde edilmesini sağlamaktadır (Doğan ve Gencan, 2014: 91).

Şekil 1’de, performans ölçümünün bir firmayı kontrol etme amacına nasıl hizmet ettiği gösterilmiştir. Firma paydaşlarının amaçlarına ilişkin olarak misyon beyanında yansıtılan bazı fikir birliğine sahip oldukları kabul edilmektedir. Misyon beyanı, bir takım amaçlar vasıtası ile desteklenmektedir. Performans ölçümleri, misyon beyanı üzerinden amaçlar ile bağlantılıdır. Firmanın önceliklerini etkileyen her bir performans

ölçümü için hedefler oluşturulabilir. Performans ölçüm ve hedefler biçimlendirici olarak kullanılırsa, performansta değişime neden olabilen davranışsal yanıtları beraberinde getirir. Performanstaki böyle bir değişim ise misyon beyanını ve firmanın önceliklerini etkileyerek örgütsel değişime sebep olur (Thanassoulis, 2001: 2).



Şekil 1: Performans Ölçümü ve Kontrol (Thanassoulis, 2001: 3)

Yaygın bir şekilde karşılaşılan performans göstergeleri; etkililik, verimlilik ve etkinliktir. Bu göstergeler, yeterince açıklanmış terimler olmayıp; birbirleri ile karıştırılmakta ve hatta birbirlerinin yerine kullanılmaktadır (Tangen, 2005: 34).

1.1.2. Etkililik

Etkililik; işletmelerin, gerçekleştirdikleri faaliyetler neticesinde amaçlara ulaşma düzeyi ve derecesi olarak tanımlanmaktadır (Yükçü ve Atağan, 2009: 2). Diğer bir deyişle, işletmenin amacına ulaşabilmesi için işlemsel birimin ne kadar iyi olduğunun ölçümüdür (Edosomwan, 1988: 8).

Etkililik iki düzeye sahiptir (Baş ve Artar, 1991: 34-35):

- Daha uygun bir teşkilâtlanma ve idare yöntemlerinin değerlendirilmesi ile daha iyi performans standartlarına erişilmesi (“Nasıl daha iyi olunabilir?” sorusu ile ilişkili),
- Eğer içsel ve dışsal sınırlamalar yok edilirse, optimum potansiyelin amaç olarak kabul edilmesi (“Başka ne uygulanabilir?” sorusu ile ilişkili).

1.1.3. Verimlilik

1980’li yıllardan sonra hızlı bir küreselleşme sürecine giren dünyada, küreselleşme ile beraber coğrafi sınırların etkisi ortadan kalkmış, sermaye ve ürün

hareketlerinin dolaşımı serbestleşmiş ve bunun sonucunda da dünya ortak bir pazar haline gelmiştir. Bu koşullarda, ayakta kalmanın ve güçlü bir ekonomi yaratabilmenin başlıca yolunun, yüksek rekabet gücü olduğu herkes tarafından kabul gören bir gerçektir. Bu da ancak yüksek verimlilik ile mümkündür (Suiçmez, 2009: 7).

İnsanlık tarihi kadar eski olan ve insanların yaşamlarını sürdürebilmek için üretmeye başladığı günlerden beri süregelen verimlilik kavramı; üreten insan, üretim biçimi, üretilen ürün ve üretilenin kullanımı ile doğrudan bağlantılıdır. Üretim, uzun bir tarihe sahiptir; ekonomik, sosyal ve teknolojik ilerlemelerden etkilenmiş ve değişik şekillerde açıklanmıştır (Hançer, 2004: 1). Verimlilik; ekonomiler, endüstriler, firmalar ve süreçler için temel bir performans ölçüsü olup, üretilen çıktıların değerinin (hizmetler ve ürünler) girdi kaynaklarının (ücretler, donanım maliyeti vb.) değerlerine bölümü olarak ifade edilmektedir (Krajewski vd., 2014: 19). Tanım incelendiğinde; verimliliğin birinci aşamasında, üretim ile daha doğrudan ilişkili bir terim olduğu görülmektedir. Üretim ise birer ekonomik birim olan işletmeler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu yüzden, işletmeler açısından verimliliğin kavramı ve ölçümü oldukça önemlidir (Doğan ve Aydın, 1991: 10).

Verimlilik; birçok alanda hizmetler ve bilgi dâhil herhangi bir örgüt için de önem taşımaktadır. Bilgi teknolojisi, verimlilik kavramları ve verimlilik ölçümüne yeni boyutlar kazandırmıştır (Türkmen, 1994: 55). Verimlilik kavramı, üretim sürecindeki girdilerin, bu sürecin neticesinde ortaya çıkarılan çıktı/çıktılara (üretim) olan katkısını göstermektedir (Köse, 1992: 3). Diğer bir deyişle, verimlilik girdi ve çıktı arasında fizikî bir bağlantıyı ifade etmektedir (Öney, 1968: 12). Bu kavram, kaynakları savurganlıktan uzak bir biçimde, en iyi şekilde değerlendirerek üretmek olarak da tanımlanmaktadır (Yükçü ve Atağan, 2009: 4).

Verimlilik kavramı; özel sektör ve kamu sektörü için önemlidir. Sektörün türü ya da işletmelerin hedefleri değiştikçe verimlilik tanımları da farklılaşmaktadır. Kamu kesimi görüşüne göre, verimlilik minimum girdi tüketerek veya aynı girdi ile aynı kaliteyi elde ederek, maksimum hizmetin sunulması olarak ifade edilebilir (Şimşek, 2013: 42-43).

İnsanların yaşam standartlarının artırılmasında ve iş yaşamının hareketlendirilmesinde kaynakları optimum biçimde değerlendirmek önemlidir (Drucker, 2008: 105). Dolayısıyla verimliliği artırma problemi, aslında işletme

kaynaklarının daha etkili bir biçimde kullanılma problemi (Kanawaty, 1992: 8-11). Verimliliğin yükselişi, sadece işleri daha iyi uygulamak değil; aynı zamanda doğru işleri uygulamaktır (Prokopenko, 1987: 25). Bütün işletmelerde kullanabilme kolaylığı ve basitliğinden dolayı, verimlilik kavramı ile sıkça karşılaşılmaktadır (Akdeniz ve Durmaz, 1998: 87). Verimliliğin artırılması, işletmelerin ekonomik ilerlemesinin yanında; ülke ekonomisinin rekabet gücünün yükselmesi için de oldukça önemlidir (Atayeter ve Baki, 1997: 72). Verimlilik artışları; işletmelerin fiziksel sermaye, eğitim ve teknolojiye yaptıkları yatırımın yanında, kamunun eğitim, araştırma ve altyapıya yaptığı yatırımların desteği üzerine kuruludur. Ayrıca makroekonomik ortam da verimliliği etkileyen önemli bir faktördür (Uzay, 2005: 29). Buna ek olarak; ürün tasarımında ve bileşimindeki değişimler, üretim işleminin gerçekleştirildiği üretim sürecinin niteliğindeki gelişmeler, üretim sürecinin kapsamında meydana gelebilecek değişiklikler, örgüt ve yönetimdeki değişimler, girdilerin kalitesi verimliliği etkiler (Odabaşı, 1997: 19).

İktisadî dalgalanma, bir iktisadî değişkenin (üretim, istihdam, verimlilik vb.) belirli bir düzey etrafında salınım göstermesidir. Bu düzey bir ortalama, salınım ise ortalamadan sapmadır. Salınım, iktisadî ölçütlerle birbirlerinden ayrıştırılabilir devrelerle gerçekleşmektedir: Çıkış, genişleme, iniş ise daralma devresi olup birlikte bir çevrimi oluşturur. Büyüme ve verimlilik aynı yönde değişim gösteren değişkenlerdir: Genişleme devresinde gözlemlenen büyüme ve verimlilik oranlarındaki artışların yerini, daralma devresinde bu oranlardaki düşüşler alır (Köse, 1992: 9).

İşletmedeki yönetimin en önemli görevi; gerekli olan planlama, düzenleme ve kontrolleri sağlayarak, işletmenin emrindeki kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasına zemin oluşturmaktır (Timur, 1984: 9). Çağdaş verimlilik görüşünde, başarılar kazanmak amacı ile verimliliğin elde edilmesinde gerekli katılımın sağlanarak; her konuda benimsetilmesi, kullanılması ve yaygınlaştırılması şarttır (Marşap, 1997: 426).

Verimlilik analizi, verimlilik artışının elde edilmesinde önemli bir yere sahiptir. Üstelik bütün ekonomik seviyelerde karar almayı sağlamaktadır. İşletmelerde verimlilik, etkililik ve etkinlik analizine yardımcı olmak amacıyla ölçülmektedir (Prokopenko, 1987: 39). Verimlilik oranları, işletme yönetimi bakımından denetim aracı olarak görülmektedir. Dolayısıyla verimlilik oranları, hem üretim süreçlerini kontrol

edilip iyileştirilmesine olanak sağlamakta; hem de işletmeler arasındaki kıyaslamalarda önemli bir gösterge konumunda bulunmaktadır (Yücel ve Korkmaz, 1990: 9).

Verimlilikte maksimum düzey sağlanabilmesi için, aynı çıktı ile daha az girdiye veya aynı girdi ile daha fazla çıktıya sahip olunması gereklidir. Üretim aşamasındaki girdi artışı, çıktıda sağlanan artış ile aynı oranda ise verimlilikte değişiklik olmaz (Timur, 1984: 9). Verimlilik artışları; enflasyonist baskıyı azaltır. Sermayenin getirisini arttırır ve uzun dönem yatırımlar için güçlü bir inisiyatif kazandırır. Yapısal adaptasyonu kolaylaştırır, yani her zaman doğabilecek ilâve faaliyetlerin sorunsuz bir şekilde uyumunu sağlar. Her bir ülkenin uluslararası rekabette bir karar faktörüdür; üretim sürecindeki yeni teknolojilerin özünü oluşturur (Kök, 1991: 69-71).

Verimliliğin ölçümünün farklı kesimler tarafından ortaya konmuş olan amaçları maddeler halinde aşağıdaki biçimde özetlenebilir (Uzay, 2005: 21):

- Ücret ve nisbî fiyatların belirlenmesi,
- Bölüşüm sorununu halledilmesi,
- Teknolojik değişimin ortaya konması,
- Makro düzeyde ekonomik analizlerde farklı ülkelerin veya ekonomik sektörlerin ekonomik performanslarının, etkinliklerinin değerlendirilmesi ve kıyaslanması,
- Ülkedeki yaşam standartlarının belirlenmesi,
- Kamu kaynaklarının yönlendirilmesinde kullanılacak çok değerli ve nesnel bilgiler sağlanması,
- Uygun girdi bileşimi ile rekabet şansını arttırılması; işletmelerin girdilerin verimliliğini takip ederek en uygun bileşimine ulaşması ve maliyetleri en aza indirerek rekabet şansını arttırması,
- İşletmeler için amaç belirleme ve performans değerlendirmede bir temel sağlanması.

Verimlilik; toplam faktör verimliliği (TFV) ve kısmî verimlilik olmak üzere iki bölüme ayrılabilir. TFV; üretimdeki girdilerin etkinliğini göstermektedir. Bir başka deyişle, bir üretim süreci sonucunda ulaşılan ürünün, bunun elde edilmesinde kullanılan üretim faktörlerine bölümü biçiminde tanımlanmaktadır. Kısmî verimlilik ise katsayıları, belli bir dönemde bahsî geçen faktörden elde edilen tasarrufları göstermek açısından uygun bir ölçüttür (Öney, 1968: 13-14).

Bir ekonomide büyümeyi, sürdürülebilir kılmanın yolu onu verimlilik artışına dayandırmaktır. Ekonomik büyümenin asıl belirleyicileri; istihdam artışı, sermaye birikimi ve teknolojik gelişmedir. Burada teknolojik gelişmenin önemli göstergesi olarak TFV alınabilir (Suiçmez, 2008: 9).

TFV'deki bir artış, tüm faktörlerin kullanımındaki etkin büyümeyi göstermektedir; ancak mevcut kaynakların daha etkin kullanımına neden olan ilerlemiş teknoloji uygulaması ile beraber, bütün faaliyetlerde ilerleme mevcut ise TFV artmış olur. TFV'nin %100'den büyük olması olumlu; küçük olması olumsuz bir durumdur. Ancak bu oranın %100'ün ne kadar üzerine çıkması gerektiği konusunda standart bir norm yoktur. Analiz için firmanın geçmiş yıl verileri veya aynı sektörde çalışan diğer firmalara ilişkin veriler kullanılabilir ve bu oranın arttırılabilmesi için ya çıktının arttırılması ya da girdinin düşürülmesi gerekmektedir (Tarıkâhya, 1991: 97).

İşgücü ve sermaye, TFV çerçevesinde tanımlanan iki girdidir. Sanayi düzeyinde işgücü girdisi, yalnızca çalışan sayısı olarak tanımlanabilir iken; firma düzeyinde ise adam-gün sayısı, adam-saat sayısı, toplam işgücü maliyeti vb. gibi tanımlanabilir. Makro düzeyde sermaye girdisi olarak eldeki tek veri; binaları, makineleri ve ekipmanı içeren toplam sabit varlıklardır. Firma düzeyinde ise sabit ve carî varlıkları içeren toplam varlıklar kullanılabilir (Kısaer, 1996: 11). TFV, verimlilik hesaplamalarında kullanılacak en sağlıklı yol olmakla birlikte, hesaplanmasında birçok güçlüklerle karşılaşmaktadır. Hem tek tek girdilerin tanımlanıp ölçülmesinde hem de çıktının homojenleştirilip, tanımlanmasında ve ölçülmesinde çözümü zor problemler ortaya çıkmaktadır (Uzay, 2005: 19). TFV yaklaşımları, Tablo 1'de özet halinde sunulmuştur (Büyükkılıç ve Yavuz, 2005: 18). Bu yaklaşımlar, yönetime karar verme sürecinde aşağıdaki konularda veri temin etmektedir (Akal, 1996: 286):

- Bütçe ya da stratejik alternatifleri değerlendirmek,
- Düzgün bir bütçe hazırlamak, kaynak dağılımını geliştirmek, ortamdaki dalgalanmalara yanıt verebilmek,
- Geçmiş performansı öğrenmek,
- Kârlılığı sağlamak için yapılan iyileştirme gayretlerinin sonucunu değerlendirmek,
- İşletme içindeki birimlerin performansını ölçmek ve bunların toplam performansa katkılarını belirlemek,

- Kısmî üretim faktörlerinin (işgücü, malzeme, enerji, veri ve bilgi) TFV'ye olan katkılarını belirlemek,
- Ürünlere göre verimlilik analizleri ile ürünlerin toplam performansa katkısını ölçmek,
- Kazanç paylaşma yöntemlerine temel oluşturmak amacıyla kârlılık, verimlilik ve kısmî faktörlerin katkısını belirlemek.

Tablo 1: TFV Ölçme Yaklaşımları

	Sınır Yaklaşımı Olmayan Yöntemler (Non-Frontier)	Sınır Yaklaşımına Dayalı Yöntemler (Frontier)
Ekonometrik Üretim Modelleri (Parametrik Modeller)	Üretim ve maliyet fonksiyonlarının en küçük kareler yöntemi ile ekonomik kestirimi	Stokastik Sınır Yöntemi
Deterministik Modeller (Parametrik Olmayan Modeller)	TFV indeksleri (Törnqvist/Fisher)	Matematiksel Programlama Modelleri (VZA, Malmquist TFV)

(Büyükkılıç ve Yavuz, 2005: 18)

TFV oranı; toplam çıktının, toplam faktör girdi maliyetine bölümü biçimindedir. Bu oranın anlamı ise tüm girdi faktörleri ile üretilen “pasta”nın büyüklüğü hakkında bir fikir vermesidir (Artar, 1994: 8).

TFV; toplam çıktının toplam girdiye oranı iken; kısmî verimlilik toplam çıktının kısmî girdiye oranıdır (Prokopenko, 1987: 40). Kısmî faktör verimliliğindeki bir artış ise TFV'deki bir artışı zorunlu kılmayan ikâme etkisinin sonucu da olabilir. Örneğin, emek verimliliğindeki bir artış, emeğin sermayenin yerini almasından kaynaklanabilir (Kök, 1991: 37). Verimlilik denetiminin kısmî verimlilik oranına göre uygulanması halinde söz konusu olacak en önemli sakınca bu denetimin, diğer faktörlerin üretim içindeki bileşiminden ve bu faktörlerin verimliliklerinden etkilenme ihtimalidir (Pekiner, 1971: 49). Dolayısıyla kısmî verimlilik ölçülerine göre, TFV'nin en büyük üstünlüğü faktörlerin toplam verimlilik katkısını net olarak ortaya koymasından ve faktörlerin birbiriyle ikamesi yoluyla sağlanan kısmî verimlilik artışlarından arındırılmış bir ölçü olmasından kaynaklanmaktadır (Uzay, 2005: 19).

Verimin ölçülmesi konusunda çeşitli modeller ileri sürülmekte ve uygulanmaktadır (Alkan vd., 1968: 5). Ekonometrik modeller, üretim fonksiyonunun tanımlanmasını ve verimlilik değişimi ile üretim fonksiyonunun değişkenleri ile direkt bir ilişkiyi gerekli kılmaktadır. Bu yöntemler, üretim fonksiyonundaki girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkilerin tanımlanamadığını varsaymaktadır. Bu sebep ile ekonometrik modeller, verimlilik değişmelerinin tahmininde ölçme hatasını açıklama

üstünlüğüne sahiptir. Deterministik modeller, üretim fonksiyonunun tam bir tanımını ve bu yüzden parametre tahminlerini gerekli kılmamaktadır. Bu modeller, fonksiyon bazlı indeks sayılar ve matematiksel programlama yöntemleri olarak iki başlıkta değerlendirilebilir (Büyükkılıç ve Yavuz, 2005: 19).

1.1.4. Etkinlik

Etkinliğin Türk Dil Kurumu'ndaki kelime anlamı, iş görmektir. Zamana ve kişinin bakış açısına göre farklılık taşıması sebebi ile göreceli bir terim olup; değişik anlamlar barındırabilmektedir (Abid, 1998: 117). Etkinlik; minimum kaynak ile ürün ya da hizmet üretme becerisidir. Örneğin, bir işi doğru yapmak gibi (Tangen, 2005: 41). Etkinlik, bir amaca yönelik olarak gerçekleştirilen faaliyetlerin sonucunda ulaşılan çıktı değeridir. Bu doğrultuda maliyetin düşük ve çıktının fazla olması, etkinliğin yüksek çıkması açısından arzulanan bir durumdur (Çam, 2017: 2843). Diğer bir deyişle, etkinliğin yüksek olması için maliyetlerin düşük olması gereklidir. Rekabetin olduğu piyasalarda maliyet ve verimlilik ilişkisi diğer işletmeler ile rekabet gücünü saptayan bir işarettir (Yücel ve Korkmaz, 1990: 9).

Türkçe ve yabancı literatürde, akademisyenler tarafından etkinlik ve verimlilik kavramlarının birbirlerinin yerine kullanılması açısından bir fikir birliği mevcut değildir (Zengin ve Taşdöven, 2015: 85).

Etkinlik, verimliliğin alt bir ögesi olarak tanımlanmaktadır. Verimliliği düşük olan bir şirket etkin olabilir. Ancak, etkinlik elde edilmeden yüksek verimlilik seviyesine erişmek mümkün değildir. Bu anlamda; etkinliği, verimliliğin tamamlayıcı bir unsuru olarak değerlendirmek mümkün olduğu için “productive efficiency” kavramı, “etkin verimlilik veya üretim etkinliği” olarak yorumlanmaktadır (Kök, 1991: 50).

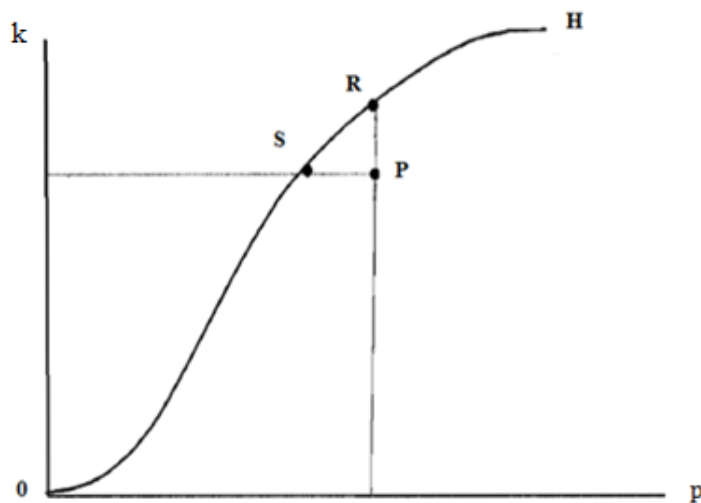
Etkinlik; faydalı olan çıktıların elde edilebilmesi için harcanan malzeme, hammadde, işçilik ve dışarıdan elde edilen hizmetler vb. şeklindeki kaynakların ne kadar etkin kullanıldığını tanımlayan bir terimdir (Baş ve Artar, 1991: 33). Dolayısıyla etkinlik, verimlilikteki gibi fiziksel bir girdi-çıktı bağı ile değil; girdinin çıktıya dönüşüm süreci ile ilgilenmektedir (Özçelik ve Kandemir, 2017: 44). Etkin üretim; istenen sonuçlar üreten bir süreçtir (Brinkerhoff ve Dressler, 1990: 19).

Herhangi bir firmanın çıktısı, o firmada kullanılan girdilerin miktar ve bileşimine bağlıdır. Çıktılar ile girdiler arasındaki bu bağlantı, matematiksel olarak

Üretim fonksiyonu altında gösterilmektedir ve kavram; teknoloji ile skca ilgili olmakla birlikte, aslında ekonomiktir (ztrk ve Aydın, 1985: 26). Öyleyse retim fonksiyonu; mikro ekonomik teoride, bir işletmenin üretim fonksiyonu belirli bir zamanda girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır (Aigner ve Chu, 1968: 827). Üretim, ihtiyaç duyulan ürün ve hizmetin; işçilik, makine ve teizat, materyal girdiler ve yönetim gibi faktörlerin kullanılarak yaratılmasıdır. Üretim fonksiyonu da verilen teknoloji ve bahsedilen bu girdilerle üretilen maksimum çıktı miktarını gösteren bir tablo veya bir matematik denklemdir (Ba ve Artar, 1991: 326). Üretim fonksiyonları genellikle, firmaların örneklem verilerini kullanarak tahmin edilmektedir (Coelli vd., 2003: 11).

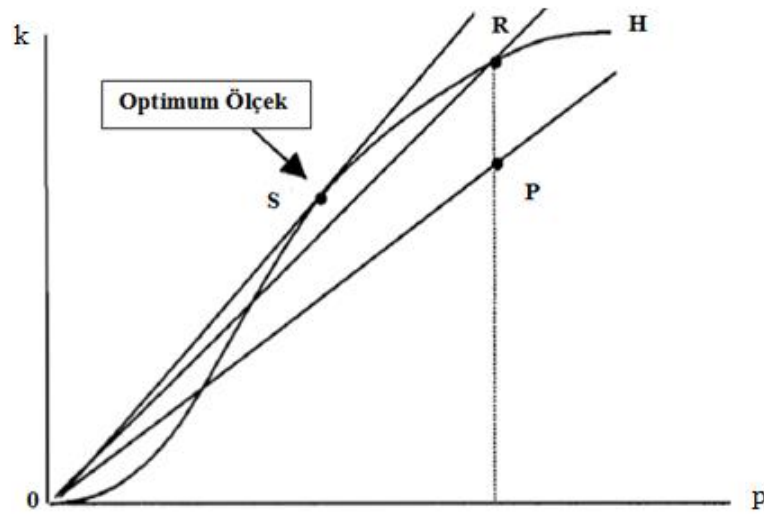
Şekil 2’de OH, retim sınırını ifade etmektedir. Yani, p olan girdi ve k olan çıktı birleşimleri için uygun olan üretim kümesi tanımı gösterilmiştir. Bahsedilen retim kümesi, üretim sınırı olarak ifade edilen OH ile p eksenindeki bütün noktaları kapsamaktadır ve üretim sınırındaki bütün noktalar, uygun olan üretim kümesinin alt kümelerini belirtmektedir (avmak ve avmak, 2017: 24). Dolayısıyla da S ve R noktaları, üretim sınırı çizgisinde faaliyette buldukları için etkindir; P noktası ise üretim sınırı çizgisinin altında kaldığı, dolayısıyla da aynı girdi miktarı ile daha fazla çıktıya ulaşılabileceği için etkin değildir (Coelli vd., 2005: 3).

Üretim sınırından sapmaların tümünün firmanın etkin olmaması yüzünden olduğu düşünülen yaklaşımlar, deterministik olarak tanımlanmaktadır. Aksine; sapmaların, şans gibi rastsal dışsal faktörlerden de olabileceğini kapsayan yaklaşımlar ise stokastik sınır üretim fonksiyonunu barındırmaktadır (Greene, 2008: 107).



Şekil 2: Üretim Sınırı ve Etkinlik (Coelli vd., 2005: 4)

Şekil 3'te ise etkinlik ve verimlilik arasındaki fark gösterilmektedir. Belirli bir noktadaki verimliliği ölçmek amacı ile orijinden geçen bir doğru çizilmiştir. Verimliliğin ölçümünü sağlayan, doğrunun eğimi k/p 'tir. P noktasındaki bir firma, teknik etkinlik sağlanan R noktasına geçerse, doğrunun eğimi artar ve R noktasındaki firma; aynı girdi ile daha fazla çıktı ürettiği için verimliliği daha yüksektir. R noktasından optimum ölçek olan S noktasına geçildiğinde ise ölçek ekonomisi dolayısıyla, orijinden geçen doğru üretim sınırına teğet olduğu için en yüksek verimlilik sağlanacaktır. Burada teknik etkinlik değişmemiş olup; verimlilik artmıştır. Yani verimlilik artışı, etkinlik artışı anlamına gelmemektedir (Coelli vd., 2005: 4).



Şekil 3: Etkinlik ve Verimlilik (Coelli vd., 2005: 5)

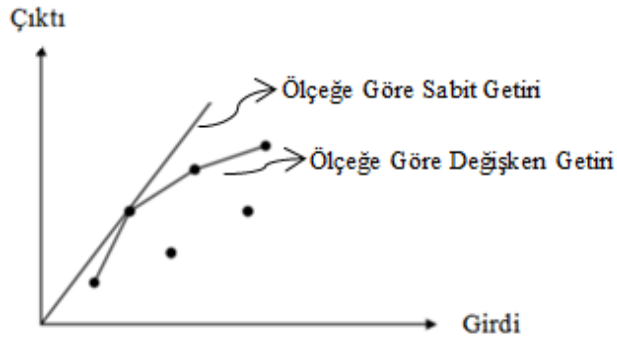
İşletmenin minimum maliyette üretim gerçekleştirmedeki başarısı maliyet etkinliği (Cost Efficiency) olarak tanımlanmaktadır. Maliyet etkinliği, Farrell (1957) tarafından Teknik Etkinlik (Technical Efficiency) ve Tahsis Etkinliği (Allocative Efficiency) olarak iki başlığa ayrılmıştır.

1.1.4.1. Teknik Etkinlik

İşletmelerin mevcut girdilerini optimum kullanarak, en yüksek çıktı elde etmekteki başarısına teknik etkinlik denmektedir (Sengupta, 1999: 505). Bu teknik etkinlik tanımı, çıktı yönlü olmalıdır. Girdi yönlü teknik etkinlik ise eldeki çıktı seviyesine, mümkün olan minimum girdi ile ulaşılmasıdır (Bakırcı, 2006: 202).

Teknik etkinlik; kaynakları israf etmeden yani minimum düzeyde fiziksel kaynak kullanarak, en yüksek çıktıyı üretmektir (Church ve Ware, 2000: 750). Bu etkinlik türü, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği olarak iki kısımdan meydana

gelmektedir. Pek çok ürün veya hizmetin üretilirken işletme büyüklüğü üretim fonksiyonunun niteliklerine göre teknik etkinlik düzeyini etkilemektedir. Bir üretimde; girdi miktarı aynı oranda arttırıldığında, çıktı düzeyindeki artış ile girdi düzeyindeki artış oranı farklılık gösteriyorsa ölçeğe göre değişken getiri vardır. Çıktılardaki artış girdilerden büyük olduğunda (farklılık pozitif yönde ise) ölçeğe göre artan getiri; çıktılardaki artış girdilerden küçük olduğunda (farklılık negatif yönde ise) ölçeğe göre azalan getiri vardır. Ancak girdiler aynı oranda arttırıldığında; çıktı düzeyindeki artış, girdilerdeki artış oranı ile birbirinden farklı değilse ölçeğe göre sabit getiri vardır (Aktaş, 2001: 165). Ölçeğe göre sabit ve değişken getirinin biçimsel farklılığı Şekil 4'teki gibidir:



Şekil 4: Ölçeğe Göre Sabit ve Değişken Getiri (Dyson vd., 2001: 248)

1.1.4.2. Tahsis Etkinliği

Piyasada meydana gelen fiyat üzerinde, alıcı veya satıcının hiçbir kontrol etme gücünün olmayışı rekabet piyasalarının başlıca önermesidir. Rekabet koşulları içinde çalışan bir firma, kâr elde etmek için faaliyet gösterir ve piyasada meydana gelen fiyatı veri olarak varsayıp, tüketici talebini gidermek için üretimini, kendisi açısından marjinal geliri belirten fiyatın marjinal maliyete denk olduğu noktaya kadar yükselterek en yüksek kâra ulaşmaya çabalar. Fiyatın marjinal maliyete denk olduğu noktada meydana gelen kaynak dağılımı, tahsis etkinliğinin elde edildiği, yani toplum bakımından optimal dağılımdır (Çetin, 2007: 4).

Tahsis etkinliği, tam rekabet koşulları altındaki fiyat mekanizmasına bağlı kaynakların tekrar dağılımını sağladığı için bir diğer adı fiyat etkinliği olarak geçmektedir. Bu etkinlik; girdi ve çıktı fiyatlarını göz önünde bulundurarak, üretim maliyetini en düşüğe indirgeyecek optimum girdi bileşimini seçmeyi amaçlamaktadır (Bakırcı, 2006: 202). Açıkça görülüyor ki; tahsis etkinliği, rekabetçi piyasalarla karşı

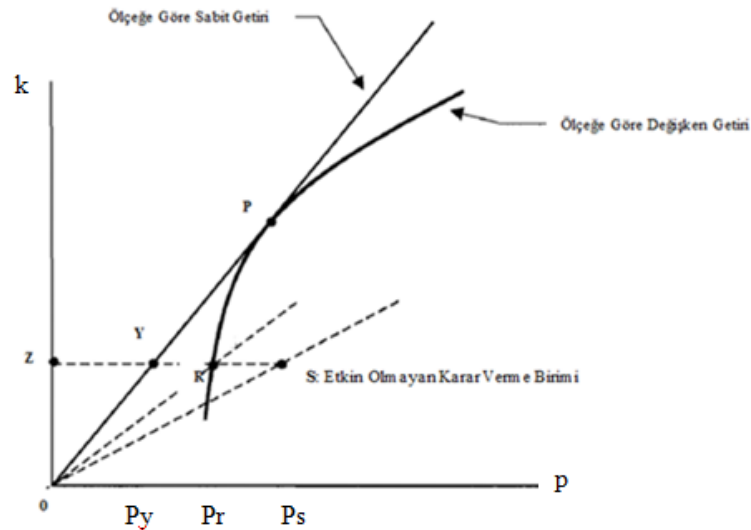
karşıya olan kâr amaçlı firmalar için en uygundur (Sengupta, 2000: 1). Tahsis etkinliğinin sağlanamaması genellikle pazar gücünden veya dışsallıklardan kaynaklanmaktadır (Church ve Ware, 2000: 750).

Bir sektördeki firmalardaki özel sektör uygulamaları için VZA modelleri, tam veya tam olmayan piyasa rekabeti altında kâr maksimizasyonuna dayanan ekonomik modellerle rekabet etmek zorundadır. Rekabetçi piyasalarda firmalar, fiyat verenler olduğunda; denge iki koşulda gerçekleşmektedir: i) firma, kârını en yükseğe çıkaran en uygun girdi ve çıktıları seçmek zorundadır. ii) toplam endüstri talebi, mücadele edecek firma sayısını belirleyecektir. İlki, her bir firmanın bireysel kâr maksimizasyon hedefi iken; ikincisi serbest giriş ve serbest çıkış varsayımına dayanmaktadır (Sengupta, 2000: 2).

1.1.4.3. Ölçek Etkinliği

Ölçek etkinliği, işletme performansını ölçmek amacı ile kullanılan kriterlerden bir tanesidir. Bu etkinlik türü, en verimli ölçek büyüklüğüne olan yakınlıktır (Atilla, 2010: 40). Diğer bir deyişle, işletmenin uygun bir ölçekte üretimini gerçekleştirme becerisidir. Ölçeğe göre sabit ve ölçeğe göre değişken getiri hipotezleri sonucunda ortaya çıkan üretim sınırları arasında olan uzaklık ile hesaplanmakta olup Eşitlik (1.1)'deki gibi oranlanmaktadır. Bu iki sınırın birbirine teğet olduğu nokta ise optimum üretim ölçeğidir (Deliktaş, 2002: 255).

$$\text{Ölçek etkinliği} = \frac{\text{Ölçeğe göre sabit getirideki teknik etkinlik}}{\text{Ölçeğe göre değişken getirideki teknik etkinlik}} \quad (1.1)$$



Şekil 5: Ölçek Etkinliği (Coelli vd., 2005: 61)

Bir girdili (p) ve bir çıktılı (k) olan bir sistemdeki ölçek etkinliği Şekil 5'te gösterilmiştir (Coelli vd., 2005: 61). Şekil 5'teki S isimli karar verme birimi (KVB) için teknik etkinlik ve ölçek etkinliği girdi yönlü yaklaşımda Eşitlik (1.2) ve Eşitlik (1.3)'teki gibi incelenebilmektedir (Kumar ve Gulati, 2008: 43):

$$\text{Ölçeğe göre değişken getiri hipotezi altındaki teknik etkinlik: } OP_r / OP_s \quad (1.2)$$

$$\text{Ölçeğe göre sabit getiri hipotezi altındaki teknik etkinlik: } OP_y / OP_s$$

$$\text{Ölçek etkinliği: } OP_y / OP_r \quad (1.3)$$

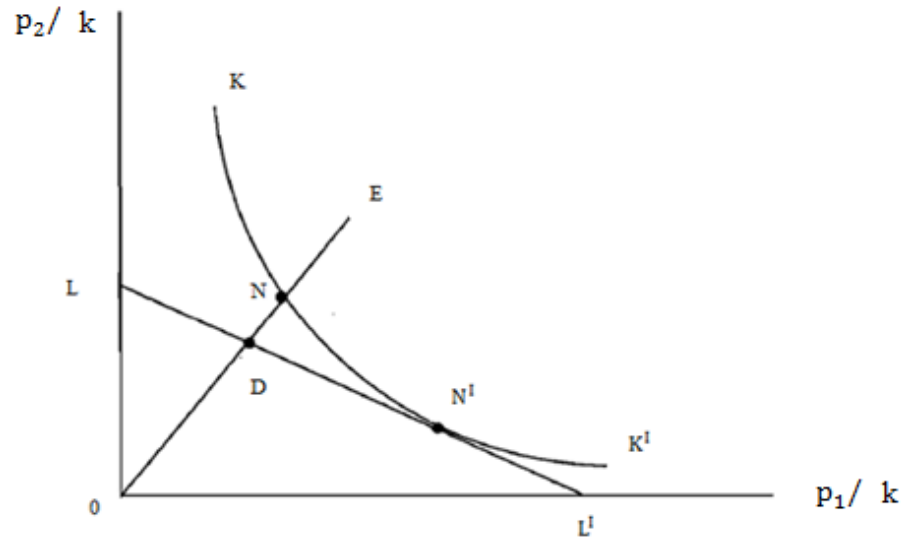
1.1.4.4. Toplam Etkinlik

Toplam etkinlik; teknik etkinlik ve ölçek etkinliğinden meydana gelmektedir. Dolayısıyla, herhangi bir KVB'nin toplam etkin olabilmesi için ölçek ve teknik olarak etkin olmalıdır. Toplam etkinlik, bu iki etkinlik türünün çarpımı ile elde edilmektedir. (Keskin, 2017: 123).

1.1.4.5. Farrell Etkinlik Ölçümü

Farrell (1957); bir üretim faaliyeti için, girdileri azaltmaya yönelik iki girdi (p_1 ve p_2) ve tek çıktıdan (k) meydana gelen bir çalışma gerçekleştirmiştir. Girdi kullanılarak, tek bir çıktının elde edildiği etkin üretim fonksiyonunun eş ürün eğrisi KK^I ; eş maliyet doğrusu ise LL^I ile belirtilmekte olup, farklı girdi miktarları kullanılarak, farklı çıktı miktarlarında E, N ve N^I olan üç firma olarak Şekil 6'da gösterilmiştir. N firmasında teknik etkinlik sağlanıp; tahsis etkinliği sağlanamamıştır. N^I firmasında ise tahsis etkinliği sağlanmıştır. E firmasında, her iki etkinlik de sağlanamamış olup; tahsis etkinliği OD/ON biçiminde gösterilmektedir ve E firmasının ekonomik etkinliği (toplam etkinliği) Eşitlik (1.4)'te verilmiştir (Farrell, 1957: 254-255).

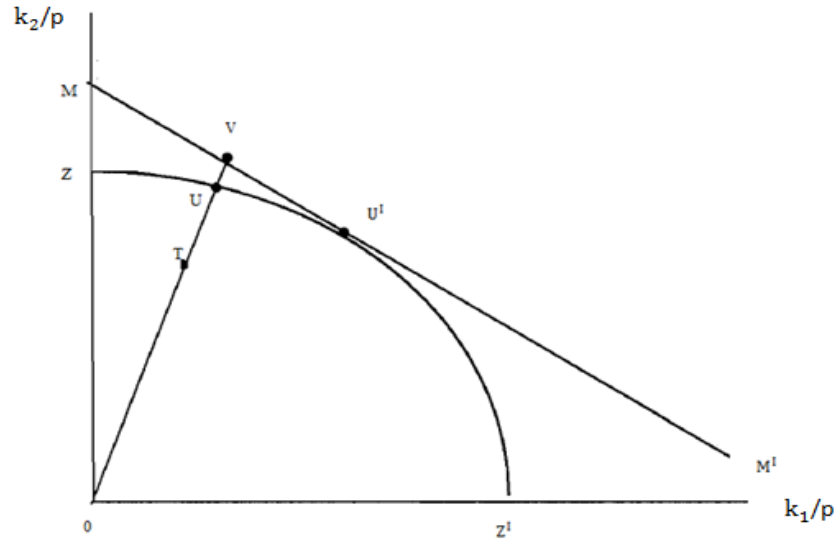
$$RE = \frac{OD}{OE} = \frac{ON}{OE} * \frac{OD}{ON} \quad (1.4)$$



Şekil 6: Etkinliğin Gösterimi – Girdi Yönlü (Farrell, 1957: 254)

Şekil 7’de ise bir girdi (p) ile iki çıktı (k_1 ve k_2) üretmek için çıktı yönlü etkinlik gösterilmiştir. MM^1 doğrusu eş üretim doğrusu olup; belli bir üretim seviyesine varmak için gereken çıktı miktarlarının geometrik yerini ifade etmektedir. U noktasında teknik etkinlik sağlanmış olup; tahsis etkinliği sağlanamamıştır. U^1 noktasında ise tahsis etkinliği sağlanmıştır. T noktasında hiçbir etkinlik sağlanamamıştır ve bu noktanın tahsis etkinliği OU/OV ile gösterilmektedir, ekonomik etkinliği (RE) ise teknik etkinlik ile tahsis etkinliğinin çarpımı olup; Eşitlik (1.5)’teki gibi ifade edilebilir (Coelli vd., 2005: 56).

$$RE = \frac{OT}{OV} = \frac{OT}{OU} * \frac{OU}{OV} \quad (1.5)$$



Şekil 7: Etkinliğin Gösterimi – Çıktı Yönlü (Coelli, 1996: 7)

1.1.5. Etkinlik Ölçme Yöntemleri

Etkinlik ölçme yöntemleri; oran analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler olarak üç kısma ayrılmaktadır (Baysal vd., 2004: 438). Bu yöntemlerin tümünün kendisine has üstünlükleri ve sakıncaları mevcuttur (İnan, 2000: 83).

1.1.5.1. Oran Analizi (Rasyo Analizi)

Oran analizi, bu yöntemler içinde sıkça karşılaşılan ve en basit olanıdır. Kullanılan girdi ve çıktıların birbirine bölünmesi biçiminde bulunur. Tek boyutlu, yani tek çıktının tek girdiye oranı olduğu için işletmelerin performanslarını hesaplamada yetersizdir (Baysal vd., 2004: 438). Etkin bir standart varsa, kullanılan standardın gerçek kaynağa oranı, bir verimlilik oranını temsil etmektedir. Gerçek çıktı ile etkin çıktı arasındaki oran, 1 veya % 100'e eşitse, işlem maksimum verimlilikle çalıştırılabilir. Standartlar yoksa oranlar genellikle işletme performansının bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (Sherman ve Zhu, 2006: 29). En iyi bilinen oranlar genellikle finansman ve üretim ile ilgili olanlardır, dolayısı ile daha çok malî performansın ölçümünde kullanılmakta ve kârlılığın göz önünde bulundurulduğu işletmeler için iyi bir yöntem olarak değerlendirilmemektedir (Şimşek, 2013: 62). Dolayısıyla, oran analizi sonucunda ulaşılan sonuçlar performans belirlemesi değil; bir durum belirlemesidir (Benli, 2009: 47).

Oran analizinin tutarsız sonuçlar vermesinden ve firmaların veya sektörün performansı hakkında bilgi edinilmesinde yetersiz kalmasından dolayı, sektörel

çalışmalarda oran analizi ile birlikte parametrik olmayan analiz yöntemleri de kullanılmak durumundadır (Başar vd., 2008: 19).

1.1.5.2. Parametrik Yöntemler

Verimlilikte kullanılan sınır fonksiyonlarının tahmini için yararlanılan yöntemler arasındaki en büyük farklılık “parametrik” sözcüğünden kaynaklanmaktadır (Aydemir, 2002: 38). Öncelikle parametre kavramı, yığını belirlemek için hesaplanan değerdir ve bu değerler çoğu zaman bilinmeyen değerlerdir (Gamgam ve Altunkaynak, 2008: 3). Parametrik yöntemler, etkinlik ölçümü gerçekleştirilen KVB’ye ait üretim fonksiyonunun, çözümlenmeli bir yapıda bulunduğunu varsaymaktadır (Oruç, 2008: 8). Bu yöntem, deterministik doğrusal programlama kullanılmaktadır (Aydemir, 2002: 38). Kısacası, en mühim özelliği sonlu sayıda değişkeni bulunan ve fonksiyonel biçimi tanımlanmış bir üretim fonksiyonu ihtiyacı varsayımının uygulanmasıdır (Dinçer, 2011: 52).

Sıkça karşılaşılan yöntemlerden birisi regresyon analizidir (Erpolat ve Cinemre, 2011: 208). Regresyon analizleri, yalnızca tüm gözlemlerin kendileri verimli olduğunda etkin ilişkilerini yansıtır. Bu teknik; kâr maksimizasyonunu içeren tüm işletmeleri verimli üretim sınırlarında veya bu sınırın yakınlarında yönetmesi için motive ettiği düşünülmekte olan endüstri çalışmalarında kullanılmaktadır (Sherman, 1984: 924). Yani bu analiz, kendi arasında sebep sonuç ilişkisi taşıdığı bilinen; bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi tespit etmeye yöneliktir. Regresyon doğrusu üzerindeki birimler etkin; bu doğru üzerinde bulunmayan birimler ise etkin olmayan olarak kabul edilmektedir (Özden, 2008: 168). Regresyon analizleri genellikle, kesit analizini uygulamakta ve aynı ürün ya da hizmeti üreten birimlerin verilerini kullanılmaktadır (Kirmanoğlu ve Çak, 2000: 329).

Birden fazla girdi ve tek bir çıktının belirlendiği regresyon denklemi Eşitlik (1.6)’daki gibidir. k çıktıyı; p_0 regresyon doğrusunun k ekseninden geçtiği noktayı; p_1, p_2, \dots, p_n girdilerin katsayısını; h_i ise hata terimini tanımlamaktadır (Çavmak ve Çavmak, 2017: 26).

$$k = p_0 + p_1x_1 + p_2x_2 + \dots + p_nx_n + h_i \quad (1.6)$$

Regresyon analizi, oran analizine kıyasla ikiden fazla değişken ile inceleme imkânı sağladığı için daha gerçekçi ve daha geniş bir içeriğe sahiptir. Ancak, bazı

dezavantajları da mevcuttur (Gülcü vd., 2004: 94). Tek çıktı belirlenmesine bağlı, çıktıların ortak bir birim bazında tek bir değere indirgenmesinin zorluğu; etkinlik değerlendirmesinin ortalama değere göre karşılaştırılması nedeniyle etkinlik sınırından uzakta bulunan birimlerin de etkin çıkma ihtimali; üretim fonksiyonunun parametrik belirlendiği ve bu yüzden üretim birimlerine farklı teknoloji veya amaç kombinasyonlarının tanımlanamaması bu yöntemin dezavantajları arasındadır (Güran ve Cingi, 2002: 64). Regresyon çizgisinin hesaplanması esnasında, istatistiksel açıdan rassal bir hata payı bulunduğu için kimi durumlarda bu regresyon çizgisi üstünde herhangi bir gözlem bulunmayabilir. Bu da; gerçekten bir rassal hata payı mı olduğu yoksa etkin olmayan durumda mı olduğunun fark edilmesini zorlaştırmaktadır (Tarkoçin ve Gencer, 2010: 20).

Bir diğer yöntem, Stokastik Sınır Analizi (SSA) yöntemidir. Bazen, ekonometrik sınır yaklaşımı ismiyle de anılan SSA; maliyet, kâr veya üretim ilişkisi için işlevsel bir form belirterek, girdiler, çıktılar ve çevresel faktörler arasında fonksiyonel bir ilişki kurar ve rassal hatayı göz önünde bulundurur. Etkinsizliğin varsayıldığı yerde oluşan bir hata modeli önermektedir; yani rassal hatalar genelde standart normale göre simetrik bir dağılımı takip ederken; etkin olmayan KVB'ler asimetrik dağılımı takip etmektedir (Berger ve Humphrey, 1997: 178). Yani, hata terimi iki kısma ayrılmıştır. Birinci kısım, istatistiksel kirliliği, örnekleme hatalarını ve rassal şokları ölçer ve normal dağıldığını varsayar. Hata teriminin ikinci kısmı ise verimsizliğin iki ölçümünü yansıtır ve tek taraflı bir dağılımı olduğunu varsayar (Craycraft 1999: 24). SSA ile genellikle stokastik üretim fonksiyonlarının hesaplamalarında karşılaşılmaktadır. Diğer bir deyişle, girdilerin çıktı üzerindeki etkisini ortaya koyan parametreler, biçimlendirilmiş bir üretim fonksiyonu için hesaplanmaktadır (Kirmanoğlu ve Çak, 2000: 336).

Başka bir yöntem ise kalın sınır yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, etkinsizlik veya rassal hata üzerinde hiçbir dağılım varsayımını içermemekte olup; yalnızca beklenen ve gözlemlenen performans değerleri arasındaki farkların en yüksek ve en düşük değerlerinin rassal hatayı; diğer kalan performans değerlerinin, etkin olmayan KVB'leri meydana getirdiği varsayılmaktadır (Berger ve Humphrey, 1997: 178-179).

1.1.5.3. Parametrik Olmayan Yöntemler

Parametrik olmayan yöntemler, parametrik yöntemlerdeki ve oran analizindeki bulunan sakıncaları taşımayan etkinlik ölçüm yöntemlerinden birisidir ve parametrik

yöntemlerdeki eksiklikleri tamamlamak amacıyla oluşmuştur (Doğan ve Gencan, 2014: 92). Bu yöntemler, yeterli esnekliği sağlayarak bir avantaj ortaya koymaktadır (Syrjänen vd., 2006: 19).

Parametrik yöntemler veri kümesinden bilinmeyen parametrelerin tahmin edilmesine dayanmakta olup; parametrik olmayan yöntemlerde tahmin yerine hesaplama yapılmaktadır (Kumbhakar vd., 1991: 67). Bu yöntemlerde, etkin sınıra olan mesafe doğrusal programlama tabanlı yöntemler yardımı ile hesaplanmaktadır (Thanassoulis, 2001: 10). Yani parametrik olmama kavramı ile üretim teknolojisine ilişkin sonlu sayıda değişkeni bulunan bir fonksiyon sınıfına ilişkin olma hipotezi yapılmadığı anlatılmaktadır (Büyükkılıç ve Yavuz, 2005: 52).

Parametrik olmayan yöntemlerin, parametrik yöntemlerdeki gibi KVB'ye ait üretim fonksiyonunun, çözümlenmeli bir yapıda bulunduğunu varsayma zorunluluğu olmadığı için, görece avantajlı durumdadır ve bu yöntemlerin birden çok girdi ve çıktı değişkenini incelemek gibi avantajları da mevcuttur. Buna rağmen, rassal bir hata terimi bulunmaması nedeni ile çeşitli sebeplerden meydana gelen hataları modele ilettiği için de etkinlik sınırı hatalı bir biçimde belirlenebilmesi gibi bir sakıncası da vardır (Berger ve Humphrey, 1997: 177).

Parametrik teknoloji düz; parametrik olmayan parçalı doğrusal bir yapı göstermektedir (Aydemir, 2002: 38). Çoğu parametrik olmayan yöntemler üretim sınırlarını tahmin etmek için, VZA ve serbest atılabilir zarf analizi (Free Disposable Hull, FDH) yöntemlerine dayanmaktadır (Cazals vd., 2002: 1). Farrell'in etkinlik ölçüm yaklaşımı ve Charnes, Cooper ve Rhodes'un 1978'de geliştirdiği VZA yöntemi ile sıkça karşılaşılmaktadır (Karahana ve Özgür, 2011: 99).

1.2. Veri Zarflama Analizi (VZA)

Veri Zarflama Analizi (VZA), girdilerden çıktılar elde etmek amacıyla, KVB'lerin etkinliğini ölçmeye yarayan bir yöntem olup; parametrik değildir ve ayrıca tüm verilerin bir sayısal değerinin olduğu varsayılmaktadır (Mugera, 2013: 503). Parametrik olmayan sınır analizleri, yani VZA, performans ölçüm problemlerini incelemek için kullanılan yöntemlerden birisidir (Athanasopoulos ve Shale, 1997: 119). Sınır analizlerinde, birden fazla çıktı kullanılabilir. Belirli bir KVB'yi diğerlerine göre inceleyerek, etkinlik sınırını oluşturmak asıl amaçtır. Çizilen bu sınır üzerindeki KVB'ler etkin; altındaki KVB'ler ise daha az etkin biçimde görülmektedir. Analizin

hareket noktası; belirli bir KVB'nin etkin olup olmadığı incelenirken, eldeki girdiler ile en fazla çıktıyı elde etmek veya belirli bir çıktıyı meydana getirmek amacıyla en az girdi maliyetlerini kullanmaktır (Craycraft, 1999: 21-22). Yöntem istatistiksel olmayıp; deterministiktir ve matematiksel bir yöntemdir (Dinçer, 2011: 37). Bir sınır (frontier) tanımlayarak, her bir firmanın etkinliğini bu sınıra uzaklığına göre çözümlenmektedir (Benli, 2009: 48). Yani doğrusal programlama kullanılarak gözlemlenen girdi ve çıktı miktarına bağlı bir etkinlik sınırı tespit edilmekte olup; KVB'nin bu sınıra olan uzaklığı, ilgili KVB'nin göreceli etkinlik oranını tanımlamaktadır (Caner ve Kontorovich, 2004: 361, Karahan ve Özgür, 2011: 101). Doğrusal programlama ise her çeşit üretim fonksiyonlu işletmenin maksimum kârlı ya da minimum maliyetli üretim yapısını tanımlamada yaygın bir biçimde uygulanmaktadır (Öztürk, 2011: 47).

Çoğu zaman, etkinlik “Çıktı / Girdi” biçiminde hesaplanmaktadır (Cooper vd., 2006: 1). Bir süreç birden fazla girdi ve çıktıya sahip ise bu formül ile ölçüm yapmak zor olduğu için VZA meydana gelmiştir (Özbek vd., 2009: 823). VZA bu yönüyle, kullanıcıya daha rahat faaliyet gösterebilme fırsatı sağlamaktadır. Çünkü gerçek hayattaki problemlerin, pek çok faktörün aynı anda ele alınmasını gerektiren karışık bir mekanizması vardır (Aydemir, 2002: 47).

VZA, KVB'lerin etkinliğini değerlendirmede sıklıkla kullanılmaktadır. Tipik bir istatistiksel yaklaşım, merkezî bir eğilim yaklaşımı olarak nitelendirilir ve KVB'leri ortalama bir KVB'ye göre değerlendirir. Aksine VZA, her KVB'yi yalnızca en iyi KVB'ler ile kıyaslar (Kahraman ve Tolga, 1998: 340). Üretim teknolojisinin yapısı ile ilgili bazı varsayımlara tabi olarak, verileri mümkün olduğunca sıkıca zarflar (Fried vd., 1993: 26).

Çok girdili ve çok çıktılı olan durumlarda VZA seçimi, geniş imkânlar sunmakta olup; çok girdiye ve çok çıktıya sahip etkinlik skoru, ağırlıklandırılmış çıktının ağırlıklandırılmış girdiye oranı biçiminde belirlenmektedir (Talluri, 2000: 8). Girdilerin ve çıktıların her biri için ağırlıkların önceden tanımlanmasına ihtiyaç duyulmadan, VZA çıktı/girdi verimlilik göstergesini hesaplamaktadır (Benli, 2009: 51).

VZA yöntemi, kaynakların genel kullanımını artırmadan yüksek çıktılara neden olabilecek alternatif girdi yapılandırmalarını belirleyebilir. VZA, işletme yönetiminin KVB kıyaslamasını sağlayan bir doğrusal programlama tekniğidir (Avkiran, 2001: 58). Bu teknik, pek çok girdi ve çıktıyı barındıran sistemlerde kolaylıkla hesaplanabilmekte

olup; karşılaştırma yapabilmek için ise aynı girdi ve çıktıyı kullanan işletmelerde kullanılabilir (Charnes vd., 1978: 429). Girdileri ve çıktıları belirlemede genellikle uzman görüşlerden, edinilen tecrübelerden veya ekonomik kuramlardan faydalanılmaktadır (Golany ve Roll, 1989: 239).

VZA, Farrell'in 1957'deki etkinlik ölçme yöntemi VZA'nın temelini oluşturmaktadır (Farrell, 1957: 253). Farrell'in çalışması ışığında; VZA, 1978 yılında Charnes ve arkadaşlarının "Karar Verme Birimlerindeki Etkinliğin Ölçümü" (Measuring the Efficiency of Decision Making Units) adlı çalışması sayesinde ismini duyurmuştur (Charnes vd., 1978: 429). VZA; Farrell'in ölçeğe göre sabit getiri varsayımını yumuşatarak, teknik etkinliğin yanında ölçek etkinliğinin de ölçülebilir hale gelmesine olanak sağlamıştır (Banker vd., 1981: 1370, Banker vd., 1984: 1078).

VZA; bütün KVB'lere serbest ağırlıklar verilmesini sağlamaktadır. Ancak bu KVB'lerin hepsinin etkin olmasını sağlayacak ağırlıkları seçmesinin önüne geçmek için, herhangi bir KVB'nin %100'ü aşmaması ve herhangi bir ağırlığın 0'dan küçük olmaması üzere probleme iki kısıt getirilmiştir. Verilen bu kısıtlar sayesinde ise ağırlıklarına serbest bir biçimde karar verebilen KVB'ler, esasen en iyi ağırlık kümesini belirlemektedir (Ulucan, 2002: 187-189).

Başlangıç aşamasındaki değişken sayısının fazla olması gerekmektedir (Golany ve Roll, 1989: 239). VZA modelindeki ayrıştırma kabiliyetinin iyi olması için fazla miktarda girdi ve çıktı elemanının belirlenmesi bir avantajdır ve belirlenen bu girdi ve çıktılar her bir KVB'de kullanılıyor olmalıdır. Ancak, kullanılması gereken KVB sayısı ile ilgili net bir kural olmamakla birlikte, literatürde çeşitli öneriler vardır. Örneğin; girdi miktarı p , çıktı miktarı da k ise en az $p + k + 1$ adet KVB'nin bulunması gerektiği çeşitli çalışmalarla tavsiye edilmektedir (Atan, 2003: 75). Başka öneriler ise t KVB sayısı için, KVB'nin en az $(p + k) < t/3$ tane veya $p * k * 2$ olması yönündedir (Dyson vd., 2001: 248, Jenkins ve Anderson, 2003: 54). Girdi eleman sayısının, çıktı eleman sayısından fazla olması gerektiği görüşü de mevcuttur (Tankersley ve Tankersley, 1996: 42).

Etkin olmayan KVB'lerin etkin olabilmesi amacı ile girdilerde ve çıktılarda yapılması istenen değişiklik miktarını gösteren potansiyel iyileştirme oranları hesaplanabilmektedir. Etkin olmayan KVB'yi etkin duruma getirebilmek için, potansiyel iyileştirme yüzdesi negatif çıkan değişken değeri potansiyel iyileştirme

oranında azaltılmalı, pozitif çıkan değişken değeri ise potansiyel iyileştirme oranında arttırılmalıdır. Potansiyel iyileştirme oranı sıfır ise herhangi bir iyileştirmeye ihtiyaç duyulmadığı anlaşılmaktadır. Potansiyel iyileştirme oranlarının hesaplanması Eşitlik (1.7)'de gösterilmiştir (Özden, 2008: 173):

$$\text{Potansiyel İyileştirme} = \frac{\text{Hedef Değer} - \text{Gerçekleşen Değer}}{\text{Gerçekleşen Değer}} * 100 \quad (1.7)$$

VZA'da KVB'ler görelî biçimde etkin ve etkin olmayan birimler olarak iki grupta toplanmıştır. Etkin sınırı, görelî biçimde etkin olan KVB'ler tarafından oluşturulurken; etkin olmayanlar etkin olanlara benzetilmeye uğraşılır (Yıldırım ve Önder, 2015: 205). Bu yüzden, bu VZA'daki etkinlik sınırı, varsayılan bir sınır olmayıp; aksine gerçekleşen bir gözlem durumundadır (İnan, 2000: 85). Görelî olarak etkin olan KVB'lerin her biri için bir doğrusal programlama kümesinin hesaplanması ile her bir KVB'nin görelî etkinlik skoru, girdi ve çıktıların ağırlıkları ve etkin olmayan KVB'lerin amaç kabul edecekleri bir referans kümesi elde edilir. Bu sayede etkin olmayan KVB'leri etkin duruma getirebilmek için politikalar geliştirme konusunda yöneticilere yardımcı olunur (Kocakoç, 2003: 2).

1.2.1. Üretim İmkân Kümeleri

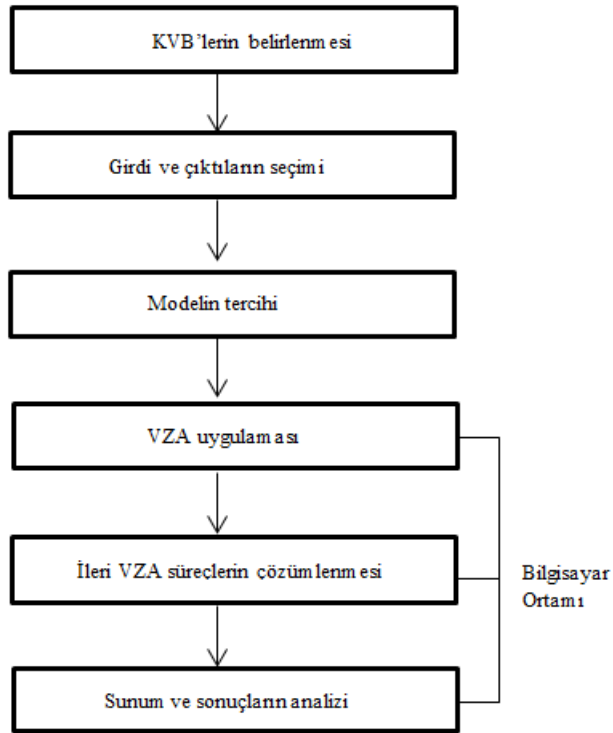
Üretim; ekonomide fayda yaratma süreci, yani gereksinimleri doyumayı sağlayan ve faydalı olan ürün veya hizmetleri oluşturmaktır (Demir ve Gümüšoğlu, 2003: 5). Teknoloji ise insanın çevresini değiştirmek amacıyla sahip olduğu ve kullandığı farklı yöntemlerin tümüdür. Diğer bir deyişle, insanın üretim etkinliklerini gerçekleştirirken müracaat ettiği yöntemlerin tümüdür (Demir, 1981: 2).

Üretim teknolojisi, bir üretim sürecinde girdinin çıktıya dönüşmesi olarak basit bir şekilde açıklanabilir. Bu dönüşümün etkin bir biçimde olabilmesi, belli bir girdi ile en fazla çıktıyı sağlamakla ya da belli bir çıktı için en düşük girdinin kullanılması ile mümkündür. Üretim İmkân Kümeleri (Production Possibility Sets) ise belli bir üretim teknolojisi ile imkân sağlanan etkin ya da etkin olmayan tüm girdi ve çıktı dönüşümlerini içermektedir (Yolalan, 1993: 7). Teknolojik gelişme; üretim, yönetim ve işletme, pazarlama yöntemlerindeki yenilikleri ve gelişmeleri, yeni özellikteki ürünlerin elde edilmesini tanımlamaktadır. Üretim tekniğindeki değişme ve mevcut bilgi ve tekniğin farklı üretim birimlerince kullanılması teknolojik gelişme olmadığı gibi, bilimsel bilgi düzeyindeki artış ancak uygulamaya yöneldiği sürece teknolojik gelişme

olarak isimlendirilebilir (Köse, 1992: 27). Herhangi bir endüstride etkinlik ölçümü gerçekleştirilebilmek için, ilk olarak o endüstriyi meydana getiren türlü ekonomik karar birimlerinde kullanılan girdi ve çıktıların ölçümüne ihtiyaç duyulmakta ve incelenmiş olan girdi ve çıktı skorlarından yola çıkılarak bahsî geçen endüstriye ait üretim imkân kümeleri tanımlanmaktadır (Yolalan, 1993: 7).

1.2.2. VZA Süreci

VZA sürecindeki ilk adım, değerlendirilecek olan birimlerin belirlenmesidir. Bu birimler, kendisine benzer diğer birimler ile karşılaştırılacak olan ve aynı girdileri tüketerek, aynı çıktıyı elde eden KVB'lerdir (Cooper vd., 2007: 22). Bununla birlikte, VZA'da takip edilmesi gereken işlem adımlarını altı ana başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar sırasıyla Şekil 8'de özet bir biçimde sunulmuştur:



Şekil 8: VZA Süreci (Golany ve Roll, 1989: 240)

VZA, girdi ve çıktı yönlü olarak iki taraflı uygulanabilmektedir. Temelde birbirilerine çok benzemekle birlikte yöntem; girdi yönlü olduğunda, en az girdiyi değerlendirmeyi; çıktıya yönelik olduğunda ise en fazla çıktıyı elde etmeyi hedeflemektedir (Thanassoulis, 2001: 23). Belli bir çıktı bileşimini en etkin şekilde üretebilmek için kullanılacak en uygun girdi bileşimini belirlemeye çalışan modeller girdiye yönelik modellerdir. Belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi

elde edilebileceğini araştıran modeller ise çıktıya yönelik modeller biçiminde değerlendirilmektedir (Başar vd., 2008: 73).

1.2.3. VZA'nın Avantajları ve Dezavantajları

VZA'da hesaplamaların nitelikleri aşağıdaki biçimdedir (Charnes vd., 2001: 8):

- Özünde genel ortalamalar yerine, bireysel gözlemler vardır.
- Girdi değişkenlerinden yararlanması yönünden, hedeflenen çıktı değişkenini üretmek için her KVB için bir tane toplam ölçüm meydana getirir.
- Eş zamanlı olarak birden fazla ve birbirinden farklı ölçü birimlerinde olan girdi ve çıktı kullanılabilir.
- Ayar, dışsal değişkenler ile yapılabilir.
- Kukla değişkenler katılabilir.
- Girdiler-çıktılar için herhangi bir ağırlık veya fiyat bilgisi gerekli olmadığı için koşulsuzdur.
- Üretim ilişkisindeki fonksiyon üzerinde herhangi bir sınırlama yoktur.
- Etkin sınır altındaki KVB'leri etkin sınırlara yaklaştırabilmek amacıyla, girdi ve çıktılarda istenilen değişikliklerde hususî tahminler türetilir.
- Sınırların merkezî eğilimlerinden daha çok, optimum uygulama sınırlarının meydana gelmesine yoğunlaşır. Yani, herhangi bir istatistiksel yöntem, merkezî eğilim yaklaşımıyla aynı tip üreticileri (aynı girdilerle aynı çıktıları üreten üreticiler) ortalama bir üreticiye yönelik olarak incelerken; VZA, her bir üreticiyi sadece en iyi üreticiler ile birlikte kıyaslamaktadır.
- Her bir KVB'nin görelî incelenmesinde sıkı eşitlik ölçütlerini uygular.

Yukarıda verilen özelliklerde VZA'nın etkili yanları vurgulanmıştır. Teknoloji hakkında hiçbir bilgi gerektirmemesi ya da az bilgi gerektirmesi; az varsayım içermesi de etkili yanları arasındadır (Syrjänen vd., 2006: 18). Ayrıca, kullanılan tüm bilgiler denetlenmiş verilere dayanmakta olup; hesaplanması kolay bir yöntemdir ve bu yöntem standartlaştırılmış, tutarlı ve sabit bir ölçü sağlamaktadır (Yalama, 2006: 54). VZA; görelî etkinliğinin yanı sıra, her bir birimin performansı hakkında daha iyi bir fikir edinmede ve performanslarını iyileştirmek için KVB'lerin yönlendirilmesini ve etkin olmayan her bir KVB için, etkin durumda olan referans birimlerini tanımlanmasına da

olanak tanımaktadır (Boussofiane vd., 1991: 14). Bu tanımlama, diğer KVB'lerin en iyi KVB'lerin oluşturduğu etkinlik sınıra olan radyal uzaklıkların ölçülmesiyle elde edilmektedir (Şimşek, 2013: 64).

VZA yöntemi ile gerçekleştirilen araştırmalardan sağlanan verimlilik değerleri göreceli olup; mutlak bir verimlilik ölçütü mevcut değildir (Colbert vd., 2000: 659). Hatalara karşı hassas olması, hedeflenen zaman aralığından daha fazla zaman alabilmesi, yanlış tanımlanan girdi ve çıktı sonucunda buna bağlı olarak yanlış neticeye ulaşılma ihtimalinin olması, parametrik olmadığı için sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin yapılabilirliğinin güçlüğü VZA'nın etkin olmayan yanları olarak ifade edilebilir (Charnes vd., 2001: 8, Ray, 2004: 14, Ozcan, 2008: 17). İstatistiksel tabanlı olmaması nedeniyle de, optimum modelin seçilip seçilmediğine ilişkin sonuç elde edilememektedir (Smith, 1997: 233). Bu yöntemde; girdi ve çıktılarda ağırlıklardaki esneklikten dolayı, gerçek dışı skorlara ulaşılabilir (Jahanshahloo ve Damaneh, 2005: 1038).

1.2.4. Veri Zarflama Analizi Modelleri

Asıl VZA modellerinin temeli, girdi ve çıktıların oran ölçeği doğrultusunda kesin değerler tarafından ölçüldüğü hipotezine dayanmaktadır (Despotis ve Smirlis, 2002: 24). Zamanla, VZA ile ilgili birçok model türetilmiştir. Bunlardan sıkça kullanılanları CCR ve BCC modelleri ve toplamsal modeldir. BCC modelinde, KVB'nin etkin olabilmesi için teknik etkinlik yeterli iken; CCR modelinde teknik etkinliğin yanında ölçek etkinliği şartı da gereklidir. Bu doğrultuda CCR modeli, sabit getirideki toplam etkinliği; BCC modeli ise değişken getirideki oranlara göre teknik etkinliği ölçmektedir. (Demir, 2014: 38). Bu modeller, girdi ve çıktı yönlü olarak iki yönlü kullanılabilirliği için VZA'nın sonucu yorumlama becerisi ve uygulanma alanı da artmıştır (Bolat vd., 2016: 4). Girdi yönlü modeller, tanımlanan çıktı bileşimini oldukça başarılı bir biçimde meydana getirebilmek için yararlanılacak olan optimum girdi bileşiminin nasıl olacağını; çıktı yönlü modeller ise tanımlanan girdi bileşimi ile maksimum hangi miktarda çıktı bileşimine ulaşılacağını araştırmaktadır (Doğan, 2016: 20). Girdi ve çıktı ayrımı yapmadan; her iki durumu da bir arada değerlendiren bir diğer model ise toplamsal modeldir (Cooper vd., 2007: 94).

VZA modellerinin çoğu, VZA'ların hangisinin zarf yüzeyi oluşturduğunu belirlemeye yöneliktir. Elde edilen bu zarf yüzeyi, ampirik üretim fonksiyonu veya

etkinlik sınıridir. VZA modelindeki girdiler ve çıktılar, analiz edilen sektöre veya firmanın özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Özsoy vd., 2011: 42).

Seçilen belirli bir VZA modeli şunları tanımlamaktadır (Charnes vd., 2001: 46):

- Örtülü ölçüğe göre getiri nitelikleri,
- Zarflama yüzeyinin geometrisi (yapılacak etkinlik ölçümlerine göre),
- Etkinliğin gösterimi (etkin olmayan KVB'nin etkinlik sınırına olan yolu).

Çalışma üzerindeki olası sonuçlardan ve elde edilen çıktılarından dolayı, analiz için seçilen temel VZA modeli dikkatli bir değerlendirmeden sonra uygulanmalıdır (Charnes vd., 2001: 46).

1.2.4.1. CCR Modeli

Charnes, Cooper ve Rhodes'un 1978'de geliştirdiği bu model; etkinliği, ölçüğe göre sabit getiri varsayımında incelemektedir (Charnes vd., 1978: 430). BCC modelinde ise ölçüğe göre değişken getiri varsayımı mevcuttur. CCR ve BCC modellerinde, girdi ve çıktı yönlü olarak iki çeşit ile karşılaşılmaktadır. Bu sayede VZA, verimsizlik nedenlerinin yanında, verimsizlik çeşitlerini de ortaya koyabilir hale gelmiştir (Kutlar vd., 2004: 140).

1.2.4.1.1. Girdi Yönlü CCR Modeli

Girdi yönlü bu modelde, belli bir çıktı bileşimine ulaşıldıktan sonra, girdi bileşiminin en aza indirgenmesi amaçlanmaktadır (Matthews ve Ismail, 2006: 7). Girdiyi azaltmaya odaklanması sebebiyle, girdi yönlü olarak adlandırılmaktadır (Coelli, 1996: 4).

$$\text{maks } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^k u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^p v_i x_{ij}} \quad (1.8)$$

Kısıtlar

$$\frac{\sum_{r=1}^k u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^p v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (j=1,2,\dots,t)$$

$$v_i \geq 0 \text{ ve } u_r \geq 0 \quad \forall i,r$$

Modelin parametreleri:

p, girdi sayısı

k, çıktı sayısı

t, KVB sayısı

v_i , incelenen KVB’de i. girdi için ağırlık

u_r , incelenen KVB’de r. çıktı için ağırlık

x_{i0} , incelenen KVB’de i. girdi miktarı

y_{r0} , incelenen KVB’de r. çıktı miktarı

x_{ij} , j. KVB’de i. girdi miktarı

y_{rj} , j. KVB’de r. çıktı miktarı

Kesirli programlama biçiminin doğrusal programlamaya dönüştürülmüş biçimi ise Eşitlik (1.9)’da gösterildiği gibidir (Cook ve Seiford, 2009: 2).

$$\text{maks } \sum_{r=1}^k u_r y_{r0} \quad (1.9)$$

Kısıtlar

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

$$\sum_{r=1}^k u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^p v_i x_{ij} \leq 0 \quad (j=1,2,\dots,t)$$

$$v_i \geq 0 \text{ ve } u_r \geq 0 \quad \forall i,r$$

Doğrusal programlamaya dönüştürülmüş biçiminin duali alındığında ise girdi yönlü CCR modeli zarflama formu elde edilmiş olur ve Eşitlik (1.10)’daki gibi ifade edilir (Bowlin, 1998: 8). Zarflama modelinde radyal olarak ölçülmeyen fakat azaltılması veya arttırılması mümkün olan atıl girdi ve/veya çıktının ne oranda kullanılmadığı görülebilmektedir (Yalama, 2006: 62).

θ , incelenen KVB girdilerinin radyal olarak ne kadar azaltılabileceğini temsil eden etkinlik skoru; s_i^- , incelenen KVB’nin i. girdisine ait aylak değişken değeri; s_1^+ , incelenen KVB’nin r. çıktısına ait aylak değişken değeri ve λ_j , j. KVB’nin yoğunluk değerini göstermek üzere:

$$\min h_0 = \theta^* \quad (1.10)$$

$$\theta^* - \varepsilon (\sum_{i=1}^p s_i^- + \sum_{r=1}^k s_r^+)$$

Kısıtlar

$$\theta^* x_{i0} = \sum_{j=1}^t \lambda_j x_{ij} + s_i^-$$

$$y_{r0} = \sum_{j=1}^t \lambda_j y_{rj} - s_r^+$$

$$0 \leq \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \quad \forall i, r, j$$

Doğrusal programlama modelindeki ε değeri çok küçük bir sayıdır ve dual modeldeki s_i^- ve s_r^+ olan aylak değişkenlerden amaç fonksiyonunun etkilenmesini önlemektedir (Sathye, 2003: 666).

KVB performans skorunun tam etkin olabilmesi için $\theta^*=1$, s_i^{-*} ve s_r^{+*} olan aylak değişken değerlerinin 0 olması gerekmektedir. $\theta^*=1$ olsa bile, s_i^{-*} ve/veya s_r^{+*} olarak ifade edilen aylak değişken değerlerinin 0'dan farklı olması durumunda zayıf etkin olarak ortaya çıkabilir (Cooper vd., 2011: 10).

1.2.4.1.2. Çıktı Yönlü CCR Modeli

Çıktı yönlü bu modelde, belli bir girdi bileşimini kullanarak, ulaşılabilecek olan maksimum çıktı bileşeni amaçlanmaktadır (Kıyıldı ve Karaşahin, 2006: 393).

Bu modelin kesirli programlama biçimi Eşitlik (1.11)'deki gibidir (Cooper vd., 2011: 11).

$$\min h_0 = \frac{\sum_{i=1}^p v_i x_{i0}}{\sum_{r=1}^k u_r y_{r0}} \quad (1.11)$$

Kısıtlar

$$\frac{\sum_{i=1}^p v_i x_{i0}}{\sum_{r=1}^k u_r y_{r0}} \geq 1$$

$$v_i \geq 0 \text{ ve } u_r \geq 0 \quad \forall i, r$$

Kesirli programlama şeklinin, doğrusal programlamaya dönüştürülmüş biçimi ise Eşitlik (1.12)'te gösterilmiş olup; doğrusal programlama biçiminin duali alındığında

ise çıktı yönlü CCR modeli zarflanmış olur ve Eşitlik (1.13)'deki gibi ifade edilir (Cooper vd., 2011: 11).

$$\min \sum_{i=1}^p v_i x_{i0} \quad (1.12)$$

Kısıtlar

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

$$\sum_{r=1}^k u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^p v_i x_{ij} \leq 0 \quad (j=1,2,\dots,t)$$

$$v_i \geq 0 \text{ ve } u_r \geq 0 \quad \forall i,r$$

$$\text{maks } h_0 = \emptyset^* \quad (1.13)$$

$$\emptyset^* + \varepsilon (\sum_{i=1}^p s_i^- + \sum_{r=1}^k s_r^+)$$

Kısıtlar

$$\emptyset^* y_{r0} = \sum_{j=1}^t \lambda_j y_{rj} - s_r^+$$

$$x_{i0} = \sum_{j=1}^t \lambda_j x_{ij} + s_i^-$$

$$0 \leq \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \quad \forall i,r,j$$

Eşitlik (1.13)'teki \emptyset^* olarak ifade edilen, KVB'ye ait optimal amaç değeridir. KVB performans skorunun tam etkin olabilmesi için $\emptyset^*=1$, s_i^{-*} ve s_r^{+*} olan aylak değişken değerlerinin 0 olmalıdır. $\emptyset^*=1$ olsa dahi, s_i^{-*} ve/veya s_r^{+*} olarak ifade edilen aylak değişken değerlerinin 0'dan farklı olması durumunda zayıf etkin olarak ortaya çıkabilir (Cooper vd., 2011: 12).

1.2.4.2. BCC Modeli

Banker, Charnes ve Cooper'ın geliştirdiği bu model, $\sum_{j=1}^t \lambda_j = 1$, $\forall t$ için $\lambda_t \geq 0$ kısıtları ve konvekslik özellikleri ile CCR Modeli'nden farklılık göstermektedir (Banker vd., 1984: 1081; Cooper vd., 2006: 85). Bu modeldeki etkinlik, saf teknik etkinliği; CCR modelindeki etkinlik ise ölçek etkinliğini de göz önünde bulundurmaktadır. Dolayısıyla da iki model çözümlemesindeki sonuçlar birbirinin aynısı olmayabilir (Demir vd., 2012: 171). E etkinliği ifade etmek üzere, Eşitlik (1.14)'teki gibi matematiksel olarak gösterilebilir. Ayrıca, BCC modelinin girdi ve çıktı olarak

çözümlemesi sonucunda elde edilen değerler de birbirinden farklı iken; CCR modelindeki bu değerler birbirinin aynısıdır. Bunun nedeni ise BCC modelindeki üretim sınırının ölçeğe göre değişken getiri özelliğine sahip olmasıdır (Kaynar vd., 2005: 47).

$$E_{\text{ölçek etkinliği}} = \frac{E_{\text{toplam etkinlik}}}{E_{\text{teknik etkinlik}}} = \frac{E_{\text{CCR}}}{E_{\text{BCC}}} \quad (1.14)$$

1.2.4.2.1. Girdi Yönlü BCC Modeli

Girdi yönlü BCC Modeli'nin kesirli programlama formu Eşitlik (1.15)'teki gibidir (Wen, 2015: 52).

$$\text{maks } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^k u_r y_{rj} - u_0}{\sum_{i=1}^p v_i x_{i0}} \quad (1.15)$$

Kısıtlar

$$\frac{\sum_{r=1}^k u_r y_{rj} - u_0}{\sum_{i=1}^p v_i x_{i0}} \leq 1 \quad (j=1,2,\dots,t)$$

$$v_i \geq 0 \text{ ve } u_r \geq 0 \quad \forall i,r$$

u_0 , pozitif, negatif veya 0 olabilir.

Kesirli programlama formunun doğrusal programlamaya dönüştürülmüş hali ise Eşitlik (1.16)'da gösterildiği gibidir (Banker vd., 1984: 1085).

$$\text{maks } \sum_{r=1}^k u_r y_{r0} - u_0 \quad (1.16)$$

Kısıtlar

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

$$\sum_{r=1}^k u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^p v_i x_{ij} - u_0 \leq 0 \quad (j=1,2,\dots,t)$$

$$v_i \geq 0 \text{ ve } u_r \geq 0 \quad \forall i,r$$

u_0 , pozitif, negatif veya 0 olabilir.

Girdi yönlü BCC Modeli'nin zarflama formu ise Eşitlik (1.17)'de gösterilmiştir (Banker vd., 2004: 347).

$$\min h_0 = \theta^* \quad (1.17)$$

$$\theta^* - \varepsilon (\sum_{i=1}^p s_i^- + \sum_{r=1}^k s_r^+)$$

Kısıtlar

$$\theta^* x_{i0} = \sum_{j=1}^t \lambda_j x_{ij} + s_i^-$$

$$y_{r0} = \sum_{j=1}^t \lambda_j y_{rj} - s_r^+$$

$$1 = \sum_{j=1}^t \lambda_j$$

$$0 \leq \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \quad \forall i, r, j$$

KVB performans skorunun tam etkin olması; $\theta^*=1$, s_i^{-*} ve s_r^{+*} olan aylak değişken değerlerinin 0'a eşit olduğu durumlarda gerçekleşmektedir (Banker vd., 2004: 347).

1.2.4.2.2. Çıktı Yönlü BCC Modeli

Bu modelin kesirli programlama biçimi Eşitlik (1.18)'deki gibidir (Wen, 2015: 53).

$$\min h_0 = \frac{\sum_{i=1}^p v_i x_{i0} - v_0}{\sum_{r=1}^k u_r y_{r0}} \quad (1.18)$$

Kısıtlar

$$\frac{\sum_{i=1}^p v_i x_{ij} - v_0}{\sum_{r=1}^k u_r y_{rj}} \geq 1 \quad (j=1,2,\dots,t)$$

$$v_i \geq 0 \text{ ve } u_r \geq 0 \quad \forall i, r$$

v_0 , pozitif, negatif veya 0 olabilir.

Kesirli programlama biçimi yardımıyla doğrusal programlamaya dönüştürülmüş hali Eşitlik (1.19)'da gösterildiği gibidir (Cooper vd., 2007: 93).

$$\min \sum_{i=1}^p v_i x_{i0} - v_0 \quad (1.19)$$

Kısıtlar

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

$$\sum_{r=1}^k u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^p v_i x_{ij} + v_0 \leq 0 \quad (j=1,2,\dots,t)$$

$$v_i \geq 0 \text{ ve } u_r \geq 0 \quad \forall i,r$$

v_0 , pozitif, negatif veya 0 olabilir.

BCC modelinin çıktı yönlü zarflama biçimi ise Eşitlik (1.20)'de verilmiştir (Charnes vd., 2001: 34).

$$\text{maks } h_0 = \emptyset^* \quad (1.20)$$

$$\emptyset^* + \varepsilon (\sum_{i=1}^p s_i^- + \sum_{r=1}^k s_r^+)$$

Kısıtlar

$$\emptyset^* y_{r0} = \sum_{j=1}^t \lambda_j y_{rj} - s_r^+$$

$$x_{i0} = \sum_{j=1}^t \lambda_j x_{ij} + s_i^-$$

$$1 = \sum_{j=1}^t \lambda_j$$

$$0 \leq \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \quad \forall i,r,j$$

Eşitlik (1.20)'deki \emptyset^* olarak ifade edilen, KVB'ye ait optimal amaç değeridir. KVB performans skorunun tam etkin olabilmesi için $\emptyset^*=1$, s_i^{-*} ve s_r^{+*} olan aylak değişken değerleri 0 olmalıdır (Cooper vd., 2001: 231).

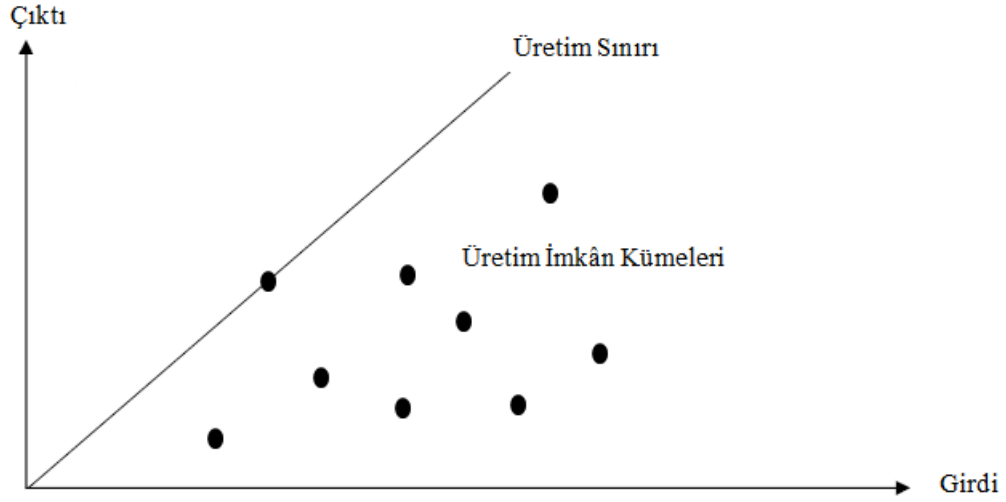
Tablo 2'de temel VZA modellerinin birbiri ile karşılaştırmasının özeti sunulmuştur (Charnes vd., 2001: 45).

Tablo 2: Temel VZA Modellerinin Karşılaştırması

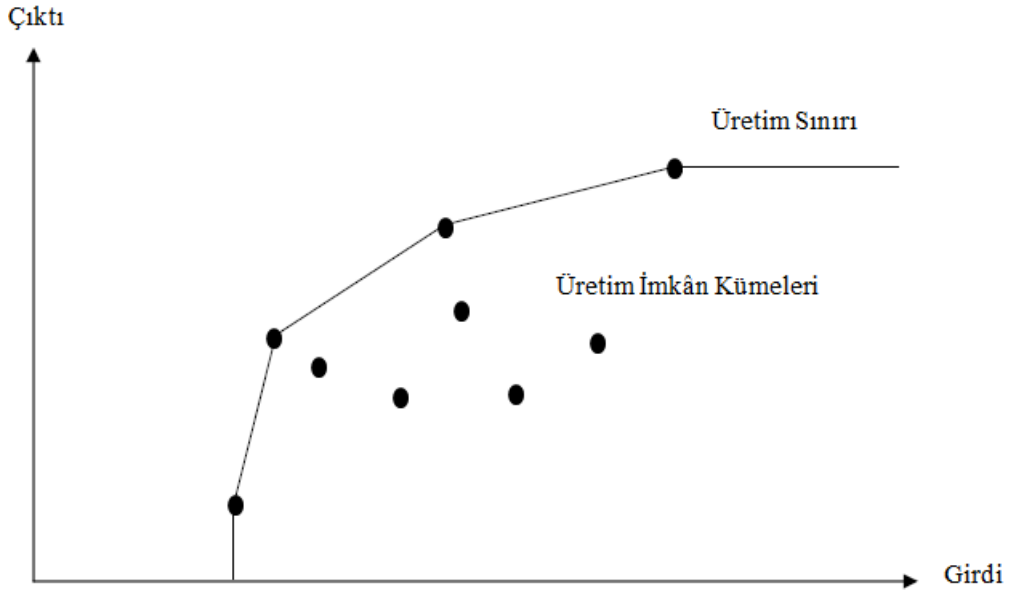
Model	Ölçeğe Göre Getiri	Zarflama Yüzeyi	Gösterim Planı	Zarflama Metriği (Aralık)	Birimler Sabiti
Girdi Yönlü CCR	Parçalı Sabit	Parçalı Doğrusal	$Y_0 \rightarrow Y_0 + s^+$ $X_0 \rightarrow \theta X_0 - s^-$	Radyal (Girdiler) ($0 < \theta \leq 1$)	Evet
Çıktı Yönlü CCR	Parçalı Sabit	Parçalı Doğrusal	$Y_0 \rightarrow \emptyset Y_0 + s^+$ $X_0 \rightarrow X_0 - s^-$	Radyal (Çıktılar) ($\emptyset \geq 1$)	Evet
Girdi Yönlü BCC	Değişken	Parçalı Doğrusal	$Y_0 \rightarrow Y_0 + s^+$ $X_0 \rightarrow \theta X_0 - s^-$	Radyal (Girdiler) ($0 < \theta \leq 1$)	Evet
Çıktı Yönlü BCC	Değişken	Parçalı Doğrusal	$Y_0 \rightarrow \emptyset Y_0 + s^+$ $X_0 \rightarrow X_0 - s^-$	Radyal (Çıktılar) ($\emptyset \geq 1$)	Evet

Şekil 9'da ölçeğe göre sabit getiri hipotezine dayalı, tek girdi ve tek çıktıdan oluşan, CCR modeli için üretim imkan kümeleri örneği; Şekil 10'da ise ölçeğe göre değişken getiri hipotezine dayalı, yine tek girdi ve tek çıktıdan oluşan, konveks

biçiminde olan BCC modeli üretim imkan kümeleri gösterilmiştir (Cooper vd., 2007: 87-88).



Şekil 9: Üretim İmkân Kümeleri Örneği - CCR Modeli İçin (Cooper vd., 2007: 88)



Şekil 10 : Üretim İmkân Kümeleri Örneği - BCC Modeli İçin (Cooper vd., 2007: 88)

1.2.4.3. Toplamsal Model

Bu modelde girdi fazlalıkları ve çıktı eksiklikleri eş zamanlı olarak tanımlanmaktadır (Cooper vd., 2007: 94). Dolayısıyla, girdi ya da çıktı yönlü olmayıp; iki yönü de tek bir modelde birleştirmiştir (Wen, 2015: 53). Birçok toplamsal model arasından, sıkça kullanılanı Eşitlik (1.21)'de verilmiştir (Cooper vd., 2001: 224).

$$\text{maks } \sum_{r=1}^k s_r^+ + \sum_{i=1}^p s_i^- \quad (1.21)$$

Kısıtlar

$$y_{r0} = \sum_{j=1}^t \lambda_j y_{rj} - s_r^+$$

$$x_{i0} = \sum_{j=1}^t \lambda_j x_{ij} + s_i^-$$

$$1 = \sum_{j=1}^t \lambda_j$$

$$0 \leq \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \quad \forall i, r, j$$

KVB performans skorunun tam etkin olabilmesi için s_i^{-*} ve s_r^{+*} aylak değişken değerlerinin 0 olması gerekmektedir (Cooper vd., 2007: 95).

1.2.5. VZA Uygulama Alanları

VZA, KVB'nin bir dizi çıktı üretmek için mevcut kaynakları nasıl verimli bir şekilde kullandığını ölçmeyi amaçlamaktadır. Ticarî işletmelerde yıllık kazançlarda ve borsa endekslerine göre etkinlik kolayca değerlendirilebilir iken; kâr amacı gütmeyen işletmelerde, performans verimliliğinin ölçümü güçtür ancak VZA yardımıyla bu ölçümler gerçekleştirilebilmektedir (Ramanathan, 2003: 26). VZA özellikle, hizmetler sektöründe faaliyet gösteren firmaların performanslarını ölçmede kullanılan çok etkili bir yöntemdir. Bu sektörde faaliyet gösteren firmalar için hizmet kalitesini düşürmeden fonksiyonel etkinliği ve verimliliği arttırmak, öznel faktörlerden fazlaca etkilendiğinden dolayı kolay değildir. Dolayısıyla, hizmet sağlayan firmanın müşterilerinin ihtiyaçlarını çok iyi belirlemesi ve bunun doğrultusunda sunulacak hizmet çeşitlerini geliştirmesi gerekmektedir (Özsoy vd., 2011: 39).

Birçok işletmedeki işlemlerde personel sayısı, çalışma saati, ücretler gibi birden fazla girdi ve büyüme oranı, mevcut pazar payı, kârlılık gibi birçok çıktı kullanılmaktadır. Bu süreçte, düşük verimliliğe sahip birimlerin tanımlanması yöneticiler için güç iken; VZA, görece verimlilikleri tanımlamada önemli bir araç konumundadır (Timor, 2001: 69).

Önceleri, üretim birimleri için geliştirilen teknik etkinlik kavramını ölçme amacını taşıyan VZA yöntemi, daha sonra ortaöğretim kurumlarının, yükseköğretim kurumlarının, basketbol liglerinin ve finansal işletmelerin teknik etkinliklerinin belirlenmesi gibi üretim ve hizmet sektöründe de kullanılmaya başlamıştır (Ulucan ve Karacabey, 2002: 102-103). KVB arasında olan, birçok girdi ve çıktı barındırarak

performans ölçümleri yapan üniversite, hastane gibi kamu ya da özel olan çeşitli kurumlarda, VZA yöntemine yer verilmektedir (Wen, 2015: 45). VZA'nın uygulandığı ilk çalışma, Charnes ve arkadaşlarının (1978) okul verimliliklerini ölçmeyi amaçladıkları çalışmadır. AR-GE çalışmalarında (Wang vd., 2007), tarımsal aktivitelerde (Davidova ve Latruffe, 2007), bölge etkinliklerinin değerlendirilmesinde (Ramanathan, 2006), turizm sektöründe (Barros, 2005), askerî kuruluşlarda (Sun, 2004), taşımacılıkta (Barros ve Dieke, 2007), pazarlamada (Keh vd., 2006) vb. çeşitli alanlarda da VZA yöntemi kullanılmaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

2.1. Bulanık Mantık

Mantık; doğru düşünme kurallarının ve biçimlerinin bilgisidir; düşünme kanunlarının bilimidir; doğru önerme biçimlerinin, kesin ifade kalıplarının kuramıdır (Özlem, 2006: 28). Yanlış akıl yürütmeden, doğru olanını ayırt etmek için kullanılan yöntem ve ilkelerin incelenmesidir (Copi ve Cohen, 2009: 4). Diğer bir deyişle; doğru ve düzgün düşünmek, akıl yürütmedir. Akıl yürütmek, hüküm alarak çıkarım yapmaktır. Mantıksal çıkarımlar veya akıl yürütmeler, en az iki düşünce arasındaki bir ilişkiyi ortaya koymak suretiyle birini diğerinin ispatlayanı yaparak yeni bir yargı ileri sürmektir. Yargıya önerme; akıl yürütmeye ise çıkarım denilmektedir (Çüçen, 1999: 16). Yaşamdaki bütün şeylerle ilgili çıkarımda bulunurken; mantıktan da faydalanılmaktadır. Hukukta, eğitimde, tıpta, işletmede, matematikte, bilgisayar bilimlerinde ve diğer pek çok alanda çıkarımlarda bulunmak önem taşımaktadır (Gensler, 2010: 1).

Mantık biliminin kurucusu Aristoteles'tir (M. Ö. 384-322), klasik mantık denince Aristoteles'in kurduğu mantık anlaşılmalıdır. Aristoteles mantığı, akıl ilkelerini: özdeşlik, çelişmezlik, üçüncü halin olanaksızlığını temel olarak kullanan iki değerli (doğru-yanlış) mantıktır (Akıncı, 2014: 3). İlkelerin en başındaki özdeşlik, iki ayrı şey arasındaki bir ilişki olmayıp; bir şeyin kendisi olmasıdır. Çelişmezlik ilkesi, "Bir şey, kendisinden başka bir şey olamaz." demektir. Üçüncü ilke, üçüncü halin olanaksızlığı ise "Doğru bir önerme, özdeşlik gereği doğal olarak doğrudur." ifadesini belirtmektedir (Işıklı, 2012: 42-43).

Yeni bir kelime olarak bulanık mantık üzerine ilk yayın, 1965 yılında ABD'deki Berkeley şehrinde bulunan Kaliforniya Üniversitesi'nde Profesör olan Lotfi Zadeh tarafından yapılmıştır. Bulanık mantık, ABD'de keşfedilip, Avrupa'da mükemmellik için tasarlanmış ve Japonya'da ise kitlelere pazarlanmaktadır (Altrock, 1995: 3).

Klasik mantık, derse kayıt yaptıran öğrenci sayısı, telefon rehberinde M harfi ile başlayan isimler gibi çok iyi tanımlanmış keskin sınırlara sahiptir (Harris, 2000: 1). Klasik bilim problemi çözüm yaklaşımları, beyaz-siyah, açma-kapama, evet-hayır gibi iki değerlidir. Mantık temelinde net ve düzenli sayısal verilerle çalışır. Doğal ya da

sosyal bilimlerin hemen hemen her alanı sözlü bilgi ile gri zeminlere sahiptir. Net ve deterministik ilkelerle belirleyici sonuçlara varmak için gri bilgiyle nasıl başa çıkılacağı büyük bir ikilemdir. Bulanık mantık ilkeleri, dilbilimsel olarak geçerli önermeler ve belirsiz kategorizasyon ile bu tür bilgilerin değerlendirilmesi için sağlam bir zemin sağlar. Bulanık mantıktaki ön adım; doğal, sosyal olayların girdi, sistem ve çıktı değişkenlerindeki belirsizliklerle kavramsallaştırılmasıdır (Şen, 2014: 99).

Bulanık mantık, klasik mantığın tersine iki seviyeli değil; çok seviyeli işlemlerden yararlanmaktadır. Bu yaklaşım, makinelere insanların özel verilerini işlemekten geçirme ve onların tecrübelerinden, sağduyularından faydalanarak çalışabilme becerisi vermektedir. Bu beceriyi verirken; sayısal ifadeler karşılığında sözel ifadeler kullanmaktadır (Elmas, 2003: 7).

Bulanık mantık, tabiatta istatistikî olarak kesin olmayan, belirsiz, şüpheli kaynaklar ile ilgilenmekte; klasik mantığın tersine, yaklaşık olan akıl yürütme modelleri ile uğraşan kavram ve tekniklerin temelini oluşturmakta olup; belirsiz koşullar altında ve aynı zamanda da belirli bir mantık çerçevesinde optimum kararlar vermeyi sağlayan bir olgudur (Başçetin ve Kesimal, 1999: 136, Türkbey, 2003: 85). Sözü geçen bulanıklığı bir örnekle açıklamak gerekirse; bir sürücü yağmurlu bir havada yolda giderken hızını belirleme aşamasında yolun sürtünme katsayısı, yolun eğimi, yolun şiddeti gibi faktörleri kesin rakamlarla hesaplayarak bir sonuca varamamaktadır. İnsanın karmaşık fiziksel hesapları yaparak, yolun sürtünme katsayısını hesaplaması beklenen bir durum değildir. Ancak, buna rağmen kaza yapmadan yolda gideceği yaklaşık hızı belirleyebilmektedir. İşte burada insan beyni, yol ile ilgili tüm faktörleri bulanık bir biçimde işlemekten geçirerek, ideal bir hız aralığı belirlemektedir (Özdağoğlu, 2016: 1).

2.1.1. Bulanık Mantığın Özellikleri

Bulanık mantığın belli özellikleri vardır (Zadeh, 1989: 89-90):

- Bulanık mantıkta kesin verilerle karar verme yerine, yaklaşık karar verme söz konusudur.
- Bulanık mantıkta, her şey derecelendirilir.
- Herhangi bir mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir, bulandırılabilir.
- Bulanık mantıkta bilgi, bir grup değişken üzerindeki esnek veya bulanık kısıtlayıcılar ile yorumlanmaktadır.

- Bu mantıktaki ifadelerin $[0,1]$ arasında olmak kaydı ile belli bir derecesi vardır.
- Bulanık mantıktaki bilgiler; (yüksek, düşük, çok fazla gibi) sözel bir biçimde ifade edilmektedir.
- Bulanık mantıkta çıkarım; sözel biçimde ifade edilen bilgilerden sağlanan kurallar vasıtası ile gerçekleşmektedir.
- Bulanık mantık, doğal konuşma dili üzerine kurulmuştur dolayısıyla esneklik özelliği de vardır.
- Bulanık mantık, bir işletmedeki uzman kişilerin deneyimleri üzerinde var olduğu için, kişilerin sürece katılımı da etkin bir şekilde gerçekleşmektedir.

Bulanık modeller de diğer benzer modeller gibi bazı durumlarda daha iyi çalışır; bazılarında ise iyi çalışmayabilir (Ross, 2004: 19). Ama karışık problemlerde, çoğunlukla daha iyi çözümler sağlar (Sivanandam vd., 2007: 6). Söz konusu durumun karışık, mevcut bilgilerin ise yetersiz olduğu, insanların kavrayış ve yargısına gereksinim duyulduğu olaylar, bulanık mantığın geçerli olduğu hallere örnektir (Baykal ve Beyan, 2004b: 127).

2.1.2. Bulanık Mantıkta Üstünlükler ve Sakıncalar

Dil ile mantık arasında kuvvetli bir ilişki mevcuttur. Öncelik, mutlaka mantıktır, çünkü dil değişse bile mantık hep aynı kalır. Bu yüzden, mantığı bir dilden diğerine sözel olarak dönüştürülmesine rağmen aynı anlam kalır. Buradan ise mantığın dillerden en etkin olan matematiğe de çevrilmesinin mümkün olacağı anlaşılır. Dolayısıyla bulanık mantığın en önemli vazifesi, bu işi yüklenmektir (Şen, 2004: 133).

Bulanık mantığın, insanın düşünce yapısına çok benzemesi, bulanık mantığın en önemli avantajıdır. Matematiksel bir modele gereksinimi olmaması; değişken ve doğrusal olmayan modeller için uygulanabilirliğini arttırmaktadır. Geniş bir alana yayılan değerler, daha az üyelik fonksiyonlarına indirildiği için de uygulamalarda daha hızlı bir biçimde sonuca ulaşarak hesaplama kolaylığı sağlamaktadır (Elmas, 2003: 198).

Bulanık mantığın, yöneylem araştırmalarında kullanılma sebepleri üç başlık altında toplanabilir (Cai, 1996: 13):

- Belirsiz Olgu: Belirsiz ilişkiler, problemlerde modellenilebilir. Problemler, doğası gereği bulanık olabilir.
- Bilgi Belirsizliği: Problemlerdeki girdi verileri, bulanık olabilir. Özellikle uzman görüşleri, dilsel değişkenler ile ifade edilmektedir.
- Sezgisel Algoritmalar: Problemin kesin olabilmesine rağmen, net bir çözüm elde etmek karmaşık ya da pahalı olabilir. Bu tür durumlarda ise sezgisel ya da bulanık algoritmalar yardım edebilir.

Bulanık yaklaşımın uygulamalar için avantajları vardır. İlk olarak bulanıklık, kendisi, insan dili ve sınıflandırma süreçleri için yararlı bir metafor veya model olabilir. İkinci olarak ise bulanık matematik, bulanık verilerin analizinde klasik istatistiksel teknikleri arttırabilir. Bulanık yöntemler, güvenilirlik analizi, regresyonlar gibi istatistiksel teknikler ve hiyerarşik kümeleme, çok boyutlu ölçekleme gibi yapısal odaklı yöntemler için yararlı tamamlayıcılardır (Yager ve Zadeh, 1992: 202).

Bulanık mantığın avantajlarının yanında dezavantajları da mevcuttur. Deneyime ve sezgiye dayanması, farklı binlerce bulanık sistem kurulumları gibi pek çok seçeneğinin ve kesin bir yöntemi olmadığından ticarî paket programların standart olmayan dosya formatlarına sahip olması, belirli bir sisteme özgü olduğundan pek çok parametresi sınırlı olup; diğer durum modellemelerinde işlevsel olmaması bu dezavantajlar arasında söylenebilir (Albertos ve Sala, 1998: 841).

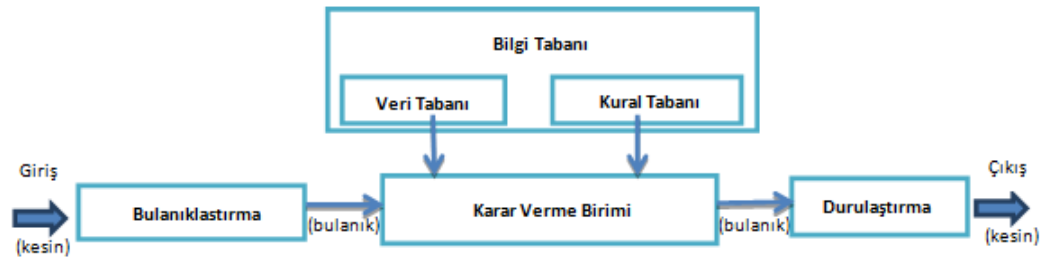
Batı'da bulanık (fuzzy) kelimesi güvensizliği ifade etmekte iken; Doğu'da bu güvensizlikte bile güzelliklerin bulunabileceği düşüncesi mevcuttur. Örneğin, insanlar arasındaki gerekli iletişimin bile sağlanması bu tür bulanık (kesin olmayanı oldukça kişisel) görüşlere bağlıdır (Şen, 2004: 8). Bulanık mantığın Japonya'da yükselişe geçmesinin birçok sebebi vardır. Birincisi, Japon mühendisleri basit bir çözümle başlamışlar ve sonrasında bu sistem üzerinde ince ayarlar yaparak en iyi şekilde yararlanmışlardır. İkincisi, anlamak için bulanık mantık her zaman basit ve sadedir. Üçüncüsü, teknolojik faktörler bulanık mantığa kısa sürede geniş bir kullanım alanı imkânı sunmuştur (Altrock, 1995: 5).

Bulanık mantığın ilk uygulamaları; çimento ocağı (ilk büyük bulanık endüstriyel uygulama), Sendai metrosu (en ünlü bulanık mantık uygulaması) ve Yamaichi bulanık fonunda (bulanık kural içeren başlıca finans uygulaması) görülmüştür (Baykal ve Beyan, 2004b: 257-258). Günümüzde ise bulanık mantık; ulaşım sistemleri, tüketici

elektroniki, ev gereçleri, endüstriyel işlemler, finansal sistemler gibi çeşitli alanlarda kendisine uygulama alanları bulmaktadır (Patyra ve Mlynek, 1996: 39).

2.1.3. Bulanık Çıkarım Mekanizması

FIS (Fuzzy Inference System) adı verilen bulanık çıkarım mekanizması; bilgi tabanı, bulanıklaştırma, karar verme birimi ve durulaştırma olarak dört aşamadan oluşmaktadır ve Şekil 11’de gösterilmektedir (Jang, 1993: 666):



Şekil 11: Bulanık Çıkarım Mekanizması (Jang, 1993: 666)

Bulanıklaştırma: Girişlerin sayısal olanları duruma tabi tutularak bulanıklaştırılmasını ifade etmektedir (Şen, 2004: 21). Bulanık çıkarım mekanizmasının bulanıklaştırma bileşeni aşağıdaki işlevleri gerçekleştirmektedir (Lee, 1990: 407):

- Girdi verilerinin değerlerini hesaplamak,
- Girdi verilerinin değerlerini, ilgili ifadelerle gönderen ölçek değişikliğini uygulamak,
- Girdi değişkenlerini, uygun dilsel değişkenlere çeviren bulanıklaştırma işlevini takdim etmek.

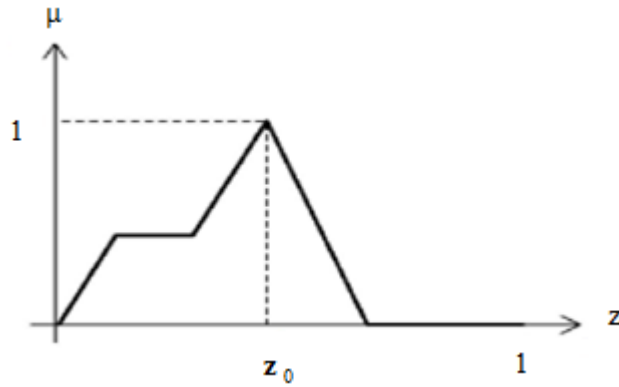
Bilgi Tabanı: Uygulamada bilgi tabanı adında bir birim yoktur, ancak teoride kavrayışı ve çizimi kolaylaştırmak amacıyla veri tabanı ve kural tabanı birlikte bilgi tabanı şeklinde ifade edilmektedir (Kıyak, 2003: 25). Veri tabanı, denetim kurallarını ve veri işlemede kullanılan gerekli ifadeleri; kural tabanı ise Eğer – O Halde gibi sözel ifadeler yardımıyla oluşturulan kuralları içermektedir (Jang, 1993: 666). Bir otomobil üzerinden bu duruma bir örnek vermek gerekirse; “Eğer fren sıcaklığı ılık ve hızı normal ise, o halde frene basılıp hız hafif bir biçimde azaltılmalı” biçiminde gibidir (Ertuğrul, 1996: 19).

Karar Verme Birimi: Her bir girişin, sonucunun ne olacağı ve bu sonuçların birleştirilmesi gibi birçok sorunu yanıtlayarak, sistematik yaklaşımın içeriğini bünyesinde bulunduran birimdir (Şen, 2003: 148).

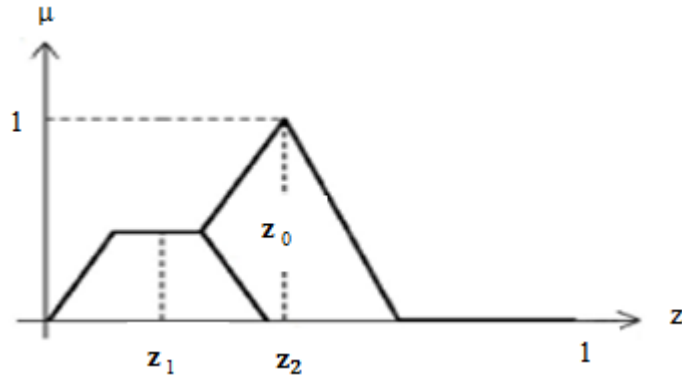
Durulaştırma: Bulanık çıkarım mekanizmasının son adımı olan bu evrede, bulanık çıktı değeri kesin değere çevrilmektedir (Altaş, 1999: 81). Üyelik fonksiyon değerlerinin toplamını tek bir sayıya düşürdüğünden dolayı “yuvarlama” olarak da tanımlanabilmektedir (Sivanandam vd., 2007: 95). 30’dan fazla durulaştırma yöntemi vardır. Ağırlık merkezi (alan merkezi), maksimum değeri alma, maksimumların ortalamasını alma yöntemi bunlardan bazılarıdır. Yaygın olarak kullanılan, ağırlık merkezi (alan merkezi, sentroid) yöntemidir. Bunun kullanılabilmesi için simetrik üyelik fonksiyonunun bulunması gereklidir (Şen, 2009: 261). Niceme sayısı m olan bir çıktının, çıkış boyutunda (p) belirtilen bir bulanık kümedir. Ağırlık merkezi Eşitlik (2.1)’deki gibi bulunur (Baykal ve Beyan, 2004a: 384).

$$p_0 = \frac{\sum_{j=1}^m \mu_c(p_j) \cdot p_j}{\sum_{j=1}^m \mu_c(p_j)} \quad (2.1)$$

Maksimum değeri alma yöntemi diğer bir adı ile yükseklik yöntemi, Şekil 12’de gösterildiği gibi küme içerisindeki en büyük değere sahip elemanın kesin değer olarak alınmasıdır (Şen, 2004: 93). Birden fazla maksimum nokta olması durumunda ise Şekil 13’teki maksimumların ortalamasını alma yöntemi kullanılmaktadır (Şentürk, 2006: 35).



Şekil 12: Maksimum Değeri Alma Yöntemi (Şen, 2004: 93)



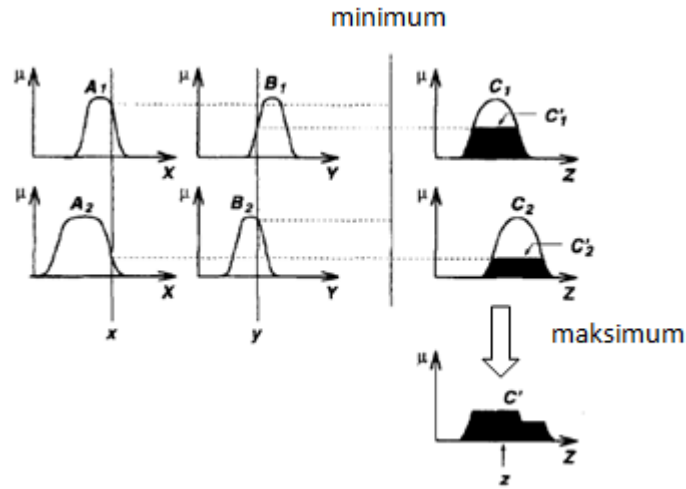
Şekil 13: Maksimumların Ortalamasını Alma Yöntemi (Şentürk, 2006: 35)

Maksimumların ortalamasını alma yöntemindeki z_0 değeri Eşitlik (2.2)'deki gibi bulunmaktadır (Şen, 2004: 93):

$$z_0 = \sum_{j=1}^k \frac{z_j}{k} \quad (2.2)$$

2.1.3.1. Mamdani Bulanık Çıkarım Mekanizması

Bu yaklaşımda, bulanık çıkarım mekanizmasının girdi ve çıktılarının tümü bulanıktır. Çözümleme sonucunda elde edilen bulanık kümenin normal ve dış bükey olması gerekmez. Bulanık çıktıların da kullanılması ile modeli yapılan olaydaki kalıcı belirsizliklere yer verilmiş olur. Bu yaklaşımın temeli, etkin ve yetkin bir kural tabanının kurulmasına dayanmaktadır (Şen, 2009: 242). Mamdani, 1974 yılında kontrol tasarım amaçlarının net bir ifade yokluğu durumunda bulanık mantık çıkarım yaklaşımını önermiştir (Yen ve Langari, 1999: 195). Mamdani, buhar makinesi ve kazanın işletilmesi için bulanık girdilerin, kural tabanı ile birlikte bulanık çıktı çıktılarına dönüştürülmesini gerçekleştirmiştir (Mamdani, 1974: 1585). Mamdani bulanık çıkarım yapısı, Şekil 14'teki gibidir (Jang ve Sun, 1995: 385).

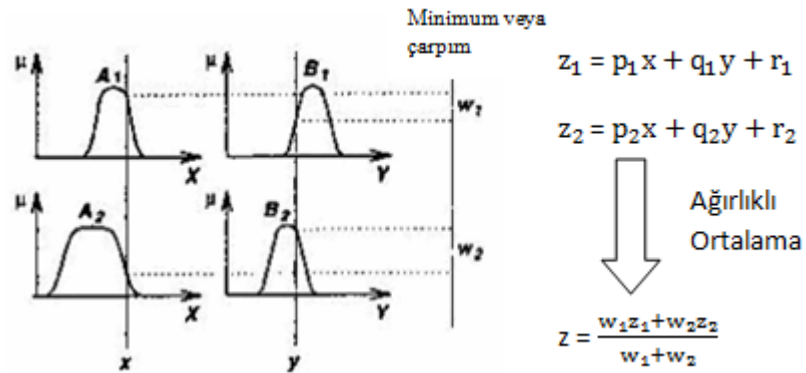


Şekil 14: Mamdani Bulanık Çıkarım Yapısı (Jang ve Sun, 1995: 385)

Mamdani modelinin sezgisel, geniş çapta kabul edilmiş ve insan girdisine çok uygun olması; modelin avantajları arasındadır (Sivanandam vd., 2007: 127).

2.1.3.2. Sugeno Bulanık Çıkarım Mekanizması

Alternatif olarak Takagi – Sugeno – Kang (TSK) olarak da bilinen bu mekanizmadaki kural seti, klasik diferansiyel cebirsel kontrol yasalarının hareket bölgelerini tanımlamaktadır (Yen ve Langari, 1999: 209). İki girişli ve bir çıkışlı Sugeno modelde kurallar birleştirilirken; minimum veya çarpım operatörlerinin kullanılarak ağırlıklı ortalama ile durulanması Şekil 15'te gösterilmektedir (Jang ve Sun, 1995: 386).



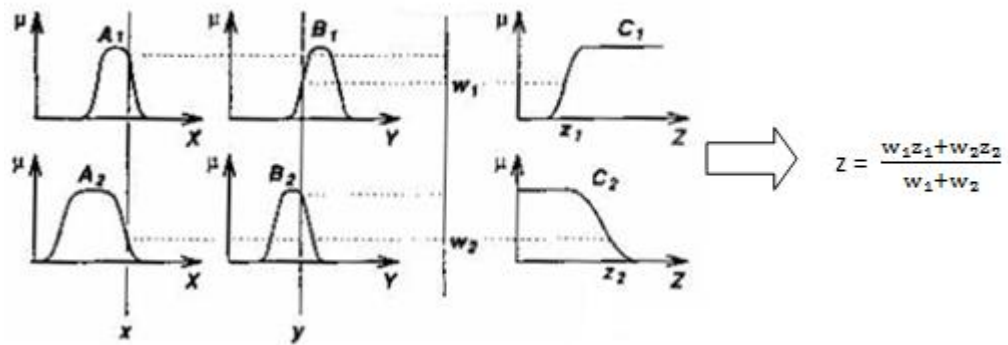
Şekil 15: Sugeno Bulanık Çıkarımın Yapısı (Jang ve Sun, 1995: 386)

Sugeno modelinin doğrusal tekniklerde, optimizasyon ve uyarlanabilen yöntemlerde çok iyi çalışması, sayısal olarak etkin ve matematiksel analizle son derece uyumlu olması, çıktı yüzeyinin devamlılığını güvence etmesi bu modelin avantajları arasındadır (Sivanandam vd., 2007: 127).

Sugeno bulanık çıkarım mekanizmasında çıkışlar tekildir. Mamdani bulanık çıkarım mekanizmasında ise çıkış, bulanık kümedir. Sugeno bulanık çıkarım mekanizması bu yönüyle modellemede ve matematiksel işlemlerde Mamdani tipine göre daha avantajlıdır (Durmaz, 2015: 18).

2.3.3.3. Tsukamoto Bulanık Çıkarım Mekanizması

Sugeno bulanık çıkarım mekanizmasında olduğu gibi, Tsukamoto bulanık çıkarım mekanizması da karar verme kısmında minimum veya çarpım operatörlerinden faydalanmakta olup; kurallar bir araya getirilirken ise yalnızca ağırlıklı ortalama yöntemini kullanmaktadır. Bu mekanizmada oluşturulan kuralların çıktısı monotonik fonksiyondur ve Şekil 16'da gösterilmiştir (Şentürk, 2006: 39-40). Yani Tsukamoto'daki çıktı, tek yönlü artan bir fonksiyon biçiminde tanımlanmaktadır (Elmas, 2007: 95). Dolayısıyla, bu yöntemdeki toplam; kesin bir değer vermektedir ve bu yüzden bunu durulamaya gerek yoktur (Baykal ve Beyan, 2004b: 220).



Şekil 16: Tsukamoto Bulanık Çıkarım Mekanizması (Şentürk, 2006: 40)

Aşağıdaki Tablo 3'te Mamdani, Sugeno ve Tskamoto çıkarım mekanizmalarındaki çıktı üyelik fonksiyonlarının Matlab programı üzerinden gösterimi verilmiştir.

Tablo 3: Matlab'ta Mamdani, Sugeno ve Tskamoto Çıkarım Mekanizmalarındaki Çıktı Üyelik Fonksiyonlarının Gösterimi

	<p>Mamdani: Çıkış (output) üyelik fonksiyonu; üçgen, yamuk, sigmoid, s şekilli, z şekilli, çan eğrisi biçimindedir.</p>
--	--

(Tablo 3 devam ediyor)	
	<p>Sugeno: Çıkış (output) üyelik fonksiyonunun Mamdani'de olduğu gibi herhangi bir şekli (üçgen, yamuk vb.) olmayıp; polinom biçimindedir.</p>
	<p>Tskamoto: Çıktı (output) üyelik fonksiyonu, istatistikteki toplam olasılık yoğunluk fonksiyonlarına benzemektedir.</p>

2.2. Bulanık Kümeler

Artan gerçek dünya problemlerinde, belirsizliğin birçok türü mevcuttur. Bulanık kümeler, net bir şekilde tanımlanmayan nesnelere sınıfı olduğunda belirsizliğin türleriyle ilgilenmektedir. Belirsizliğin hâkim olduğu “genç”, “yüksek gelirli” gibi birçok örnek verilebilir. Bu tür sınıflardaki üyelikler, kesin olmaktan ziyade derecelendirilerek; matematiksel olarak bulanık kümelerle belirlenir (Nguyen ve Walker, 2006: 11).

Kümeleme, belirli bir nesne kümesini benzerlik temelinde alt gruplara veya kümelere ayırmayı hedefleyen denetimsiz bir öğrenme görevidir; amaç, veri kümesini mümkün olduğunca benzer aynı kümeye ait nesnelere bölmektir. Oysaki nesnelere, farklı kümelere de aittir (Oliveira ve Pedrycz, 2007: 3). Bulanık kümeler; Zadeh (1965) tarafından ileri sürülerek, değişik üyelik derecelerinde öğeleri olan bir sınıf şeklinde tanımlanmıştır (Bede, 2013: 2). Bu kümeler, bulanık mantık kavramlarını uygulama algoritmalarına dönüştüren araçlardır. Bunlar; sıcak, soğuk, uzun ve kısa gibi belirsiz ifadelerin anlamlarını tam olarak ifade etmek için kullanılır. Bulanık kümeler, kısmî üyeliğe izin vererek, algoritmalarla bilgisayarların ikili mantığını genişletir ve onları insan gibi karar alır hale getirir (İbrahim, 2000: 36). Dolayısıyla, bulanık küme kavramları için sözel ile sayısal arasında bir köprü vazifesi görmektedir denilebilir. Günlük hayatta, maddenin temel taşları olan atomlar gibi bir anlamı simgeleyen en küçük kelimeler, edebiyatta kelime atomları olarak tanımlanabilir; bu kelime atomlarının bulanık olarak modellenmesi ise her şeyin başlangıcıdır (Şen, 2003: 123). Bulanık önermeleri meydana getiren bulanık terimler, bulanık küme tarafından

modellenmektedir ve küme içindeki elemanların her biri, küme içindeki aitlik derecesini gösteren $[0,1]$ aralığındaki değerler tarafından ifade edilmektedir (Öztok, 2010: 4). Yani, iki niteliksel durumdan (tamamen içinde ve tamamen dışında), daha içinde ve daha dışında durumlarını birbirinden ayırmak için geçiş noktasından faydalanmaktadır (Başkaya, 2011: 69). Dolayısıyla bulanık küme, belirsizliğin formüllendirilerek bir görünüşe bürünen; bir tür çok değerli küme teorisidir (Kıyak, 2003: 18).

2.2.1. Üyelik Fonksiyonları

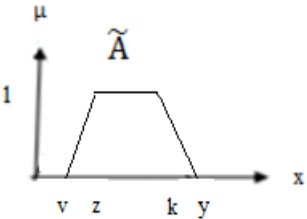
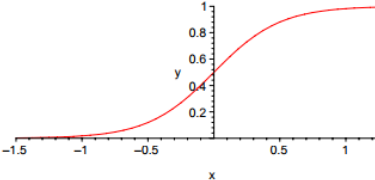
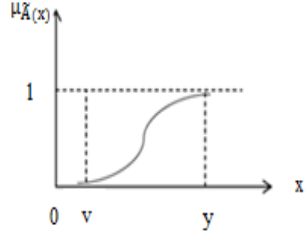
Geleneksel küme teorisindeki elemanlar için, bir kümenin üyesi olma “1” ya da üyesi olmama “0” olmak üzere iki tür seçenek vardır. Bulanık küme teorisinde ise bu kesinlik yerine; bir dereceye kadar üyelik durumundan dolayı üyelik derecesi adı verilen, aitliğin bir derecesi söz konusudur ve bu derece $[0,1]$ aralığındaki üyelik fonksiyonları ile belirtilmektedir (Türkbey, 2003: 85). Üyelik fonksiyonu, E evrensel kümesinde bulunan x elemanı için A klasik kümesine ya da \tilde{A} bulanık kümesine ilişkin derecesini gösteren bir fonksiyondur. Klasik kümedeki gösterimi $\mu_A(x): E \rightarrow \{0,1\}$; bulanık kümedeki gösterimi ise $\mu_{\tilde{A}}(x): X \rightarrow [0,1]$; şeklindedir (Zadeh, 1965: 339).

Araştırmacının problemine göre değişik şekillerde üyelik fonksiyonları mevcuttur. Kullanım alanlarının yaygınlığına ve denetlenen sürecin özelliklerine göre uygun olan fonksiyon belirlenir. Tablo 4’te en yaygın kullanılan üyelik fonksiyonları özetlenmiştir (Uysal vd., 2016: 2):

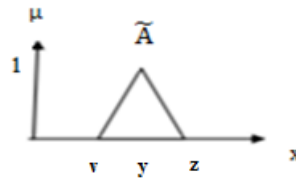
Tablo 4: Üyelik Fonksiyonları

İsim	Denklemler	Grafik
Üçgen Üyelik Fonksiyonu	$\mu_{\tilde{A}}(x;v;y;z) = \begin{cases} (x-v)/(y-v) & v \leq x \leq y \\ (z-x)/(z-y) & y \leq x \leq z \\ 0 & x \geq z \text{ veya } x \leq v \end{cases}$	
Gaussian Üyelik Fonksiyon	$\mu_{\tilde{A}}(x; p; \sigma) = \exp\left(-\frac{(x-p)^2}{\sigma^2}\right)$	

(Tablo 4 devam ediyor)

Yamuk Üyelik Fonksiyonu	$\mu_{\tilde{A}}(x;v;y;z;k) = \begin{cases} (x-v)/(z-v) & v \leq x \leq z \\ 1 & z \leq x \leq k \\ (y-x)/(y-k) & k \leq x \leq y \\ 0 & x > y \text{ veya } x < v \end{cases}$	
Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu	$\mu_{\tilde{A}}(x; \beta; d) = \frac{1}{1 + \exp[-\beta(x-d)]}$	
S Şekli Üyelik Fonksiyonu	$\mu_{\tilde{A}}(x;v;y;z) = \begin{cases} 0 & x < v \\ 2\left(\frac{x-v}{z-y}\right)^2 & v < x < y \\ 1 - 2\left(\frac{x-v}{z-y}\right)^2 & y < x < z \\ 1 & x < z \end{cases}$	

2.2.1.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu



Şekil 17: Üçgen Üyelik Fonksiyon (Chen ve Wang, 2009: 235)

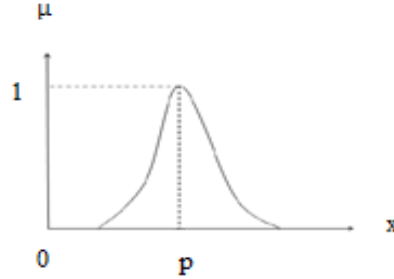
Üçgen üyelik fonksiyonu Şekil 17’de verilmiş olup; v , y , z şeklindeki parametreler ile Eşitlik (2.3)’teki gibi tanımlanmıştır ve alternatifi Eşitlik (2.4)’te verilmiştir (Chen ve Wang, 2009: 235):

$$\mu_{\tilde{A}}(x;v;y;z) = \begin{cases} (x-v)/(y-v) & v \leq x \leq y \\ (z-x)/(z-y) & y \leq x \leq z \\ 0 & x \geq z \text{ veya } x \leq v \end{cases} \quad (2.3)$$

Alternatif olarak Eşitlik (2.4)'te gösterilmiştir:

$$\mu_{\text{üçgensel}}(x) = \max\left(\min\left(\frac{x-v}{y-v}, \frac{z-v}{z-y}\right), 0\right) \quad (2.4)$$

2.2.1.2. Gaussian Üyelik Fonksiyonu

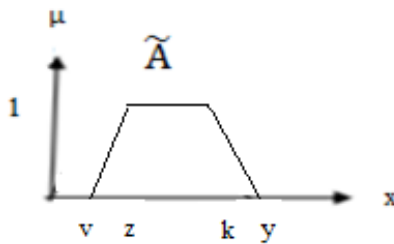


Şekil 18: Gaussian Üyelik Fonksiyonu (Yen ve Langari, 1999: 63)

$$\mu_{\tilde{A}}(x; p; s) = \exp\left(-\frac{(x-p)^2}{s^2}\right) \quad (2.5)$$

Gaussian üyelik fonksiyonu Eşitlik (2.5)'teki gibi (p,s) parametreleri ile belirtilmektedir. Bu fonksiyonda yer alan p parametresi fonksiyonun merkezini ve s parametresi de genişliğini ifade etmektedir. s değeri ile oynanarak, fonksiyonun şekli değiştirilebilir. Şayet s değeri, küçük olduğunda üyelik fonksiyonu daha ince; s değeri arttıkça da üyelik fonksiyonu yayvan duruma gelecektir (Baykal ve Beyan, 2014a: 79) ve Gaussian üyelik fonksiyonu Şekil 18'deki gibi gösterilebilmektedir (Yen ve Langari, 1999: 63).

2.2.1.3. Yamuk Üyelik Fonksiyonu



Şekil 19: Yamuk Üyelik Fonksiyonu (Güner ve Çomak, 2014: 191)

Şekil 19'da verilen Yamuk üyelik fonksiyonu; v, y, z, k şeklinde dört parametre ile Eşitlik (2.6)'da tanımlanmıştır ve alternatifi Eşitlik (2.7)'de verilmiştir (Güner ve Çomak, 2014: 191) :

$$\begin{cases} (x-v)/(z-v) & v \leq x \leq z \end{cases} \quad (2.6)$$

$$\mu_{\tilde{A}}(x;v;y;z;k) = \begin{cases} 1 & z \leq x \leq k \\ (y-x)/(y-k) & k \leq x \leq y \\ 0 & x > y \text{ veya } x < v \end{cases}$$

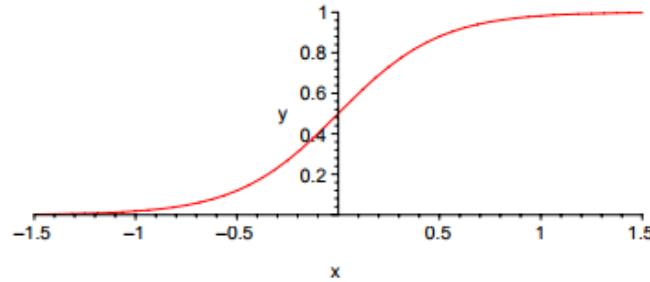
Alternatif olarak Eşitlik (2.7) gibi de gösterilebilir:

$$\mu_{\text{yamuksal}}(x) = \max\left(\min\left(\frac{x-v}{y-v}, \frac{k-x}{k-z}\right), 0\right) \quad (2.7)$$

2.2.1.4. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu

Sigmoidal üyelik fonksiyonu $x=d$ kesişimindeki β eğim parametresi ile tanımlanmakta olup; Eşitlik (2.8)'deki biçimde ifade edilmekte ve $d=0$ ve $\beta = 4$ parametreleri ile Şekil 20'deki gibi gösterilmektedir (Dombi ve Gera, 2005: 279):

$$\mu_{\tilde{A}}(x; \beta; d) = \frac{1}{1+\exp[-\beta(x-d)]} \quad (2.8)$$



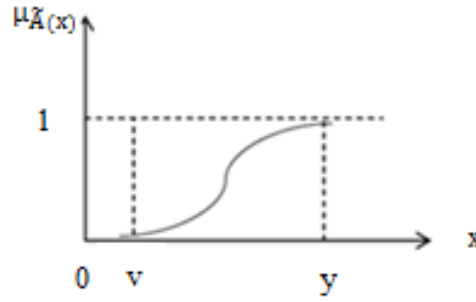
Şekil 20: Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu (Dombi ve Gera, 2005: 279)

2.2.1.5. S Şekli Üyelik Fonksiyonu

Bu eğri genel olarak S şekline benzediği için bu ismi almış olup; v , y ve z olmak üzere üç parametreye sahiptir. Matematiksel ifadesi ise Eşitlik (2.9)'daki gibidir (Şen, 2009: 58):

$$\mu_{\tilde{A}}(x;v;y;z) = \begin{cases} 0 & x < v \\ 2\left(\frac{x-v}{z-y}\right)^2 & v < x < y \\ 1-2\left(\frac{x-v}{z-y}\right)^2 & y < x < z \\ 1 & x < z \end{cases} \quad (2.9)$$

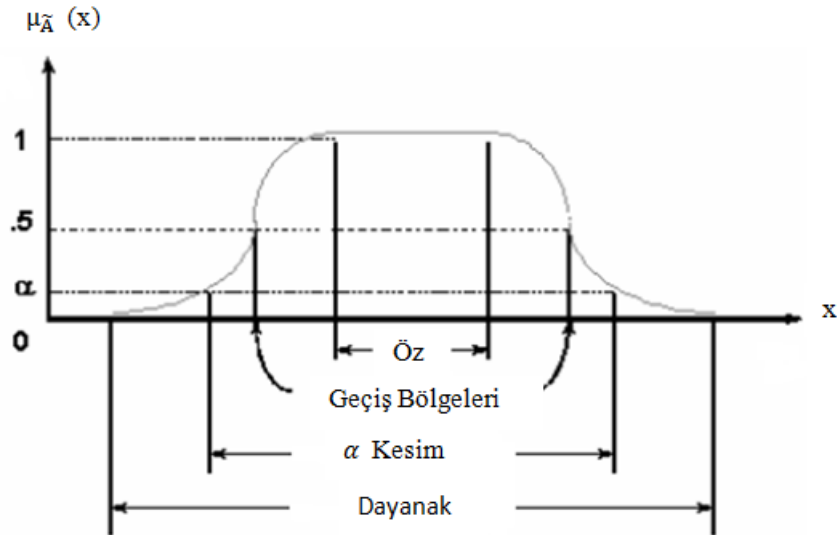
Şekil 21'de ise üyelik fonksiyon grafiği verilmiştir.



Şekil 21: S Şekilli Üyelik Fonksiyonu (Şen, 2009: 58)

2.2.2. Üyelik Fonksiyonunun Kısımları

Üyelik fonksiyonu Şekil 22’de gösterildiği üzere, öz (çekirdek), geçiş noktaları, α kesim ve dayanak (destek) olmak üzere dört kısımdan oluşmaktadır (Şentürk, 2006: 29).



Şekil 22: Üyelik Fonksiyonunun Kısımları (Şentürk, 2006: 29)

2.2.2.1. Öz (Çekirdek)

\tilde{A} bulanık kümesinin çekirdeği, tüm $x \in X$ için $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$ olarak tanımlanan; üyelik derecesi 1 olan elemanlardır (Ross, 2004: 91). Bulanık bir kümenin çekirdeği boş bir küme olabilir (İbrahim, 2000: 27).

2.2.2.2. Geçiş Bölgeleri (Sınırları)

Ögelerin üyelik derecelerinin 1’e ya da 0’a eşit olmadığı durumlardaki kısımlara, üyelik işlevinin geçiş bölgeleri veya sınırları adı verilmektedir ve bunun sembolik tanımı $0 < \mu_{\tilde{A}}(x) < 1$ biçimindedir (Şen, 2003: 128).

2.2.2.3. Dayanak (Destek)

\tilde{A} bulanık kümesinin destek kümesi, üyelik dereceleri 0'a eşit olmayan elemanların tümünü kapsamakta olup; $\mu_{\tilde{A}}(x) > 0$ şeklinde gösterilmektedir (Ross, 2004: 91).

2.2.2.4. α Kesim

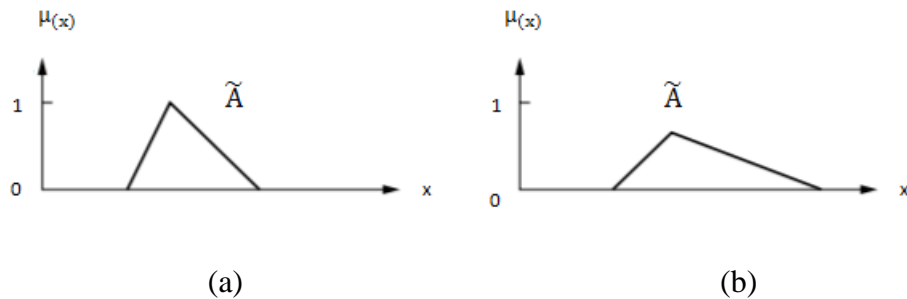
\tilde{A} bulanık kümesinin α kesim kümesi, \tilde{A}_{α} ile ifa edilmekte olup; bu küme, \tilde{A}_{α} , $\alpha \in [0,1]$ olmak üzere üyelikleri α 'dan az olmayan üyelere meydana gelmiştir ve Eşitlik (2.10)'da gösterilmiştir (Elmas, 2003: 218).

$$\tilde{A}_{\alpha} = \{x \mid \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}, \quad (2.10)$$

$$\tilde{A}_{\alpha}^{+} = \{x \mid \mu_{\tilde{A}}(x) > \alpha\}$$

α değeri isteğe bağlı bir değer olup; “ \geq ” işareti yerine “ $>$ ” işareti olduğunda güçlü α kesim kümesi (\tilde{A}_{α}^{+}) adını almaktadır (Cheng ve Lin, 2002: 176). Uygulamalarda, üyelik fonksiyonu sürekli ise, zayıf ve güçlü α kesim farkı gerekli değildir (Chen ve Pham, 2001: 38).

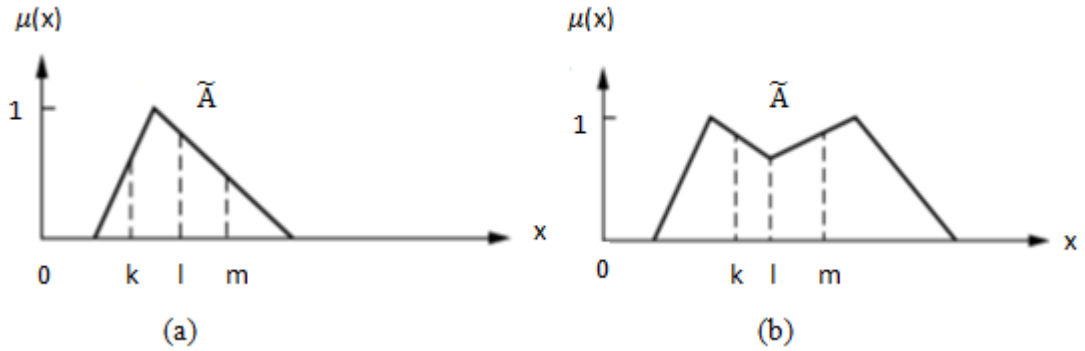
Bulanık bir kümenin üyelik fonksiyonunun 0.5' e eşit olan noktasına üyelik fonksiyonunun geçiş noktası (crossover); en büyük üyelik derecesi ise üyelik fonksiyonun yüksekliği ile tanımlanmaktadır. Normal bir bulanık kümenin yüksekliği 1'e karşılık gelmektedir (Ross, 2004: 93). Normal olmayan bulanık kümeleri normale dönüştürmek için -dışbükey olmak kaydıyla- bulanık kümelerin üyelik derecelerinin en büyük üyelik derecesine bölünmesi gerekir (Paksoy vd., 2013: 28).



Şekil 23: Normal (a) ve Normal Olmayan (b) Bulanık Kümeler (Ross, 2004: 92)

Üyelik fonksiyonunun, normallik ve dışbükeylik olmak üzere iki özelliği daha mevcuttur. Normal bulanık küme, en az bir adet üyelik derecesinin 1 olma durumudur

ve Şekil 23'te gösterilmektedir. Dışbükeylik ise üyelik fonksiyonunu sürekli artan-azalan veya üçgen gibi olması durumudur. Dışbükey olmayan kavramı, matematikte kullanılan konveks olmayan kavramından farklıdır. Matematikte kullanılan kavram içbükeyliktir ve bir kümenin içinde kalan alanda çizilen herhangi bir doğru, kümenin sınırlarını kesmediği durumlar için tanımlanmaktadır. Dışbükey ve dışbükey olmayan bulanık kümeler Şekil 24'te gösterilmiştir (Ross, 2004: 92). Buna ilâveten, bulanık bir kümede tüm α -kesim alt kümeleri dışbükey ise kümenin kendisi de dışbükeydir (Chen ve Pham, 2001: 38).



Şekil 24: Dışbükey (a) ve Dışbükey Olmayan (b) Bulanık Kümeler (Ross, 2004: 92)

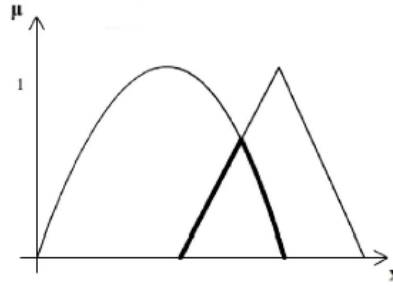
2.2.3. Bulanık Kümelerdeki Mantıksal İşlemler

Bulanık kümelerle değişik mantık işlemleri yapılabilir. Özellikle mantık bağlaçlarının bulanık kümeler için de geçerli olduğunu düşünerek, Kartezyen koordinat gösteriminde ortaya çıkan alt bulanık kümelerin göz önünde tutulması gerekmektedir (Şen, 2003: 128). Bulanık kümelerdeki mantıksal işlemler, klasik kümelerdeki işlemlere benzemektedir. Bulanık küme, sözel ifadeler taşıyan şemaları açıklamak amacıyla Venn şemalarında yapılan işlemlerin daha da kapsamlı modelleri ele almaktadır (Durmaz, 2015: 22).

2.2.3.1. Kesişim (Ve'leme)

X evrensel kümesinde belirlenen \tilde{K} ve \tilde{L} kümeleri verilsin. \tilde{K} ve \tilde{L} kümelerinin kesişimi $\tilde{K} \cap \tilde{L}$ kümesi X evrensel kümesinin bir bulanık alt kümesidir. $\tilde{K} \cap \tilde{L}$ kümesinin, herhangi bir elemanının üyelik derecesi, bu kümelerden üyelik derecesi küçük olana eşittir. $\tilde{K} \cap \tilde{L}$ kümesi, \tilde{K} ve \tilde{L} kümelerinin her birinin alt kümesidir. Bu kümenin üyelik fonksiyonu şeklindeki matematiksel gösterimi Eşitlik (2.11)'de verilmiş olup; Şekil 25'te de gösterilmiştir (Elmas, 2007: 61).

$$\mu_{\tilde{K} \cap \tilde{L}}(x) = \text{MIN}(\mu_{\tilde{K}}(x), \mu_{\tilde{L}}(x)) \quad x \in X \quad (2.11)$$

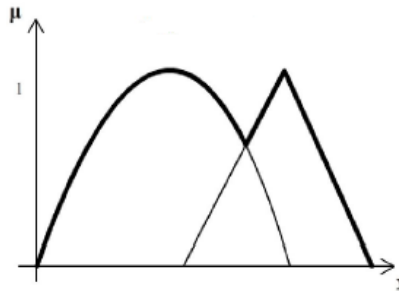


Şekil 25: Bulanık Kümelerde Kesişim (Elmas, 2007: 61)

2.2.3.2. Birleşim (Veya'lama)

İki veya daha fazla alt kümenin bir temel küme içinde ortak noktaları olduğunda; kümelerin birbirleri ile “veya” mantığı ile bağlandığında, ana kümenin alt kümelerin en az bir tanesi aracılığıyla işgal edilen kısımları anlaşılacaktır. Sözel bir işlem olan “veya” sözcüğünün mantıksal anlamını taşımaktadır. Bunun matematik notasyon haline getirilmesi klasik kümeler için \cup bulanık kümeler için ise \vee işareti ile olur (Şen, 2009: 78). \tilde{K} ve \tilde{L} bulanık kümelerinin üyelik fonksiyonları, $\mu_{\tilde{K}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{L}}(x)$ varsayalım. İki bulanık kümenin birleşiminin üyelik fonksiyonu, bu kümelerin üyelik fonksiyonlarının maksimumunu olup; “veya”lama olarak geçmektedir ve Eşitlik (2.12)’deki gibi ifade edilmektedir (Paksoy vd., 2013: 37). Gösterimi ise Şekil 26’da verilmiştir (Elmas, 2007: 61).

$$\mu_{\tilde{K} \cup \tilde{L}}(x) = \text{MAKS}(\mu_{\tilde{K}}(x), \mu_{\tilde{L}}(x)) \quad x \in X \quad (2.12)$$



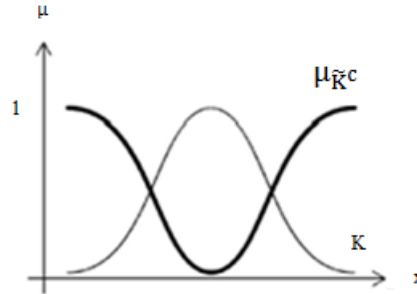
Şekil 26: Bulanık Kümelerde Birleşim (Elmas, 2007: 61)

2.2.3.3. Tümlen (Değilleme)

Üyelik dereceleri göz önünde tutulduğunda, bir bulanık kümenin değil’lenmesi demek, bunun öğelerinin üyelik derecelerinin 1’den çıkarılması anlamına gelmektedir (Şen, 2003: 131). Örneğin, herhangi bir elemanın \tilde{K} bulanık kümesindeki üyelik derecesi 0.8 ise tümlenindeki üyelik derecesi 0.2’dir. Dolayısıyla, X evrensel

kümesinde verilen bir \tilde{K} kümesinin tümleyeninin üyelik fonksiyonunun matematiksel ifadesi Eşitlik (2.13)'te; şekilsel gösterimi ise Şekil 27'de verilmiştir (Elmas, 2007: 62).

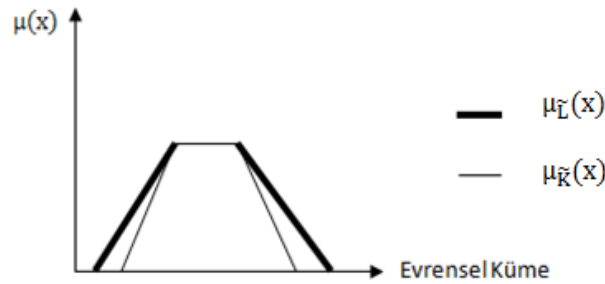
$$\mu_{\tilde{K}^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{K}}(x) \quad (2.13)$$



Şekil 27: Bulanık Kümelerde Tümleyen (Elmas, 2007: 62)

2.2.3.4. Kapsama

\tilde{K} ve \tilde{L} bulanık kümeleri, $\mu_{\tilde{K}}(x) < \mu_{\tilde{L}}(x)$, $x \in X$ koşulunu sağlıyorsa \tilde{K} , \tilde{L} 'nin alt kümesi ($\tilde{K} \subset \tilde{L}$) veya \tilde{L} , \tilde{K} 'yi kapsar ($\tilde{L} \supset \tilde{K}$) denir ve Şekil 28'deki gibi gösterilmektedir (Paksoy vd., 2013: 40).



Şekil 28: Bulanık Kümelerde Kapsama (Paksoy vd., 2013: 40)

2.2.4. Bulanık Sayı ve İşlemler

Bulanık sayılar, bulanık kümelerin özel bir durumu olarak tanımlanabilir. Normalleştirilmiş ve dış bükey bir bulanık kümedir (Bojadziev ve Bojadziev, 2007: 19). \tilde{K} ve \tilde{L} bulanık sayıları, sırasıyla k_1, k_2, k_3 ve l_1, l_2, l_3 ile parametrelenmiş olsun. Üçgen bulanık sayıların aritmetik işlemleri Eşitlik (2.14a)'daki; yamuk bulanık sayılar için parametrelenmiş olan k_1, k_2, k_3, k_4 ve l_1, l_2, l_3, l_4 ise Eşitlik (2.14b) gibi ifade edilemektedir (Cheng ve Lin, 2002: 177).

$$\text{Üçgen Bulanık Sayılar İçin Aritmetik İşlemler} \quad (2.14a)$$

Bulanık Toplama:

$$\tilde{K} (+) \tilde{L} = (k_1, k_2, k_3) (+) (l_1, l_2, l_3) = (k_1+l_1, k_2 + l_2, k_3 + l_3),$$

Bulanık Çıkarma:

$$\tilde{K} (-) \tilde{L} = (k_1, k_2, k_3) (-) (l_1, l_2, l_3) = (k_1-l_3, k_2 - l_2, k_3 -l_1),$$

Bulanık Çarpma:

$$\tilde{K} (\times) \tilde{L} = (k_1, k_2, k_3) (\times) (l_1, l_2, l_3) = (k_1l_1, k_2l_2, k_3 l_3),$$

Bulanık Bölme:

$$\tilde{K} (\div) \tilde{L} = (k_1, k_2, k_3) (\div) (l_1, l_2, l_3) = (k_1/l_3, k_2/l_2, k_3 /l_1).$$

Yamuk Bulanık Sayılar İçin Aritmetik İşlemler (2.14b)

Bulanık Toplama:

$$\tilde{K} (+) \tilde{L} = (k_1, k_2, k_3, k_4) + (l_1, l_2, l_3, l_4) = (k_1+l_1, k_2 + l_2, k_3 +l_3, k_4 +l_4),$$

Bulanık Çıkarma:

$$\tilde{K} (-) \tilde{L} = (k_1, k_2, k_3, k_4) - (l_1, l_2, l_3, l_4) = (k_1-l_4, k_2 - l_3, k_3 -l_2, k_4 -l_1),$$

Bulanık Çarpma:

$$\tilde{K} (\times) \tilde{L} = (k_1, k_2, k_3, k_4) \times (l_1, l_2, l_3, l_4) = (k_1l_1, k_2l_2, k_3 l_3, k_4l_4),$$

Bulanık Bölme:

$$\tilde{K} (\div) \tilde{L} = (k_1, k_2, k_3, k_4) \div (l_1, l_2, l_3, l_4) = (k_1/l_4, k_2/l_3, k_3 /l_2, k_4/l_1).$$

Bulanık mantıktaki bulanık kümeler ve bulanık sayılar; kâr, yatırım, maliyet, gelir, yaş gibi kelimeleri modellemek için kullanılmaktadır (Bojadziev ve Bojadziev, 2007: 1).

2.3. Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA)

Performans ölçüleri ve göstergeleri, bir hizmetin, programın veya işletmenin performansını değerlendirmek veya ölçmek anlamına gelmektedir (Ömürgönülşen, 2002: 106). Performans ölçümünde sıklıkla kullanılan VZA, verilere karşı oldukça duyarlı olduğundan verilerdeki olası hata ve belirsizlikler, etkinlik sınırlarını etkilemektedir (Özyiğit vd., 2008: 58). VZA yönteminin başarısı, girdi ve çıktıların

kesin değerler olup; doğru ölçülmesinden ileri gelmektedir. Ancak, genellikle bir üretim süreci ya da hizmet yapısı karmaşık girdi ve çıktılara sahip olduğundan hassas bir şekilde ölçmek zordur (Liu ve Chuang, 2009: 1105).

VZA'da girdi ve çıktı değerlerinin değiştiğine örnek olarak, havayollarının operasyonel etkinliklerini vermek mümkündür. Girdi olarak yakıt ve işgücü; çıktı olarak ise km cinsinden her bir yolcu için uçuş uzunluğu verilebilir. Hava, mevsim, çalışma durumu vb. sebeplerden dolayı girdi ve çıktılar kolay bir biçimde değişebilmektedir. VZA; uç değerlere karşı duyarlı bir sınır yöntemi olduğundan dolayı geleneksel VZA modelleri ile değişken girdi ve çıktılarla etkinliği değerlendirmek oldukça karmaşıktır (Guo ve Tanaka, 2001: 149).

Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA), karar vericiyi matematiksel nedenlerle kesin bir formülasyon haline getirmeye zorlamaz. BVZA ile karar verici kısıtlamaların küçük ihlallerini göz önüne alabilir ve farklı kısıtlamaların ihlaline değişik derecede önem verebilir (Kahraman ve Tolga, 1998: 342).

2.3.1. Bulanık Veri Sınıflandırması

VZA yönteminde, girdi ve çıktı verileri toplanırken; doğru ve tam bir şekilde olması istenir. Ancak bu, gerçek hayatta zordur. Kesin bilinen girdi ve çıktı verilerinde geleneksel VZA kullanılırken; kesin olarak bilinmeyen durumlar için BVZA modelleri geliştirilmiştir. BVZA modellerindeki veriler; sınırlandırılmış veriler (interval data), sıralı veriler (ordinal data), elde edilmeyen veriler (missing data) ve değerleri kesin olarak bilinen veriler (exact data) olarak dört grupta toplanmıştır (Artut, 2013: 35).

Birçok sayıda VZA modeli, doğrusal bir programlama modeli olduğu için verilere karşı oldukça duyarlıdır. Bu yüzden de verilerdeki hata ve belirsizlikler, etkinlik sınırlarını etkilemektedir (Göktolga ve Artut, 2014: 56). Olabilirlik seviyeleri ve α - seviyeleri gibi yaklaşımlar vasıtası ile BVZA'daki model doğrusal duruma çevrilmektedir. Modelde var olan eşitlik ve eşitsizlikler, bulanık kümeler teorisi yardımıyla belirlenmekte; ayrıca modelin doğrusal matematik programlama yöntemleri vasıtası ile çözülmesini sağlamaktadır (Özyiğit vd., 2008: 58).

2.3.2. Wang, Greatbanks, Yang'ın Aralık VZA Modeli

Üretim süreçlerindeki veriler, gerçek hayatta tam olarak ölçülemez. Bu durum, özellikle VZA gibi veri hatalarına karşı oldukça hassas olan sınır tipi modellerle etkinlik

değerlendirmede ortaya çıkmaktadır (León vd., 2003: 407). Belirsiz verilerin, belirsiz sayıların ya da aralıkların üstesinden gelebilmek için, bulanıklılık kavramı ortaya çıkmıştır (Kao ve Liu, 2000: 427-428).

İnsan düşünce ve yargılarında her zaman belirsizlik söz konusudur. BVZA modelleri, gerçek yaşamda yaygınca bulunan algısal değerlendirme problemleri için önemli rol oynamaktadır (Guo ve Tanaka, 2001: 160). Belirsizlik; pek çok üretim aşamasının da özünde olduğundan ve bu aşama genellikle karışık girdi ve çıktılar içerdiğinden dolayı, BVZA modelleri ile gerçek hayat uygulamalarında sıkça karşılaşılmakta ve gerçek hayatı daha gerçekçi biçimde ifade etmektedir (Kao ve Liu, 2000: 428, León vd., 2003: 417, Lertworasirikul vd., 2003: 379).

BVZA modelleri, bulanık küme teorisi ve üyelik fonksiyonları yardımı ile verilerin belirsiz olduğu yani kesin bir biçimde bilinmediği durumlarda, etkinlik hesaplamalarını yapabilmek amacı ile geliştirilmiştir (Yeşilaydın ve Alptekin, 2016: 210).

KVB'ler ve üst-alt sınır etkinlikleri için, aynı kısıt kümesini kullanarak sabit bir üretim sınırını meydana getiren, aralık aritmetiğine dayalı ve Aralık VZA olarak isimlendirilen bir model geliştirilmiştir. KVB_j'nin etkinliği Eşitlik (2.15)'teki gibi bulunmaktadır. θ_j aralık sayıdır. Aralık veri üzerindeki işlem kurallarına dayanarak θ_j , $[Q_j^L, Q_j^U]$ ($j=1, \dots, t$) biçiminde de ifade edilebilir (Wang vd., 2005: 352).

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^k u_r(B_{rj})}{\sum_{i=1}^p v_i(A_{ij})}, j=1, \dots, t \quad (2.15)$$

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^k u_r[B_{rj}^L, B_{rj}^U]}{\sum_{i=1}^p v_i[A_{ij}^L, A_{ij}^U]}$$

KVB_j'nin üst ve alt sınırlarını ölçmek için, KVB_j için Eşitlik (2.16)'daki kesirli programlama çift modelleri oluşturulmuştur (Wang vd., 2005: 352). Bu modele Charnes-Cooper dönüşümü uygulandığında ise Eşitlik (2.17) biçimindeki doğrusal programlama modellerine ulaşılmış olur (Wang vd., 2005: 353).

$$\text{maks } \theta_j^U = \frac{\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^U}{\sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L} \quad (2.16)$$

$$\theta_j^U = \frac{\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^U}{\sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L} \leq 1, j=1, \dots, t$$

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

$$\text{maks } \theta_j^L = \frac{\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^L}{\sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^U}$$

$$\theta_j^U = \frac{\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^U}{\sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L} \leq 1, j=1, \dots, t$$

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

$$\text{maks } \theta_j^U = \sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^U \quad (2.17)$$

$$\sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L = 1$$

$$\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^U - \sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L \leq 0, j=1, \dots, t$$

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

$$\text{maks } \theta_j^L = \sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^L$$

$$\sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^U = 1$$

$$\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^U - \sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L \leq 0, j=1, \dots, t$$

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

Bütün KVB'ler en iyi üretim sınırı içerisinde bulunduğunda, θ_j^L olası en iyi alt sınır görelî etkinliği; θ_j^U olası en iyi görelî üst sınır etkinliğini ve dolayısıyla $[\theta_j^L, \theta_j^U]$ en iyi görelî etkinlik aralığını ifade etmektedir (Entani vd., 2002: 36). Eşitlik (2.17), KVB'lerin hepsi için üretim sınırını belirlemektedir. Her bir bir KVB'nin alt sınır etkinliğini ölçmek amacıyla, üretim sınırını referans olarak kullanmaktadır (Saati ve Memariani, 2005: 613).

Eşitlik (2.16) ve Eşitlik (2.17)'de, her bir KVB için girdi-çıkıtı değerleri ve kullanılan ağırlıklar mühim değildir. KVB etkinliklerinin hepsi için 1 ya da 1'den küçük olması durumu sınırlandırılmıştır. KVB etkinliklerinin ölçümü için Eşitlik (2.16) ve Eşitlik (2.17) $\{(A_{ij}^L, B_{rj}^U) (i = 1, \dots, p; j = 1, \dots, t; r = 1, \dots, k)\}$ biçiminde aynı kısıt

kümesini kullanmaktadırlar. KVB_j'nin, en iyi olası üst sınır etkinliği $\theta_j^U = 1$ olduğunda VZA etkin; $\theta_j^U < 1$ gibi aksi durumlarda ise etkin olmadığı belirtilmektedir (Wang vd., 2005: 357).

2.3.2.1. Wang, Greatbanks, Yang'ın Aralık VZA Modelinde Bulanık Verinin Dâhil Edilmesi

Bu modelde bulanık olan veriler, α düzey kümelerini kullanarak; aralık verilere dönüştürülmektedir (Zimmerman, 1996: 294). Kao ve Liu (2000) çalışmalarında, α düzey kümeleri kullanarak bulanık durumdaki verilerin aralık verilere dönüştürülmesini; bu sayede de klasik VZA modellerinden faydalanılması gerektiğini belirtmişlerdir (Kao ve Liu 2000: 427). Bu yaklaşım Saati ve arkadaşları (2002) tarafından da benimsenmiş olup; bulanık bir CCR modelini olasılıksal bir programlama modeli gibi ifade ederek α düzeylerini uygulayarak modeli, aralık bir programlama modeline çevirmişlerdir. Bu sayede de, tanınan her α düzeyiyle her bir KVB için etkinlik skoru elde edilmiştir (Saati vd., 2002: 255).

\widetilde{A}_{ij} girdilerine ve \widetilde{B}_{rj} çıktılarına ve dolayısıyla $\mu_{\widetilde{A}_{ij}}$ ve $\mu_{\widetilde{B}_{rj}}$ üyelik fonksiyonlarına sahip \widetilde{A}_{ij} ve \widetilde{B}_{rj} 'nin α düzey kümeleri $0 < \alpha \leq 1$ olmak şartıyla Eşitlik (2.18)'deki gibi ifade edilebilir. Bulanık olan veriler, $(1 - \alpha)$ olan farklı güven düzeyleri ile $\{(A_{ij})_\alpha \mid 0 < \alpha \leq 1\}$ ve $\{(B_{rj})_\alpha \mid 0 < \alpha \leq 1\}$ biçiminde farklı α düzey kümelerine dönüştürülür. En geniş girdi ve çıktı aralıkları ise Eşitlik (2.19)'da gösterilmiştir. Sırasıyla $A_{ij}^L, A_{ij}^U, B_{rj}^L, B_{rj}^U$ bulanık veri olan $\widetilde{A}_{ij}, \widetilde{B}_{rj}$ 'nin alt ve üst sınırlarını ifade etmektedir (Wang vd., 2005: 359-360).

$$(A_{ij})_\alpha = \left\{ A_{ij} \in S(\widetilde{A}_{ij}) \mid \mu_{\widetilde{A}_{ij}}(A_{ij}) \geq \alpha \right\} \quad (2.18)$$

$$= \left[\min_{A_{ij}} \left\{ A_{ij} \in S(\widetilde{A}_{ij}) \mid \mu_{\widetilde{A}_{ij}}(A_{ij}) \geq \alpha \right\}, \max_{A_{ij}} \left\{ A_{ij} \in S(\widetilde{A}_{ij}) \mid \mu_{\widetilde{A}_{ij}}(A_{ij}) \geq \alpha \right\} \right] \forall i, j$$

$$(B_{rj})_\alpha = \left\{ B_{rj} \in S(\widetilde{B}_{rj}) \mid \mu_{\widetilde{B}_{rj}}(B_{rj}) \geq \alpha \right\}$$

$$= \left[\min_{B_{rj}} \left\{ B_{rj} \in S(\widetilde{B}_{rj}) \mid \mu_{\widetilde{B}_{rj}}(B_{rj}) \geq \alpha \right\}, \max_{B_{rj}} \left\{ B_{rj} \in S(\widetilde{B}_{rj}) \mid \mu_{\widetilde{B}_{rj}}(B_{rj}) \geq \alpha \right\} \right] \forall r, j$$

$$(A_{ij})_0 = \left\{ A_{ij} \in S(\widetilde{A}_{ij}) \mid \mu_{\widetilde{A}_{ij}}(A_{ij}) \geq 0 \right\} = [A_{ij}^L, A_{ij}^U] \quad (2.19)$$

$$(B_{rj})_0 = \left\{ B_{rj} \in S(\widetilde{B}_{rj}) \mid \mu_{\widetilde{B}_{rj}}(B_{rj}) \geq 0 \right\} = [B_{rj}^L, B_{rj}^U]$$

Eşitlik (2.20)'de α düzey kümeleri altında, $(\theta_j)_\alpha^U$ en iyi olası göreceli etkinliğin üst sınırı iken; $(\theta_j)_\alpha^L$ bunun alt sınırıdır ve $(\theta_j)_\alpha = [(\theta_j)_\alpha^L, (\theta_j)_\alpha^U]$ biçiminde etkinlik aralığı meydana getirmektedirler (Wang vd., 2005: 353).

$$\text{maks } (\theta_j)_\alpha^U = \sum_{r=1}^k u_r (B_{rj})_\alpha^U \quad (2.20)$$

$$\sum_{i=1}^p v_i (A_{ij})_\alpha^L = 1$$

$$\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^U - \sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L \leq 0, j=1, \dots, t$$

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

$$\text{maks } (\theta_j)_\alpha^L = \sum_{r=1}^k u_r (B_{rj})_\alpha^L$$

$$\sum_{i=1}^p v_i = 1$$

$$\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^U - \sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L \leq 0, j=1, \dots, n$$

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

KVB_j'nin etkinliğinin bulanık biçimi Eşitlik (2.21)'deki biçimde BVZA modelleri kurularak elde edilebilir. Bu eşitlikte $\theta_j^{U*}, \theta_j^{M*}, \theta_j^{L*}$ kesirsel olan üç programlama modelinin optimal amaç fonksiyonlarıdır. KVB_j'nin bulanık etkinliğini ise $[\theta_j^{L*}, \theta_j^{M*}, \theta_j^{U*}]$ oluşturmaktadır (Wang vd., 2005: 361).

$$\text{maks } \theta_j^{U*} = \frac{\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^U}{\sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L}, \quad (2.21)$$

$$\theta_j^U = \frac{\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^U}{\sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L} \leq 1, j=1, \dots, t$$

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

$$\text{maks } \theta_j^{M*} = \frac{\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^M}{\sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^M},$$

$$\theta_j^U = \frac{\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^U}{\sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L} \leq 1, j=1, \dots, t$$

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

$$\text{maks} \theta_j^{L*} = \frac{\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^L}{\sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L},$$

$$\theta_j^U = \frac{\sum_{r=1}^k u_r B_{rj}^U}{\sum_{i=1}^p v_i A_{ij}^L} \leq 1, j=1, \dots, t$$

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

2.3.2.2. BVZA'da Aralık Etkinliklerinin Sıralanması ve Karşılaştırılması

Birçok KVB'nin sıralanması ve karşılaştırılması amacıyla pratik bir yöntem anlayışı gereklidir. Fakat bazı BVZA modelleri, mevcut hesaplama tuzakları bulundurmaktadır. Kao ve Liu (2000), α düzeyleri yaklaşımını uygulayarak BVZA modelini, kesin bir VZA modeli ailesine dönüştüren bir teknik önermişlerdir. Bu tekniğin kullanılması, bir KVB değerini değerlendirmek için birden fazla doğrusal programlama probleminin çözülmesini gerektirmektedir. León ve arkadaşları (2003) BCC modelini, α düzeyleri karşılaştırılmasına dayanan bazı sıralama yöntemlerini kullanarak bulanık bir VZA modeli oluşturmuşlardır. Teknikleri, kesin bir BCC modelinin çözümünden yaklaşık dört kat daha büyüktür. Bu durum, hesaplama bakış açısına göre makul değildir (Soleimani-damaneh vd., 2006: 1203).

Wang ve arkadaşları (2005), VZA'ların aralık verimlerini karşılaştırmak ve sıralamak için minimaks pişmanlık temelli bir yaklaşım (minimax regret-based approach) önermişlerdir. Buna göre t adet KVB'nin etkinlik aralıkları $H_j = [h_j^L, h_j^U] = \langle m(H_j), w(H_j) \rangle$ $j=1, \dots, t$ olsun. KVB'lerin orta noktaları $m(H_j) = \frac{1}{2} (h_j^L + h_j^U)$ ve $w(H_j) = \frac{1}{2} (h_j^U - h_j^L)$ KVB'lerin genişlikleri olmak şartıyla, $H_j = [h_j^L, h_j^U]$ 'nin en iyi etkinlik aralığı seçilirse ve $d = \text{maks}_{i \neq j} \{h_i^U\}$ olursa;

- $h_j^L < d$ ise karar verici etkinlik kaybına (fırsat kaybına) uğrayabilir ve pişmanlık duyabilir. Maksimum etkinlik kaybı Eşitlik (2.22)'deki gibi gösterilir.

$$\text{maks}(h_j) = d - h_j^L = \text{maks}_{i \neq j} \{h_i^U\} - h_j^L \quad (2.22)$$

- $h_j^L \geq d$ ise hiçbir etkinlik kaybı yaşanmaz ve karar verici bu durumdan pişmanlık duymaz. Bu durumda, onun pişmanlığı sıfır olarak ifade edilir, yani

$h_j = 0$ olur. Bahsedilen bu iki olay birleştirildiğinde ise Eşitlik (2.23) elde edilir.

$$\text{maks}(h_j) = \text{maks}_{i \neq j}[\{h_i^U\} - h_j^L, 0] \quad (2.23)$$

Etkinlik aralıkları kümesi $H_j = [h_j^L, h_j^U] = \langle m(H_j), w(H_j) \rangle$ $j=1, \dots, t$ olduğu zaman, her bir etkinlik aralığı H_j 'nin maksimum etkinlik kaybı Eşitlik (2.24)'te gösterilmiştir ve en makbul etkinlik aralığı, minimum olandır (Wang vd., 2005: 362).

$$H_j = [\text{maks}_{i \neq j}[\{h_i^U\} - h_j^L, 0] \quad (2.24)$$

$$= \text{maks} [\text{maks}_{i \neq j} \{ m(H_i) + w(H_i) \} - (m(H_j) - w(H_j)), 0]$$

Maksimum etkinlik kayıpları göreceli sayılardır. Diğer tüm etkinlik aralıkları arasında maksimum etkinliğe göre hesaplanır. Dolayısıyla, sadece etkinlik aralığı kümesinden, en çok istenen etkinlik aralığını seçmek için kullanılabilirler. Fakat onları doğrudan sıralamak için kullanılamazlar. Etkinlik kayıplarının azami değerini kullanarak etkinlik aralıkları kümesi için bir sıralama oluşturabilmek için, aşağıdaki eleme adımları önerilmektedir (Wang vd., 2005: 362-363):

Adım 1: Maksimum verimlilik kaybı hesaplanır ve en küçük maksimum etkinlik kaybına (pişmanlık) sahip olan, en çok istenen verimlilik aralığı seçilir. $1 \leq j_1 \leq t$ olmak şartıyla, H_{j_1} 'in seçildiği varsayalım,

Adım 2: H_{j_1} 'i ortadan kaldırılır, en yüksek etkinlik kaybı yeniden hesaplanır ve kalan ($t = 1$) etkinlik aralıklarından en çok istenen etkinlik aralığı tanımlanır. $1 \leq j_2 \leq t, j_2 \neq j_1$ olmak şartıyla, H_{j_2} 'nin seçildiği varsayalım,

Adım 3: H_{j_2} ortadan kaldırılır, her bir etkinlik aralığının en yüksek etkinlik kaybı yeniden hesaplanır ve kalan ($t - 2$) etkinlik aralıklarından en çok istenen etkinlik aralığı H_{j_3} saptanır,

Adım 4: Yukarıdaki eleme işlemi, sadece bir etkinlik aralığı H_{j_t} kalana kadar tekrarlanır. ">" sembolü daha üstün anlamında olmak şartıyla, son sıralama $H_{j_1} > H_{j_2} > \dots > H_{j_t}$ "dir.

2.3.3. BVZA Literatür Taraması

Verimlilik performansını ölçmek ve değerlendirmek için bulanık küme teorisinin kullanımı sınırlı olmuştur. İlk kez Sengupta (1992), VZA yönteminde bulanık karar verme ilkelerini önermiştir. Çalışmasında, VZA yöntemindeki CCR modelinin kısıt ve amaç fonksiyonunu bulanıklaştırarak; yeniden biçimlendirmiştir (Triantis ve Girod, 1998: 87).

Ülkemizde BVZA ile yapılan makale çalışmaları incelendiğinde; Güngör ve Demirgil (2005), Batı Anadolu’da denize kıyısı olmayan 24 şehrin etkinlik ölçümlerini sekiz girdili ve tek çıktıyı kullanarak çıktı yönlü CCR-BVZA ile beş farklı α kesim düzeylerine göre gerçekleştirmişlerdir. Özyiğit ve arkadaşları (2008), ülkemizdeki elektrik üretiminde kullanılabilir olan enerji kaynaklarının etkinliğini α kesim yaklaşımıyla ölçmüşlerdir. Performans ölçümünü gerçekleştirirken, bulanık girdi ve çıktı değerlerindeki α kesimlerinin uç değerleri yerine; tüm α kesimleri kullanmışlardır. Güngör ve Oruç (2009), sıralı ve kesin veriler için tavsiye edilen Cooper-Park-Yu Modeli, Despotis-Smirlis Modeli ve Cook-Kress-Seiford Modeli’ni iki girdili, tek çıktılı dört adet KVB’ye; sıralı, sınırlandırılmış ve kesin veriler için ise Cooper-Park-Yu Modeli ve Despotis-Smirlis Modeli’ni üç girdili, iki çıktılı beş tane KVB’ye uygulayarak etkinlik skorlarını karşılaştırmalı analiz yaparak hesaplamışlardır. Oruç ve arkadaşları (2009), ülkemizdeki 24 tane devlet üniversitesi için 6 tane girdi ve 7 tane çıktı belirleyerek, 2006 yılı verilerine göre etkinlik skorlarını, Saati ve Memariani’nin önerdiği model yardımı ile uygulamışlardır. Göktolga ve Artut (2014), Türkiye’deki 55 tane üniversitenin girdi ve çıktı verilerini standart hata yardımıyla aralık verilere dönüştürerek, İktisadî ve İdari Bilimler Fakültesi’nin performans skorlarını EMS yardımıyla çözümlenip; etkin olmayan üniversiteleri Pişmanlık Yaklaşımı yardımıyla sıralamışlardır. Gündüz (2015), Malatya’da kuru kayısı üreten 46 tane işletmenin 2011-2012 üretim dönemini içeren, altı girdili ve bir çıktılı verilerin standart hatalarından faydalanarak, her bir veriye belirsizlik tanımlamış ve α kesim düzeylerine göre etkinlik ölçümünü gerçekleştirmiştir. Çakır (2016), 20 tane yaş çay işleyen fabrikada 2013 verilerini kullanarak, beş farklı α -kesim düzeylerinde etkinlik değerlerini hesaplamış; bulanık sıralama yaklaşımı yardımı ile de bu fabrikaları performanslarına göre sıralamıştır. Yeşilaydın ve Alptekin (2016) çalışmalarında, OECD ülkelerine ilişkin sağlık alanındaki etkinliklerini hesaplamak amacıyla sağlığı etkileyen girdi, çıktı ve çevre değişkenlerini belirleyerek, BVZA ile beş farklı α -kesim düzeylerinde alt ve üst

sınır etkinlik skorlarını tanımlamış; her bir α kesim seviyesi için KVB'lerin en yüksek etkinlik kaybı skorlarını Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı yardımıyla incelemiş ve etkin olmayan ülkeleri iyiden kötüye doğru sıralamıştır.

BVZA kullanılan yabancı literatürdeki makalelere bakıldığında ise Chen ve Klein (1992), bulanık sayıların büyük bir sıralamasını yaparken, sıralama işlemi etkinliği, doğruluğu ve etkililiği kritik olduğu için çalışmalarında toplamdaki bulanık araçların (veya genelleştirilmiş bulanık sayıların) sıralanması için kullanılabilen bulanık ağırlıklı ortalamaya " α kesimleri" ve "bulanık aritmetik işlemlerin" uygulandığını düşünmüşler; yöntemin programlanmasını daha kolay hale getirerek ve verilerin daha kolay manipüle edilmesini sağlayarak, bulanık kararlar için daha pratik bir yöntemle sonuçlanmasını amaçlamışlardır. Kao ve Liu (2000), bulanık gözlemlerle KVB'lerin etkinliklerini ölçmek için bir prosedür geliştirmişlerdir. Ana fikirleri, α kesim yaklaşımını uygulayarak bulanık bir VZA modelini, klasik ve kesin olan VZA modelleri grubuna dönüştürerek, etkinlik ölçümlerini kesin değerler yerine üyelik fonksiyonlarıyla ifade etmek olmuştur. Etkinlik ölçümlerinin elde edildiği üyelik fonksiyonları vasıtasıyla, kesin VZA modellerini tanımlamak için bir çift parametrik program formüle etmişlerdir. Guo ve Tanaka (2001), temel CCR modeline dayanarak, verimlilik değerlendirme problemi için verilen bulanık girdi ve çıktı verileri ile BVZA modelini önermiş olup; ayrıca VZA ve Regresyon Analizi (RA) arasındaki ilişkiyi göz önüne alarak, BVZA modelinin daha genel bir biçimde genişletilmesini sunmuşlardır. Önerilen BVZA modelleri kullanılarak CCR modelindeki etkinlik, gerçek değerlendirme problemlerinde doğal belirsizliği yansıtacak biçimde bulanık bir sayı olarak genişletilmiştir. Liu (2008) çalışmasında, giriş-çıkış verileri net ve bulanık olarak gösterildiğinde esnek üretim sistemi alternatiflerinin performansını değerlendirebilen bulanık bir VZA / garanti bölgesi yöntemi geliştirmiş; Zadeh'in (1978) genişletme ilkesine dayanarak, alternatiflerin bulanık etkinlik skorunun alt ve üst sınırlarını hesaplamak için bir çift iki seviyeli matematiksel program oluşturmuştur. Esnek üretim sistem performansını değerlendirmek amacıyla bu iki seviye matematik programını bir çift klasik tek seviyeli VZA / garanti bölgesi yöntemine dönüştürerek, önerilen bir örnek metodolojisinin uygulanışını göstermiştir. Liu ve Chuang (2009) araştırmalarında, bir önceki çalışmada Liu'nun (2008) etkinliği ölçmek için bahsettiği yöntemin uygulamasını, Tayvan'daki üniversite kütüphanelerinde gerçekleştirmişlerdir. Wen ve Li (2009), çalışmalarında klasik VZA modellerini bulanık bir çerçeveye genişletmeye

çalışmış; böylece güvenilirlik ölçüsüne dayalı BVZA modeli üretmişlerdir. Bulanık modeli çözmek için bulanık simülasyon ve genetik algoritma ile birlikte hibrid algoritma tasarlamışlar, BVZA modelini ve tüm KVB'lerin sıralamasını gösteren yöntemi gösteren sayısal bir örnek sunmuşlardır. Muger (2013), bulanık küme teorisini VZA ile entegre ederek; net olmayan girdi ve çıktı verilerini teknik etkinlik skorlarını hesaplamıştır. Bununla birlikte üretim tarımı belirsiz bir ortamda gerçekleştiğinden ve bazı durumlarda girdi ve çıktı verisi hatalı olabildiğinden dolayı, hesaplanan bulanık verimlilik skorları, karar vericinin bir karar verme biriminin performansını farklı olasılık düzeylerinde izleyebilmesine olanak tanıyan aralık sınırı yaklaşımını Pennsylvania'daki 29 süt üreticisinin bir grubunda uygulayarak etkinliği ölçmüştür. Loron ve Loron (2015), literatürden aldıkları akıllı bina değerlendirmesini içeren bir vaka çalışmasını, bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve BVZA modeli ile uygulanabilirliğini, etkinliğini göstereceğini düşünmüşler; önerilen yöntemin sonuçlarının da literatürdeki mevcut yöntemlerle tutarlı sonuçlar verdiğini doğrulamışlardır. Azar ve arkadaşları (2016), BVZA kullanarak bulanık ortamlarda ağırlıklı genel dizinin hesaplanması için yeni bir model geliştirmişler; ayrıca önerilen modelin geçerliliğini ve etkililiğini göstermek, sonuçları literatürde bulunan önceki modellerle karşılaştırmak amacıyla sayısal bir örnek kullanmışlardır.

Türkiye'de BVZA konusu üzerinde yapılan tez çalışmaları ile çok fazla karşılaşmamıştır. Yüksek lisans çalışmalarına bakıldığında; Akyüz'ün (2005) çalışmasında tedarikçi seçim süreci, olabilirlik yaklaşımı kullanılarak ele alınmıştır. Uygulamada iki girdi ve beş çıktıdan oluşan on iki tedarikçi için oluşturulan hipotetik veri kümesi kullanılmıştır. Güneş (2006) yapmış olduğu çalışmada, VZA ile birlikte bu analizin bulanık versiyonundaki yöntemlerden bahsetmiş ve bu yöntemlerden birisi olan "Aralık Sayılarla BVZA" aracılığıyla ülkemizdeki birinci derece kalkınma öncelikli yerlerin performanslarını analiz etmiştir. Altunal (2006), birçok belirsizliği barındıran bankacılık sektöründe BVZA ile etkinlik değerlendirmesi yapmıştır. Altı özel sermayeli Türk ticaret bankasının etkinliklerini BVZA ile değerlendiren bir uygulama gerçekleştirmiştir. Deniz'in (2009) çalışmasında, Türkiye'deki 77 ilin, rekabet edilebilirlik yönünden kaynak etkinlikleri Klasik Girdi Yönlü Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) ve Bulanık Aralık Sayılar ile Bulanık Girdi Yönlü CCR modelleri vasıtasıyla değerlendirilmiştir. VZA modellerinde 8 girdi ve 1 çıktı kullanılmış; çözümünde ise EMS programından yararlanılmıştır. Her bir ile ait etkinlik ve yoğunluk

değerleri ile artık ve aylak değişkenler ve bunun sonucunda da etkin ve etkin olmayan iller tespit edilmiştir. Balkan (2011) çalışmasında, hisse senedi piyasalarının etkinliğini 45 ülkede ölçmek amacıyla ülke bazlı bir yaklaşımla, klasik ve bulanık olan VZA yöntemlerini kullanmıştır. 2007, 2008 ve 2009 yılları için klasik VZA modelleri kullanılmış; bulanık VZA yöntemi uygulamasında ise Wang ve arkadaşları (2005)'nin yaklaşımını kullanarak etkinlik değerleri elde edilmiş ve sonrasında ülkeler Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı kullanılarak sıralanmıştır. Artut (2013) yaptığı çalışmada, Türkiye'deki üniversitelerin İktisadi ve İdari Bilimler Fakültelerinin performans skorlarını BVZA yöntemiyle ölçerek; fakültelerin sıralamasını gerçekleştirmiştir. BVZA yöntemi olarak ise aralık veriler ile tanımlanmış veriler için önerilen yöntemi uygulamış olup; VZA modellerinin çözümlenmesini "Efficiency Measurement System (EMS)" programı ile gerçekleştirmiştir. Verilerin aralık veriler şeklinde ifade edilebilmesi için ise üniversitelerin 2005-2006 eğitim öğretim yılından başlayarak 2010-2011 eğitim öğretim yılları arasındaki bölüm başına düşen Profesör, Doçent, Yardımcı Doçent, Öğretim Görevlisi sayılarının ortalamasından standart hatayı ekleyerek ve çıkararak üst sınır ve alt sınır verisini hesaplayarak, verilerin hepsini aralık veri durumuna getirmiştir. Cedolin (2016) ise Guo & Tanaka modeli ile Saati modeli olmak üzere, iki değişik BVZA yöntemini altı farklı değişik α kesim seviyesinde uygulamış; on iki tedarikçi alternatifini için etkinlik değerlerini hesaplamış ve sonuçları karşılaştırmıştır.

Doktora çalışmalarına bakıldığında ise Oruç (2008), BVZA ile etkinlik ölçüm yöntemleri inceleyerek Türkiye'de 24 devlet üniversitesinde uygulamasını gerçekleştirmiştir. 10 farklı BVZA modeli ile bu üniversitelerin 2006 yılı etkinlik ölçümlerini 6 adet girdi, 7 adet çıktı ile yapmıştır. Bu esnada ise girdilere ve çıktılara ilişkin ağırlıklarda bütün üniversitelere göre ortak ağırlık kümesini kullanmıştır. Altın (2014), BVZA yöntemi ile 2011 yılında ABD'de yayınlanan Fortune 500 listesindeki 392 işletmenin 2007 finansal krizi öncesi, kriz ve sonrası performans değerlendirmelerini yapmıştır. 2002-2006 kriz öncesi ve 2007-2011 kriz ve sonrası verilerini kullanarak, girdi değişkenleri (çalışan sayısı, dönen varlık toplamı, vadesi kısa olan yabancı kaynaklar toplamı ve yabancı kaynaklar toplamı) ve çıktı değişkenleri (cari oran, nakit oranı ve finansal kaldıraç oranı) için üçgen bulanık sayılar oluşturmuştur. Kao-Liu modelini kullanarak $\alpha=0$, $\alpha=0.5$ ve $\alpha=1$ kesim noktalarında işletmelerin göreceli etkinliklerini, EMS 3.1 paket programı ile gerçekleştirmiş ve ölçeğe göre sabit getiri

(CRS) hipotezine dayanan CCR modeli ile toplam etkinlik; ölçeğe göre değişken getiri (VRS) hipotezine dayalı olan BCC modeli ile teknik etkinlik ve ölçek etkinlikleri hesaplanmıştır. İşletmelerin etkinliklerinin hesaplanmasında ise çıktıya yönelik BVZA modeli kullanarak referans değerler ile etkin olmayan işletmelerin referans alabileceği işletmeleri belirlemiştir. Çakır (2015), Türkiye’de teknoloji/bilişim sektöründe faaliyet gösteren ve BİST’e kote olmuş 16 BİT firmasının 2010-2013 yılı verilerine göre bulanık etkinliğini ölçmeyi amaçlamıştır. Uygulamada, dört adet girdi ve dört adet çıktı değişkenleri ile BVZA modellerinden olan Kao-Liu modeli, Lertworasirikul-Fang-Joines-Nuttle modeli, Saati-Memariani-Jahansahloo modeli ve Wang-Greatbanks-Yang modelini kullanmıştır. Yeşilaydın (2015), sağlık sektöründeki etkinlikleri OECD ülkelerinde BVZA ile tanımlayarak; bulanık kümeleme analizi yardımıyla Türkiye'nin sağlık etkinliğinin içinde bulunduğu kümedeki diğer ülkeler ile karşılaştırılmasını amaçlamıştır. BVZA’yı üç tane girdi değişkeni; beş tane çevre değişkeni ve iki adet çıktı ile gerçekleştirerek; Wang, Greatbanks ve Yang modelini kullanmış; çözümlerini Zimmermann'nın α -kesim düzeyi yaklaşımı ile aralık veriler oluşturarak yapmıştır. BVZA ile α -kesim düzeyinde (0; 0,25; 0,50; 0,75 ve 1) alt ve üst sınır etkinlik değerlerini belirlemiş; her bir α -kesim düzeyinde KVB'nin en yüksek etkinlik kaybı değerlerini Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı ile hesaplamış; etkin olmayan ülkeleri iyi-kötü yönlü sıralamıştır. En sonunda ise tüm ülkeler için bulanık kümeleme analizini gerçekleştirerek, Türkiye'nin içinde bulunduğu kümedeki ülkeleri belirlemiş; Türkiye'nin alt sınır ve üst sınır etkinlik skorları ile ait olduğu kümedeki diğer ülkelerin etkinlik değerlerinin karşılaştırmasını yapmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Çevresel sürdürülebilirliği içeren ekonomik, sosyal ve çevresel yönetim uygulamaları, ekonomik büyümeden kaynaklanan olumsuz çevresel etkilere karşı çare olarak öne sürülmüştür. Çevresel sürdürülebilirlikleri incelerken; iller kaynaklar ve enerji, ekonomi, çevre olarak üç alt sistemin entegrasyonu olarak düşünülmüştür (Yu ve Wen, 2010: 1748-1749).

Çevresel sürdürülebilirlik performansı; bir ülkenin politikalarının çevresel performansını sayısal olarak belirlemekte ve karşılaştırmaktadır. İnsan sağlığı üzerindeki çevresel baskıların azaltılması, ekosistem canlılığının ve sağlam doğal kaynak yönetiminin geliştirilmesi olmak üzere iki çevre hedefine odaklanmaktadır (Moldan vd., 2012: 9).

Dünya'da çevresel göstergelerin geliştirilmesi amacıyla değişik yaklaşımlar benimsenmekte; çeşitli kavramsal çerçeveler veya modeller ışığında göstergeler meydana getirilmektedir. Bu çalışmada, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2013 yılında yayınlamış olduğu ve literatürde yaygınlıkla kullanılan *çevresel göstergelerden* faydalanılarak; çalışmanın girdi ve çıktı veri kümeleri oluşturulmuştur. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu kitapçıkta *çevresel göstergeler*; nüfus, ekonomi, hava-atmosfer-iklim, hava kalitesi, su-atık su, atık, arazi kullanımı, biyolojik çeşitlilik, altyapı ve ulaştırma, enerji, tarım, balıkçılık, turizm, afetler ve diğer başlıkları altında sınıflandırılmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013: 9-12).

3.1. Çalışmanın Amacı, Kapsamı ve Yöntemi

Bu çalışmanın amacı, Türkiye genelini çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirmektir. Bu değerlendirmeyi yaparken çalışmada kullanılan değişkenlerden dolayı, BVZA'daki Wang ve arkadaşlarının (2005) Aralık BVZA Modeli'nden faydalanılmıştır. Çünkü VZA; verimliliği ve performansı değerlendirmek için güçlü bir araç olarak yaygın bir şekilde kullanılmakta iken; BVZA ise performans ölçüm problemlerinde kesin olmayan ve karışık verilerle uğraşmak için önerilen VZA'nın bir uzantısıdır.

Çalışmada; Türkiye’deki tüm illerin çevresel sürdürülebilirlik performanslarının etkinlik skorlarını hesaplamak amacıyla çıktı yönlü bulanık CCR ve BCC modelleri kullanılarak, teknik ve saf teknik etkinlik skorları elde edilmiştir. Bunu yaparken, Excel ve EMS 1.3 paket programı kullanılmıştır. Çıktı yönlü modellerde, çıktıların en fazla yapılması amaçlanmaktadır. Bu nedenle, illerin daha fazla çıktı üretmesi amacıyla çalışmada çıktı yönlü modeller sunulmuştur. İller; girdileri durumundaki kaynakları ile daha fazla çevresel sürdürülebilirliklerini arttırmak hususunda üretmiş oldukları çıktıların arttırılmalıdır. Ayrıca, 2014 yılında alt sınır ve üst sınır için etkin olmayan illerin girdi ve çıktıların hedef değerleri hesaplanmıştır.

3.2. Çalışmada Kullanılan Değişkenler

Çalışmanın girdileri olarak; hava kalitesi indeksi, sanayide toplam çalışan sayısı (kişi), kamu yatırımlarının illere göre enerji sektörü için dağılımı (bin TL), motorlu kara taşıtları sayısı (adet), elektrik toplam tüketim (MWh), toplam çekilen su miktarı (1000m^3 /yıl) ve nüfus yoğunluğu (km^2 de yaşayan insan sayısı); çıktıları olarak ise kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH) (TL) ve orman alanı (%) seçilmiştir.

Tablo 5’te çıktı değişkenlerine ait korelasyon değerleri verilmiştir. Buradan, kişi başına düşen GSYİH (TL) ile orman alanı (%) arasında orta düzeyde bir ilişkinin olduğu ve bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu yargısına ulaşılabılır ($r=0.370$, $p=0.001$).

Tablo 5: Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Değerleri

Korelasyonlar			
		Kişi başına düşen GSYİH (TL)	Orman Alanı (%)
Kişi başına düşen GSYİH (TL),	Pearson Correlation	1	0.370
	Sig. (2-tailed)		0.001
	N	81	81
Orman Alanı (%)	Pearson Correlation	0.370	1
	Sig. (2-tailed)	0.001	
	N	81	81

Tablo 6: Girdi Değişkenlerine Ait Korelasyon Değerleri

Korelasyonlar								
		Nüfus Yoğ. (km ² 'de Yaşayan İnsan Sayısı)	Hava Kalitesi İndeksi	Sanayide Toplam Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sek. İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Say. (adet)	Elektrik Toplam Tüketim (MWh)	Toplam Çekilen Su Miktarı (1000m ³ /yıl)
Nüfus Yoğ. (km ² 'de Yaşayan İnsan Sayısı)	Pearson Correlati on	1	0.131	0.367	-0.014	0.865	0.875	0.900
	Sig. (2-tailed)		0.244	0.001	0.898	0.000	0.000	0.000
	N	81	81	81	81	81	81	81
Hava Kalitesi İndeksi	Pearson Correlati on	0.131	1	0.200	-0.178	0.166	0.156	0.142
	Sig. (2-tailed)	0.244		0.074	0.113	0.139	0.163	0.206
	N	81	81	81	81	81	81	81
Sanayide Toplam Çalışan Say. (kişi)	Pearson Correlati on	0.367	0.200	1	-0.042	0.318	0.332	0.316
	Sig. (2-tailed)	0.001	0.074		0.707	0.004	0.002	0.004
	N	81	81	81	81	81	81	81
Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sek. İçin Dağ. (Bin TL)	Pearson Correlati on	-0.014	-0.178	-0.042	1	-0.067	-0.080	-0.066
	Sig. (2-tailed)	0.898	0.113	0.707		0.555	0.477	0.557
	N	81	81	81	81	81	81	81
Motorlu Kara Taşıtları Say. (adet)	Pearson Correlati on	0.865	0.166	0.318	-0.067	1	0.939	0.980
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.139	0.004	0.555		0.000	0.000
	N	81	81	81	81	81	81	81
Elektrik Toplam Tüketim (MWh)	Pearson Correlati on	0.875	0.156	0.332	-0.080	0.939	1	0.934
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.163	0.002	0.477	0.000		0.000
	N	81	81	81	81	81	81	81
Toplam Çekilen Su Miktarı (1000m ³ /yıl)	Pearson Correlati on	0.900	0.142	0.316	-0.066	0.980	0.934	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.206	0.004	0.557	0.000	0.000	
	N	81	81	81	81	81	81	81

Tablo 6’da ise girdi değişkenlerine ait korelasyon değerleri verilmiştir. Buradan ise nüfus yoğunluğu ile hava kalitesi indeksi ($r=0.131$) ve sanayide toplam çalışan sayısı ($r=0.367$) arasında zayıf düzeyde bir ilişki vardır. Hava kalitesi indeksinin, sanayide toplam çalışan sayısının ve kamu yatırımlarının illere göre enerji sektörü için dağılımının diğer tüm girdi değişkenleri arasında zayıf düzeyde bir ilişki mevcut olduğu görülmektedir.

Kişi başına düşen GSYİH (TL), elektrik toplam tüketim (MWh), toplam çekilen su miktarı ($1000m^3$ /yıl), motorlu kara taşıtları sayısı (adet), nüfus yoğunluğu (km^2 de yaşayan insan sayısı) Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) resmî sitesinden (www.tuik.gov.tr); hava kalitesi indeksi ve orman alanı (%) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın 2014 yılı için yayınlamış olduğu Çevre Durum Raporu’ndan (www.csb.gov.tr); sanayide toplam çalışan sayısı (kişi), kamu yatırımlarının illere göre enerji sektörü için dağılımı (bin TL) ise Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği’nin (TOBB) 2014 yılı için yayınlamış olduğu Ekonomik Rapor’dan (www.tobb.gov.tr) temin edilmiştir.

Tablo 7: Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Çıktı Değişkenleri	İl Sayısı	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Sapma
Kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH) (TL)	81	8485.699	43645.164	20124.150	7075.021
Orman alanı (%)	81	0.520	79.640	31.601	19.291

Çıktı verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler, Tablo 7’de; girdi verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ise Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8: Girdi Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Girdi Değişkenleri	İl Sayısı	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Sapma
Hava kalitesi indeksi	81	15.920	113.580	56.043	22.653
Sanayide toplam çalışan sayısı (kişi)	81	1.445	845.000	75.290	172.128
Kamu yatırımlarının illere göre enerji sektörü için dağılımı (bin TL)	81	0.000	5000.000	162.169	594.892
Motorlu kara taşıtları sayısı (adet)	81	7421.000	3417174.000	234019.975	440397.032
Elektrik toplam tüketim (MWh)	81	82038.000	34964209.000	2560186.173	4709479.402
Toplam çekilen su miktarı ($1000m^3$ /yıl)	81	3978.000	951497.000	64659.346	118508.424

(Tablo 8 devam ediyor)

Girdi Değişkenleri	İl Sayısı	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Sapma
Nüfus yoğunluğu (km ² de yaşayan insan sayısı)	81	12.000	2767.000	122.938	308.029

Aşağıda bu değişkenlerden kısaca bahsedilmiş olup; Ek 1’de, 2014 yılı için bu çıktı değişkenlerinin; Ek 2’de ise girdi değişkenlerinin illere ait tüm değerleri verilmiştir.

Nüfus artışından doğan sorunların artmaya devam edeceği ve tabii kaynakların buna paralel olarak aynı ölçüde azalacağı bir gerçektir. Böylece tabii kaynakların aşırı bilinçsizce kullanılması birtakım problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu problemler arasında en önemlisi, tabii çevrenin tahrip edilmesi, kirletilmesi dolayısıyla tabii dengenin bozulmasıdır. Bütün bu olaylar, çevre sorunları olarak adlandırılmaktadır (Akman vd., 2000: 7). Hızlı nüfus artışı yaşayan ülkeler, ekili alanların ve suyun sürekli azalması problemleriyle yüzleşmektedir (Brown, 2008: 16).

Sanayileşmenin sonucu olarak sanayi tesislerinin bacalarından çıkan gazlar, kimyasal madde içeren sular, kimyasal gübre ve ilaçlar; doğal ortam üzerinde kirletici, doğal dengeyi bozucu önemli etkiler doğurmaktadır. Hava kirliliği, büyük binaları ile fabrika bacalarından çıkan duman, is, çeşitli kimyasal gazlar ve katı parçacıklardan ileri gelmektedir (Atalay, 2001: 271). *Hava kalitesi* endeksi, belirli bir yerde belirli bir zamanda havanın ne kadar temiz olduğunu belirlemek için kullanılan bir sistemdir ve altı seviye bulunmaktadır (Hook, 2015: 90):

- İyi: Endeks değeri 1 ile 50 arasındadır ve hava kirliliğinin ya çok az olduğuna ya da hiç olmadığına işaret eder.
- Orta: Endeks değeri 51-100 arasındadır. Bu; hava kalitesinin kabul edilebilir seviyede olduğu, fakat özellikle hassas insanları etkileyebileceği anlamına gelir.
- Hassas Kişilere Zararlı: Bu endeks değeri 101 ile 150 arasında değişir; hava sağlıklı insanlar için tatmin edici olsa da kalp ve akciğer hastalığı olanlar için iyi değildir.
- Sağlığa Zararlı: Endeks değeri 151 ile 200 arasındadır; hava kalitesi zayıftır ve sağlıklı insanlarda bile sağlık sorunlarına neden olabilir.

- Çok Sağlıksız: Endeks değeri 201 ile 300 arasındadır; hava ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir.
- Son Derece Zararlı: Endeks değeri 300'ün üzerindedir. Bu durumda hava o kadar kötüdür ki acil durum uyarılarının yapılması beklenir.

Hava kalitesi indeksi için, sayısal değerın düşmesi iyi seviyede olduğunu; artması ise kötü seviyede olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla çalışmada bu indeks, girdi değişkenleri içinde yerini almıştır.

İnsanlık tarihinin büyük bir kısmında hava kirliliği lokal ve sınırlı alanlarda olmuştur. Ancak 20. yüzyılda ısı, elektrik üretimi, motorlu taşıma ve daha pek çok insan faaliyetinin çoğalmasıyla kirlilik katlanarak büyümüştür. *Motorlu kara taşıtları*, olağanüstü düzeyde bireysel hareketlilik sağlarken, kentsel hava kirliliğinin artmasına neden olmuştur. Dünya yollarında 1900 yılında tahmini 25.000 araba varken, 1910 yılında 1 milyonu, 1960'a gelindiğinde ise 100 milyonu bulmuştur. 2013 yılında dünyadaki araba sayısı 1 milyarı geçmiş bulunmaktadır (Mastny, 2015: 11).

Doğadaki her şey, enerji ile başlamaktadır. Enerji geliştirme yolları, kişi başına ekonomik çıktılarda büyük artışlar sağlamıştır. *GSYİH*e katkıda bulunan her bir ürün, hizmet ya da işlem, öncelikle bir miktar enerji girdisi gerektirmektedir. Bugünkü eğilimlere göre, toplam GSYİH içinde, *enerji sektörüne* ayrılan pay sürekli artmaktadır (Mastny, 2015: 29-38).

Enerji üretim ve tüketimi, bir ülkenin ekonomik ve sosyal gelişmişliğini göstermesi açısından son derece önemli bir ölçüttür. Nitekim gelişmiş ülkelerin insanları daha fazla su kullanmakta, elektrikli ve elektronik aletlerden faydalanmakta ve en iyi şekilde ısınmaktadır (Atalay, 2001: 340).

Elektrik, oldukça rahat bir enerji biçimi sağlamasına karşın, oldukça da verimsiz bir enerji üretim yoludur. Sanayiye ve evlerdeki tüketicilere elektrik götürebilmek için elektrik üretim istasyonları kurmak, işletmek ve nakil hatları yapmak gerekir. Bunun her aşamasında enerji tüketilir ve ayrıca elektriğin üretimi ve dağıtımındaki çeşitli verimsiz uygulamalar nedeniyle de enerji kaybedilir (Ponting, 2000: 256).

Su, yeryüzündeki yaşamın temeli; çevrenin ana bileşeni ve insan hayatı için esaslı bir öğedir. Ayrıca, yüksek bir yaşam kalitesi, ekonomik ve sosyal gelişim için de temeldir. Su, insan sağlığını büyük ölçüde etkilemektedir. Kirlenmiş su, su fazlası veya

açığı; hastalıklara, felaketlere ve çevreye zarar verebilir. Son elli yıl içinde dünyanın su talebi üç kat artmıştır. Doğal kaynakların, özellikle su kaynaklarının, sınırlı olduğu; insan toplumunun sürdürülebilir gelişimi için rasyonel bir şekilde kullanılması, mevcut ve gelecekteki taleplerin karşılanması ve uygun bir ortamın sürdürülmesi gerektiği ortadadır (Shiklomanov, 2000: 11).

3.3. Değişkenlerin Değerlerini Bulanıklaştırma

VZA modelleri ile faaliyetlerin veya işletmelerin performansının değerlendirilmesi, net giriş / çıkış verisi gerektirmektedir. Ancak, gerçek dünyadaki problemlerde girdi ve çıktılar genellikle kesin değildir. Ayrıca, VZA’da bir KVB’nin girdi veya çıktı verileri hatalı olduğu zaman yalnızca o KVB değil; bütün KVB’lerin etkinlik skorları bu durumdan etkilenmektedir. VZA’nın veriye hassas bir yöntem ve çalışmadaki verilerin belirsiz (bulanık) olmasından dolayı, Bulanık Teori’den faydalanılarak VZA yöntemi uygulanmıştır.

BVZA yöntemleri arasında, İkinci Bölüm’de bahsedilen Aralık VZA yöntemiyle veriler aralık verilere dönüştürülmüş ve bunun sonucunda analiz gerçekleştirilmiştir. Girdi ve çıktılar olmak üzere toplamda 9 değişkenin standart sapmalarından faydalanılarak alt ve üst sınır verileri hesaplanmıştır. Üst sınır verisi için standart sapmalar eklenmiştir; alt sınır verisi için ise standart sapmalar çıkartılmıştır. Çıktı ve girdi değişkenleri için elde edilen üst ve alt sınır değerleri sırasıyla Ek 3, Ek 4, Ek 5 ve Ek 6’da verilmiştir.

3.4. Bulanık BCC-O Modeli

Tablo 9’da ise çıktı yönlü BCC modeline göre elde edilen alt ve üst sınır değerler gösterilmiştir. Üst sınır teknik etkinliği için, çıktı verilerinin üst sınır değerleri ile girdi verilerinin alt sınır değerleri; alt sınır etkinliği için ise çıktı verilerinin alt sınır değerleri ile girdi verilerinin üst sınır değerleri kullanılmıştır.

81 ilden 33 tanesinin (İstanbul, Tekirdağ, Muğla, Afyonkarahisar, Bursa, Bilecik, Kocaeli, Düzce, Bolu, Yalova, Ankara, Konya, Karaman, Isparta, Bartın, Kastamonu, Sinop, Rize, Artvin, Gümüşhane, Erzincan, Bayburt, Iğdır, Kars, Bingöl, Tunceli, Muş, Bitlis, Hakkâri, Adıyaman, Kilis, Şırnak, Siirt) alt ve üst sınır değerleri 1.00 olduğu için saf etkin iken; geri kalan 48 tanesinin saf teknik etkinlik skorları aralık sayılar ile ifade edilen bulanık sayı biçiminde olarak ölçülmüştür. Bu değerler, 1 standart sapma için ölçülen değerlerdir.

BCC-O modelinde, 2 ve 3 standart sapma değerleri için etkinlikler incelendiğinde ise Ağrı, Amasya, Ankara, Batman, Hakkâri, Iğdır, İstanbul, Konya, Muş, Şanlıurfa ve Siirt bulunmuştur. Bu sonuçlara ilişkin değerler ise Ek 7 ve Ek 8’de verilmiştir.

Tablo 9: Çıktı Yönlü BCC Modeline Göre Elde Edilen Alt ve Üst Sınır Değerleri

İller	Üst Sınır İçin Saf Etkinlik Skorları (BCC-O)	Alt Sınır İçin Teknik Etkinlik Skorları (BCC-O)
Adıyaman	1.00	1.00
Afyonkarahisar	1.00	1.00
Ağrı	0.87	0.85
Aksaray	0.91	0.9
Amasya	0.75	0.74
Ankara	1.00	1.00
Antalya	0.95	0.94
Ardahan	0.83	0.81
Artvin	1.00	1.00
Aydın	0.75	0.74
Balıkesir	0.74	0.73
Bartın	1.00	1.00
Batman	0.74	0.73
Bayburt	1.00	1.00
Bilecik	1.00	1.00
Bingöl	1.00	1.00
Bitlis	1.00	1.00
Bolu	1.00	1.00
Burdur	0.89	0.89
Bursa	1.00	1.00
Çanakkale	0.87	0.86
Çankırı	0.94	0.93
Çorum	0.62	0.6
Denizli	0.80	0.79
Diyarbakır	0.63	0.60
Düzce	1.00	1.00
Edirne	0.79	0.78
Elazığ	0.67	0.65
Erzincan	1.00	1.00
Erzurum	0.68	0.66
Eskişehir	0.92	0.92

(Tablo 9 devam ediyor)

İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC-O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC-O)
Gaziantep	0.69	0.68
Giresun	0.90	0.90
Gümüşhane	1.00	1.00
Hakkâri	1.00	1.00
Hatay	0.62	0.60
İğdır	1.00	1.00
İsparta	1.00	1.00
İstanbul	1.00	1.00
İzmir	0.88	0.88
Kahramanmaraş	0.75	0.74
Karabük	0.93	0.92
Karaman	1.00	1.00
Kars	1.00	1.00
Kastamonu	1.00	1.00
Kayseri	0.81	0.8
Kilis	1.00	1.00
Kırıkkale	0.89	0.88
Kırklareli	0.91	0.90
Kırşehir	0.93	0.93
Kocaeli	1.00	1.00
Konya	1.00	1.00
Kütahya	0.72	0.70
Malatya	0.55	0.53
Manisa	0.95	0.95
Mardin	0.69	0.67
Mersin (İçel)	0.79	0.78
Muğla	1.00	1.00
Muş	1.00	1.00
Nevşehir	0.78	0.77
Niğde	0.92	0.92
Ordu	0.59	0.57
Osmaniye	0.87	0.86
Rize	1.00	1.00
Sakarya	0.83	0.82
Samsun	0.80	0.79
Şanlıurfa	0.49	0.46
Siirt	1.00	1.00

(Tablo 9 devam ediyor)

İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC-O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC-O)
Sinop	1.00	1.00
Şırnak	1.00	1.00
Sivas	0.85	0.84
Tekirdağ	1.00	1.00
Tokat	0.75	0.74
Trabzon	0.82	0.81
Tunceli	1.00	1.00
Uşak	0.73	0.71
Van	0.54	0.51
Yalova	1.00	1.00
Yozgat	0.82	0.80
Zonguldak	0.90	0.89

Geriye kalan 48 il teknik etkinlik skorları Tablo 10'daki biçimde olup; minimaks pişmanlık temelli yaklaşım kullanılarak, teknik etkinlik skorları aralık sayılar ile ulaşılan 48 ilin etkinliklerinin sıralanması işlemi aşağıdaki biçimde gerçekleştirilmiştir. Bunu yaparken, alt ve üst sınır saf etkinlik değerleri 1 olan iller elenerek; geriye kalan iller arasında maksimum üst sınır için saf teknik etkinlik skorunun değerinden, her bir ilin kendi alt sınır saf teknik etkinlik skoru çıkartılarak yeni skorlar elde edilmiştir. Bu yeni skorlar arasından en küçük skora sahip il elenerek, işlem geriye kalan iller arasında tekrar gerçekleştirilmiştir. Tablo 10'dan Tablo 37'ye kadar bu işlem basamakları teker teker gösterilmiştir.

Tablo 10: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 1

$R(\text{Adana}) = 0.95 - 0.73 = 0.22$	$R(\text{Karabük}) = 0.95 - 0.92 = 0.03$
$R(\text{Ağrı}) = 0.95 - 0.85 = 0.10$	$R(\text{Kayseri}) = 0.95 - 0.80 = 0.15$
$R(\text{Aksaray}) = 0.95 - 0.90 = 0.05$	$R(\text{Kırıkkale}) = 0.95 - 0.88 = 0.07$
$R(\text{Amasya}) = 0.95 - 0.74 = 0.21$	$R(\text{Kırklareli}) = 0.95 - 0.90 = 0.05$
$R(\text{Antalya}) = 0.95 - 0.94 = 0.01$	$R(\text{Kırşehir}) = 0.95 - 0.93 = 0.02$
$R(\text{Ardahan}) = 0.95 - 0.81 = 0.14$	$R(\text{Kütahya}) = 0.95 - 0.70 = 0.25$
$R(\text{Aydın}) = 0.95 - 0.74 = 0.21$	$R(\text{Malatya}) = 0.95 - 0.53 = 0.42$
$R(\text{Balıkesir}) = 0.95 - 0.73 = 0.22$	$R(\text{Manisa}) = 0.95 - 0.95 = 0.00$
$R(\text{Batman}) = 0.95 - 0.73 = 0.22$	$R(\text{Mardin}) = 0.95 - 0.67 = 0.28$
$R(\text{Burdur}) = 0.95 - 0.89 = 0.06$	$R(\text{Mersin (İçel)}) = 0.95 - 0.78 = 0.17$
$R(\text{Çanakkale}) = 0.95 - 0.86 = 0.09$	$R(\text{Nevşehir}) = 0.95 - 0.77 = 0.18$

(Tablo 10 devam ediyor)

R(Çankırı) = 0.95 - 0.93 = 0.02	R(Niğde) = 0.95 - 0.92 = 0.03
R(Çorum) = 0.95 - 0.60 = 0.35	R(Ordu) = 0.95 - 0.57 = 0.38
R(Denizli) = 0.95 - 0.79 = 0.16	R(Osmaniye) = 0.95 - 0.86 = 0.09
R(Diyarbakır) = 0.95 - 0.60 = 0.35	R(Sakarya) = 0.95 - 0.82 = 0.13
R(Edirne) = 0.95 - 0.78 = 0.17	R(Samsun) = 0.95 - 0.79 = 0.16
R(Elazığ) = 0.95 - 0.65 = 0.30	R(Şanlıurfa) = 0.95 - 0.46 = 0.49
R(Erzurum) = 0.95 - 0.66 = 0.29	R(Sivas) = 0.95 - 0.84 = 0.11
R(Eskişehir) = 0.95 - 0.92 = 0.03	R(Tokat) = 0.95 - 0.74 = 0.21
R(Gaziantep) = 0.95 - 0.68 = 0.27	R(Trabzon) = 0.95 - 0.81 = 0.14
R(Giresun) = 0.95 - 0.90 = 0.05	R(Uşak) = 0.95 - 0.71 = 0.24
R(Hatay) = 0.95 - 0.60 = 0.35	R(Van) = 0.95 - 0.51 = 0.44
R(İzmir) = 0.95 - 0.88 = 0.07	R(Yozgat) = 0.95 - 0.80 = 0.15
R(Kahramanmaraş) = 0.95 - 0.74 = 0.21	R(Zonguldak) = 0.95 - 0.89 = 0.06

Geriye kalan 48 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.00 ile Manisa iline aittir. 48 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde ifade edilir. Sıralama işlemi kalan 47 il için tekrarlanır:

Tablo 11: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 2

R(Adana) = 0.95 - 0.73 = 0.22	R(Karabük) = 0.95 - 0.92 = 0.03
R(Ağrı) = 0.95 - 0.85 = 0.10	R(Kayseri) = 0.95 - 0.80 = 0.15
R(Aksaray) = 0.95 - 0.90 = 0.05	R(Kırıkkale) = 0.95 - 0.88 = 0.07
R(Amasya) = 0.95 - 0.74 = 0.21	R(Kırklareli) = 0.95 - 0.90 = 0.05
R(Antalya) = 0.95 - 0.94 = 0.01	R(Kırşehir) = 0.95 - 0.93 = 0.02
R(Ardahan) = 0.95 - 0.81 = 0.14	R(Kütahya) = 0.95 - 0.70 = 0.25
R(Aydın) = 0.95 - 0.74 = 0.21	R(Malatya) = 0.95 - 0.53 = 0.42
R(Balıkesir) = 0.95 - 0.73 = 0.22	R(Mardin) = 0.95 - 0.67 = 0.28
R(Batman) = 0.95 - 0.73 = 0.22	R(Mersin (İçel)) = 0.95 - 0.78 = 0.17
R(Burdur) = 0.95 - 0.89 = 0.06	R(Nevşehir) = 0.95 - 0.77 = 0.18
R(Çanakkale) = 0.95 - 0.86 = 0.09	R(Niğde) = 0.95 - 0.92 = 0.03
R(Çankırı) = 0.95 - 0.93 = 0.02	R(Ordu) = 0.95 - 0.57 = 0.38
R(Çorum) = 0.95 - 0.60 = 0.35	R(Osmaniye) = 0.95 - 0.86 = 0.09
R(Denizli) = 0.95 - 0.79 = 0.16	R(Sakarya) = 0.95 - 0.82 = 0.13
R(Diyarbakır) = 0.95 - 0.60 = 0.35	R(Samsun) = 0.95 - 0.79 = 0.16
R(Edirne) = 0.95 - 0.78 = 0.17	R(Şanlıurfa) = 0.95 - 0.46 = 0.49
R(Elazığ) = 0.95 - 0.65 = 0.30	R(Sivas) = 0.95 - 0.84 = 0.11
R(Erzurum) = 0.95 - 0.66 = 0.29	R(Tokat) = 0.95 - 0.74 = 0.21
R(Eskişehir) = 0.95 - 0.92 = 0.03	R(Trabzon) = 0.95 - 0.81 = 0.14
R(Gaziantep) = 0.95 - 0.68 = 0.27	R(Uşak) = 0.95 - 0.71 = 0.24
R(Giresun) = 0.95 - 0.90 = 0.05	R(Van) = 0.95 - 0.51 = 0.44
R(Hatay) = 0.95 - 0.60 = 0.35	R(Yozgat) = 0.95 - 0.80 = 0.15
R(İzmir) = 0.95 - 0.88 = 0.07	R(Zonguldak) = 0.95 - 0.89 = 0.06
R(Kahramanmaraş) = 0.95 - 0.74 = 0.21	

Geriye kalan 47 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Antalya iline aittir. 47 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde ifade edilir. Sıralama işlemi kalan 46 il için tekrarlanır:

Tablo 12: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 3

R(Adana) = $0.94 - 0.73 = 0.21$	R(Karabük) = $0.94 - 0.92 = 0.02$
R(Ağrı) = $0.94 - 0.85 = 0.09$	R(Kayseri) = $0.94 - 0.80 = 0.14$
R(Aksaray) = $0.94 - 0.90 = 0.04$	R(Kırıkkale) = $0.94 - 0.88 = 0.06$
R(Amasya) = $0.94 - 0.74 = 0.20$	R(Kırklareli) = $0.94 - 0.90 = 0.04$
R(Ardahan) = $0.94 - 0.81 = 0.13$	R(Kırşehir) = $0.94 - 0.93 = 0.01$
R(Aydın) = $0.94 - 0.74 = 0.20$	R(Kütahya) = $0.94 - 0.70 = 0.24$
R(Balıkesir) = $0.94 - 0.73 = 0.21$	R(Malatya) = $0.94 - 0.53 = 0.41$
R(Batman) = $0.94 - 0.73 = 0.21$	R(Mardin) = $0.94 - 0.67 = 0.27$
R(Burdur) = $0.94 - 0.89 = 0.05$	R(Mersin (İçel)) = $0.94 - 0.78 = 0.16$
R(Çanakkale) = $0.94 - 0.86 = 0.08$	R(Nevşehir) = $0.94 - 0.77 = 0.17$
R(Çankırı) = $0.94 - 0.93 = 0.01$	R(Niğde) = $0.94 - 0.92 = 0.02$
R(Çorum) = $0.94 - 0.60 = 0.34$	R(Ordu) = $0.94 - 0.57 = 0.37$
R(Denizli) = $0.94 - 0.79 = 0.15$	R(Osmaniye) = $0.94 - 0.86 = 0.08$
R(Diyarbakır) = $0.94 - 0.60 = 0.34$	R(Sakarya) = $0.94 - 0.82 = 0.12$
R(Edirne) = $0.94 - 0.78 = 0.16$	R(Samsun) = $0.94 - 0.79 = 0.15$
R(Elazığ) = $0.94 - 0.65 = 0.29$	R(Şanlıurfa) = $0.94 - 0.46 = 0.48$
R(Erzurum) = $0.94 - 0.66 = 0.28$	R(Sivas) = $0.94 - 0.84 = 0.10$
R(Eskişehir) = $0.94 - 0.92 = 0.02$	R(Tokat) = $0.94 - 0.74 = 0.20$
R(Gaziantep) = $0.94 - 0.68 = 0.26$	R(Trabzon) = $0.94 - 0.81 = 0.13$
R(Giresun) = $0.94 - 0.90 = 0.04$	R(Uşak) = $0.94 - 0.71 = 0.23$
R(Hatay) = $0.94 - 0.60 = 0.34$	R(Van) = $0.94 - 0.51 = 0.43$
R(İzmir) = $0.94 - 0.88 = 0.06$	R(Yozgat) = $0.94 - 0.80 = 0.14$
R(Kahramanmaraş) = $0.94 - 0.74 = 0.20$	R(Zonguldak) = $0.94 - 0.89 = 0.05$

Geriye kalan 46 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Kırşehir ve Çankırı illerine aittir. 46 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde değerlendirilirler ve sıralama işlemi kalan 44 il için tekrarlanır:

Tablo 13: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 4

R(Adana) = $0.93 - 0.73 = 0.20$	R(Karabük) = $0.93 - 0.92 = 0.01$
R(Ağrı) = $0.93 - 0.85 = 0.08$	R(Kayseri) = $0.93 - 0.80 = 0.13$
R(Aksaray) = $0.93 - 0.90 = 0.03$	R(Kırıkkale) = $0.93 - 0.88 = 0.05$
R(Amasya) = $0.93 - 0.74 = 0.19$	R(Kırklareli) = $0.93 - 0.90 = 0.03$
R(Ardahan) = $0.93 - 0.81 = 0.12$	R(Kütahya) = $0.93 - 0.70 = 0.23$
R(Aydın) = $0.93 - 0.74 = 0.19$	R(Malatya) = $0.93 - 0.53 = 0.40$
R(Balıkesir) = $0.93 - 0.73 = 0.20$	R(Mardin) = $0.93 - 0.67 = 0.26$
R(Batman) = $0.93 - 0.73 = 0.20$	R(Mersin (İçel)) = $0.93 - 0.78 = 0.15$
R(Burdur) = $0.93 - 0.89 = 0.04$	R(Nevşehir) = $0.93 - 0.77 = 0.16$
R(Çanakkale) = $0.93 - 0.86 = 0.07$	R(Niğde) = $0.93 - 0.92 = 0.01$

(Tablo 13 devam ediyor)

R(Çorum) = 0.93 - 0.60 = 0.33	R(Ordu) = 0.93 - 0.57 = 0.36
R(Denizli) = 0.93 - 0.79 = 0.14	R(Osmaniye) = 0.93 - 0.86 = 0.07
R(Diyarbakır) = 0.93 - 0.60 = 0.33	R(Sakarya) = 0.93 - 0.82 = 0.11
R(Edirne) = 0.93 - 0.78 = 0.15	R(Samsun) = 0.93 - 0.79 = 0.14
R(Elazığ) = 0.93 - 0.65 = 0.28	R(Şanlıurfa) = 0.93 - 0.46 = 0.47
R(Erzurum) = 0.93 - 0.66 = 0.27	R(Sivas) = 0.93 - 0.84 = 0.09
R(Eskişehir) = 0.93 - 0.92 = 0.01	R(Tokat) = 0.93 - 0.74 = 0.19
R(Gaziantep) = 0.93 - 0.68 = 0.25	R(Trabzon) = 0.93 - 0.81 = 0.12
R(Giresun) = 0.93 - 0.90 = 0.03	R(Uşak) = 0.93 - 0.71 = 0.22
R(Hatay) = 0.93 - 0.60 = 0.33	R(Van) = 0.93 - 0.51 = 0.42
R(İzmir) = 0.93 - 0.88 = 0.05	R(Yozgat) = 0.93 - 0.80 = 0.13
R(Kahramanmaraş) = 0.93 - 0.74 = 0.19	R(Zonguldak) = 0.93 - 0.89 = 0.04

Geriye kalan 44 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Eskişehir, Niğde ve Karabük illerine aittir. 44 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde değerlendirilirler. Sıralama işlemi kalan 41 il için tekrarlanır:

Tablo 14: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 5

R(Adana) = 0.91 - 0.73 = 0.18	R(Kayseri) = 0.91 - 0.80 = 0.11
R(Ağrı) = 0.91 - 0.85 = 0.06	R(Kırkkale) = 0.91 - 0.88 = 0.03
R(Aksaray) = 0.91 - 0.90 = 0.01	R(Kırklareli) = 0.91 - 0.90 = 0.01
R(Amasya) = 0.91 - 0.74 = 0.17	R(Kütahya) = 0.91 - 0.70 = 0.21
R(Ardahan) = 0.91 - 0.81 = 0.10	R(Malatya) = 0.91 - 0.53 = 0.38
R(Aydın) = 0.91 - 0.74 = 0.17	R(Mardin) = 0.91 - 0.67 = 0.24
R(Balıkesir) = 0.91 - 0.73 = 0.18	R(Mersin (İçel)) = 0.91 - 0.78 = 0.13
R(Batman) = 0.91 - 0.73 = 0.18	R(Nevşehir) = 0.91 - 0.77 = 0.14
R(Burdur) = 0.91 - 0.89 = 0.02	R(Ordu) = 0.91 - 0.57 = 0.34
R(Çanakkale) = 0.91 - 0.86 = 0.05	R(Osmaniye) = 0.91 - 0.86 = 0.05
R(Çorum) = 0.91 - 0.60 = 0.31	R(Sakarya) = 0.91 - 0.82 = 0.09
R(Denizli) = 0.91 - 0.79 = 0.12	R(Samsun) = 0.91 - 0.79 = 0.12
R(Diyarbakır) = 0.91 - 0.60 = 0.31	R(Şanlıurfa) = 0.91 - 0.46 = 0.45
R(Edirne) = 0.91 - 0.78 = 0.13	R(Sivas) = 0.91 - 0.84 = 0.07
R(Elazığ) = 0.91 - 0.65 = 0.26	R(Tokat) = 0.91 - 0.74 = 0.17
R(Erzurum) = 0.91 - 0.66 = 0.25	R(Trabzon) = 0.91 - 0.81 = 0.10
R(Gaziantep) = 0.91 - 0.68 = 0.23	R(Uşak) = 0.91 - 0.71 = 0.20
R(Giresun) = 0.91 - 0.90 = 0.01	R(Van) = 0.91 - 0.51 = 0.40
R(Hatay) = 0.91 - 0.60 = 0.31	R(Yozgat) = 0.91 - 0.80 = 0.11
R(İzmir) = 0.91 - 0.88 = 0.03	R(Zonguldak) = 0.91 - 0.89 = 0.02
R(Kahramanmaraş) = 0.91 - 0.74 = 0.17	

Geriye kalan 41 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Kırklareli, Aksaray ve Giresun illerine aittir. 41 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde değerlendirilirler. Sıralama işlemi kalan 38 il için tekrarlanır:

Tablo 15: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 6

R(Adana) = $0.90 - 0.73 = 0.17$	R(Kayseri) = $0.90 - 0.80 = 0.10$
R(Ağrı) = $0.90 - 0.85 = 0.05$	R(Kırkkale) = $0.90 - 0.88 = 0.02$
R(Amasya) = $0.90 - 0.74 = 0.16$	R(Kütahya) = $0.90 - 0.70 = 0.20$
R(Ardahan) = $0.90 - 0.81 = 0.09$	R(Malatya) = $0.90 - 0.53 = 0.37$
R(Aydın) = $0.90 - 0.74 = 0.16$	R(Mardin) = $0.90 - 0.67 = 0.23$
R(Balıkesir) = $0.90 - 0.73 = 0.17$	R(Mersin (İçel)) = $0.90 - 0.78 = 0.12$
R(Batman) = $0.90 - 0.73 = 0.17$	R(Nevşehir) = $0.90 - 0.77 = 0.13$
R(Burdur) = $0.90 - 0.89 = 0.01$	R(Ordu) = $0.90 - 0.57 = 0.33$
R(Çanakkale) = $0.90 - 0.86 = 0.04$	R(Osmaniye) = $0.90 - 0.86 = 0.04$
R(Çorum) = $0.90 - 0.60 = 0.30$	R(Sakarya) = $0.90 - 0.82 = 0.08$
R(Denizli) = $0.90 - 0.79 = 0.11$	R(Samsun) = $0.90 - 0.79 = 0.11$
R(Diyarbakır) = $0.90 - 0.60 = 0.30$	R(Şanlıurfa) = $0.90 - 0.46 = 0.44$
R(Edirne) = $0.90 - 0.78 = 0.12$	R(Sivas) = $0.90 - 0.84 = 0.06$
R(Elazığ) = $0.90 - 0.65 = 0.25$	R(Tokat) = $0.90 - 0.74 = 0.16$
R(Erzurum) = $0.90 - 0.66 = 0.24$	R(Trabzon) = $0.90 - 0.81 = 0.09$
R(Gaziantep) = $0.90 - 0.68 = 0.22$	R(Uşak) = $0.90 - 0.71 = 0.19$
R(Hatay) = $0.90 - 0.60 = 0.30$	R(Van) = $0.90 - 0.51 = 0.39$
R(İzmir) = $0.90 - 0.88 = 0.02$	R(Yozgat) = $0.90 - 0.80 = 0.10$
R(Kahramanmaraş) = $0.90 - 0.74 = 0.16$	R(Zonguldak) = $0.90 - 0.89 = 0.01$

Geriye kalan 38 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Burdur ve Zonguldak illerine aittir. 38 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde değerlendirilirler. Sıralama işlemi, kalan 36 il için tekrarlanır:

Tablo 16: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 7

R(Adana) = $0.89 - 0.73 = 0.16$	R(Kayseri) = $0.89 - 0.80 = 0.09$
R(Ağrı) = $0.89 - 0.85 = 0.04$	R(Kırkkale) = $0.89 - 0.88 = 0.01$
R(Amasya) = $0.89 - 0.74 = 0.15$	R(Kütahya) = $0.89 - 0.70 = 0.19$
R(Ardahan) = $0.89 - 0.81 = 0.08$	R(Malatya) = $0.89 - 0.53 = 0.36$
R(Aydın) = $0.89 - 0.74 = 0.15$	R(Mardin) = $0.89 - 0.67 = 0.22$
R(Balıkesir) = $0.89 - 0.73 = 0.16$	R(Mersin (İçel)) = $0.89 - 0.78 = 0.11$
R(Batman) = $0.89 - 0.73 = 0.16$	R(Nevşehir) = $0.89 - 0.77 = 0.12$
R(Çanakkale) = $0.89 - 0.86 = 0.03$	R(Ordu) = $0.89 - 0.57 = 0.32$
R(Çorum) = $0.89 - 0.60 = 0.29$	R(Osmaniye) = $0.89 - 0.86 = 0.03$
R(Denizli) = $0.89 - 0.79 = 0.10$	R(Sakarya) = $0.89 - 0.82 = 0.07$
R(Diyarbakır) = $0.89 - 0.60 = 0.29$	R(Samsun) = $0.89 - 0.79 = 0.10$
R(Edirne) = $0.89 - 0.78 = 0.11$	R(Şanlıurfa) = $0.89 - 0.46 = 0.43$

(Tablo 16 devam ediyor)

R(Elazığ) = 0.89 - 0.65 = 0.24	R(Sivas) = 0.89 - 0.84 = 0.05
R(Erzurum) = 0.89 - 0.66 = 0.23	R(Tokat) = 0.89 - 0.74 = 0.15
R(Gaziantep) = 0.89 - 0.68 = 0.21	R(Trabzon) = 0.89 - 0.81 = 0.08
R(Hatay) = 0.89 - 0.60 = 0.29	R(Uşak) = 0.89 - 0.71 = 0.18
R(İzmir) = 0.89 - 0.88 = 0.01	R(Van) = 0.89 - 0.51 = 0.38
R(Kahramanmaraş) = 0.89 - 0.74 = 0.15	R(Yozgat) = 0.89 - 0.80 = 0.09

Geriye kalan 36 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile İzmir ve Kırıkkale illerine aittir. 36 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde değerlendirilirler. Sıralama işlemi, kalan 34 il için tekrarlanır:

Tablo 17: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 8

R(Adana) = 0.87 - 0.73 = 0.14	R(Kayseri) = 0.87 - 0.80 = 0.07
R(Ağrı) = 0.87 - 0.85 = 0.02	R(Kütahya) = 0.87 - 0.70 = 0.17
R(Amasya) = 0.87 - 0.74 = 0.13	R(Malatya) = 0.87 - 0.53 = 0.34
R(Ardahan) = 0.87 - 0.81 = 0.06	R(Mardin) = 0.87 - 0.67 = 0.20
R(Aydın) = 0.87 - 0.74 = 0.13	R(Mersin (İçel)) = 0.87 - 0.78 = 0.09
R(Balıkesir) = 0.87 - 0.73 = 0.14	R(Nevşehir) = 0.87 - 0.77 = 0.10
R(Batman) = 0.87 - 0.73 = 0.14	R(Ordu) = 0.87 - 0.57 = 0.30
R(Çanakkale) = 0.87 - 0.86 = 0.01	R(Osmaniye) = 0.87 - 0.86 = 0.01
R(Çorum) = 0.87 - 0.60 = 0.27	R(Sakarya) = 0.87 - 0.82 = 0.05
R(Denizli) = 0.87 - 0.79 = 0.08	R(Samsun) = 0.87 - 0.79 = 0.08
R(Diyarbakır) = 0.87 - 0.60 = 0.27	R(Şanlıurfa) = 0.87 - 0.46 = 0.41
R(Edirne) = 0.87 - 0.78 = 0.09	R(Sivas) = 0.87 - 0.84 = 0.03
R(Elazığ) = 0.87 - 0.65 = 0.22	R(Tokat) = 0.87 - 0.74 = 0.13
R(Erzurum) = 0.87 - 0.66 = 0.21	R(Trabzon) = 0.87 - 0.81 = 0.06
R(Gaziantep) = 0.87 - 0.68 = 0.19	R(Uşak) = 0.87 - 0.71 = 0.16
R(Hatay) = 0.87 - 0.60 = 0.27	R(Van) = 0.87 - 0.51 = 0.36
R(Kahramanmaraş) = 0.87 - 0.74 = 0.13	R(Yozgat) = 0.87 - 0.80 = 0.07

Geriye kalan 34 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Çanakkale ve Osmaniye illerine aittir. 34 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde değerlendirilirler. Sıralama işlemi, kalan 32 il için tekrarlanır:

Tablo 18: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 9

R(Adana) = 0.87 - 0.73 = 0.14	R(Kayseri) = 0.87 - 0.80 = 0.07
R(Ağrı) = 0.87 - 0.85 = 0.02	R(Kütahya) = 0.87 - 0.70 = 0.17
R(Amasya) = 0.87 - 0.74 = 0.13	R(Malatya) = 0.87 - 0.53 = 0.34
R(Ardahan) = 0.87 - 0.81 = 0.06	R(Mardin) = 0.87 - 0.67 = 0.20
R(Aydın) = 0.87 - 0.74 = 0.13	R(Mersin (İçel)) = 0.87 - 0.78 = 0.09

(Tablo 18 devam ediyor)

R(Balıkesir) = $0.87 - 0.73 = 0.14$	R(Nevşehir) = $0.87 - 0.77 = 0.10$
R(Batman) = $0.87 - 0.73 = 0.14$	R(Ordu) = $0.87 - 0.57 = 0.30$
R(Çorum) = $0.87 - 0.60 = 0.27$	R(Sakarya) = $0.87 - 0.82 = 0.05$
R(Denizli) = $0.87 - 0.79 = 0.08$	R(Samsun) = $0.87 - 0.79 = 0.08$
R(Diyarbakır) = $0.87 - 0.60 = 0.27$	R(Şanlıurfa) = $0.87 - 0.46 = 0.41$
R(Edirne) = $0.87 - 0.78 = 0.09$	R(Sivas) = $0.87 - 0.84 = 0.03$
R(Elazığ) = $0.87 - 0.65 = 0.22$	R(Tokat) = $0.87 - 0.74 = 0.13$
R(Erzurum) = $0.87 - 0.66 = 0.21$	R(Trabzon) = $0.87 - 0.81 = 0.06$
R(Gaziantep) = $0.87 - 0.68 = 0.19$	R(Uşak) = $0.87 - 0.71 = 0.16$
R(Hatay) = $0.87 - 0.60 = 0.27$	R(Van) = $0.87 - 0.51 = 0.36$
R(Kahramanmaraş) = $0.87 - 0.74 = 0.13$	R(Yozgat) = $0.87 - 0.80 = 0.07$

Geriye kalan 32 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.02 ile Ağrı iline aittir. 32 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçimde ifade edilir. Sıralama işlemi, kalan 31 il için tekrarlanır:

Tablo 19: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 10

R(Adana) = $0.85 - 0.73 = 0.12$	R(Kütahya) = $0.85 - 0.70 = 0.15$
R(Amasya) = $0.85 - 0.74 = 0.11$	R(Malatya) = $0.85 - 0.53 = 0.32$
R(Ardahan) = $0.85 - 0.81 = 0.04$	R(Mardin) = $0.85 - 0.67 = 0.18$
R(Aydın) = $0.85 - 0.74 = 0.11$	R(Mersin (İçel)) = $0.85 - 0.78 = 0.07$
R(Balıkesir) = $0.85 - 0.73 = 0.12$	R(Nevşehir) = $0.85 - 0.77 = 0.08$
R(Batman) = $0.85 - 0.73 = 0.12$	R(Ordu) = $0.85 - 0.57 = 0.28$
R(Çorum) = $0.85 - 0.60 = 0.25$	R(Sakarya) = $0.85 - 0.82 = 0.03$
R(Denizli) = $0.85 - 0.79 = 0.06$	R(Samsun) = $0.85 - 0.79 = 0.06$
R(Diyarbakır) = $0.85 - 0.60 = 0.25$	R(Şanlıurfa) = $0.85 - 0.46 = 0.39$
R(Edirne) = $0.85 - 0.78 = 0.07$	R(Sivas) = $0.85 - 0.84 = 0.01$
R(Elazığ) = $0.85 - 0.65 = 0.20$	R(Tokat) = $0.85 - 0.74 = 0.11$
R(Erzurum) = $0.85 - 0.57 = 0.28$	R(Trabzon) = $0.85 - 0.81 = 0.04$
R(Gaziantep) = $0.85 - 0.68 = 0.17$	R(Uşak) = $0.85 - 0.71 = 0.14$
R(Hatay) = $0.85 - 0.60 = 0.25$	R(Van) = $0.85 - 0.51 = 0.34$
R(Kahramanmaraş) = $0.85 - 0.74 = 0.11$	R(Yozgat) = $0.85 - 0.80 = 0.05$
R(Kayseri) = $0.85 - 0.77 = 0.08$	

Geriye kalan 31 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Sivas iline aittir. 31 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçimde ifade edilir. Sıralama işlemi, kalan 30 il için tekrarlanır:

Tablo 20: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 11

R(Adana) = $0.83 - 0.73 = 0.10$	R(Kayseri) = $0.83 - 0.80 = 0.03$
R(Amasya) = $0.83 - 0.60 = 0.23$	R(Kütahya) = $0.83 - 0.70 = 0.13$
R(Ardahan) = $0.83 - 0.81 = 0.02$	R(Malatya) = $0.83 - 0.53 = 0.30$
R(Aydın) = $0.83 - 0.74 = 0.09$	R(Mardin) = $0.83 - 0.67 = 0.16$

(Tablo 20 devam ediyor)

R(Balıkesir) = 0.83 - 0.73 = 0.10	R(Mersin (İçel)) = 0.83 - 0.78 = 0.05
R(Batman) = 0.83 - 0.73 = 0.10	R(Nevşehir) = 0.83 - 0.77 = 0.06
R(Çorum) = 0.83 - 0.60 = 0.23	R(Ordu) = 0.83 - 0.57 = 0.26
R(Denizli) = 0.83 - 0.79 = 0.04	R(Sakarya) = 0.83 - 0.82 = 0.01
R(Diyarbakır) = 0.83 - 0.60 = 0.23	R(Samsun) = 0.83 - 0.79 = 0.04
R(Edirne) = 0.83 - 0.78 = 0.05	R(Şanlıurfa) = 0.83 - 0.46 = 0.37
R(Elazığ) = 0.83 - 0.65 = 0.18	R(Tokat) = 0.83 - 0.74 = 0.09
R(Erzurum) = 0.83 - 0.66 = 0.17	R(Trabzon) = 0.83 - 0.81 = 0.02
R(Gaziantep) = 0.83 - 0.68 = 0.15	R(Uşak) = 0.83 - 0.71 = 0.12
R(Hatay) = 0.83 - 0.60 = 0.23	R(Van) = 0.83 - 0.51 = 0.32
R(Kahramanmaraş) = 0.83 - 0.74 = 0.09	R(Yozgat) = 0.83 - 0.80 = 0.03

Geriye kalan 30 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Sakarya iline aittir. 30 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde ifade edilir. Sıralama işlemi, kalan 29 il için tekrarlanır:

Tablo 21: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 12

R(Adana) = 0.83 - 0.73 = 0.10	R(Kayseri) = 0.83 - 0.80 = 0.03
R(Amasya) = 0.83 - 0.60 = 0.23	R(Kütahya) = 0.83 - 0.70 = 0.13
R(Ardahan) = 0.83 - 0.81 = 0.02	R(Malatya) = 0.83 - 0.53 = 0.30
R(Aydın) = 0.83 - 0.74 = 0.09	R(Mardin) = 0.83 - 0.67 = 0.16
R(Balıkesir) = 0.83 - 0.73 = 0.10	R(Mersin (İçel)) = 0.83 - 0.78 = 0.05
R(Batman) = 0.83 - 0.73 = 0.10	R(Nevşehir) = 0.83 - 0.77 = 0.06
R(Çorum) = 0.83 - 0.60 = 0.23	R(Ordu) = 0.83 - 0.57 = 0.26
R(Denizli) = 0.83 - 0.79 = 0.04	R(Samsun) = 0.83 - 0.79 = 0.04
R(Diyarbakır) = 0.83 - 0.60 = 0.23	R(Şanlıurfa) = 0.83 - 0.46 = 0.37
R(Edirne) = 0.83 - 0.78 = 0.05	R(Tokat) = 0.83 - 0.74 = 0.09
R(Elazığ) = 0.83 - 0.65 = 0.18	R(Trabzon) = 0.83 - 0.81 = 0.02
R(Erzurum) = 0.83 - 0.66 = 0.17	R(Uşak) = 0.83 - 0.71 = 0.12
R(Gaziantep) = 0.83 - 0.68 = 0.15	R(Van) = 0.83 - 0.51 = 0.32
R(Hatay) = 0.83 - 0.60 = 0.23	R(Yozgat) = 0.83 - 0.80 = 0.03
R(Kahramanmaraş) = 0.83 - 0.74 = 0.09	

Geriye kalan 29 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.02 ile Trabzon ve Ardahan illerine aittir. 29 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde değerlendirilirler. Sıralama işlemi, kalan 27 il için tekrarlanır:

Tablo 22: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 13

R(Adana) = 0.82 - 0.73 = 0.09	R(Kayseri) = 0.82 - 0.80 = 0.02
R(Amasya) = 0.82 - 0.74 = 0.08	R(Kütahya) = 0.82 - 0.70 = 0.12
R(Aydın) = 0.82 - 0.74 = 0.08	R(Malatya) = 0.82 - 0.53 = 0.29

(Tablo 22 devam ediyor)

R(Balıkesir) = $0.82 - 0.73 = 0.09$	R(Mardin) = $0.82 - 0.67 = 0.15$
R(Batman) = $0.82 - 0.73 = 0.09$	R(Mersin (İçel)) = $0.82 - 0.78 = 0.04$
R(Çorum) = $0.82 - 0.60 = 0.22$	R(Nevşehir) = $0.82 - 0.77 = 0.05$
R(Denizli) = $0.82 - 0.79 = 0.03$	R(Ordu) = $0.82 - 0.57 = 0.25$
R(Diyarbakır) = $0.82 - 0.60 = 0.22$	R(Samsun) = $0.82 - 0.79 = 0.03$
R(Edirne) = $0.82 - 0.78 = 0.04$	R(Şanlıurfa) = $0.82 - 0.46 = 0.36$
R(Elazığ) = $0.82 - 0.65 = 0.17$	R(Tokat) = $0.82 - 0.74 = 0.08$
R(Erzurum) = $0.82 - 0.66 = 0.16$	R(Uşak) = $0.82 - 0.71 = 0.11$
R(Gaziantep) = $0.82 - 0.68 = 0.14$	R(Van) = $0.82 - 0.51 = 0.31$
R(Hatay) = $0.82 - 0.60 = 0.22$	R(Yozgat) = $0.82 - 0.80 = 0.02$
R(Kahramanmaraş) = $0.82 - 0.74 = 0.08$	

Geriye kalan 27 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.02 ile Kayseri ve Yozgat illerine aittir. 27 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçimde değerlendirilirler. Sıralama işlemi, kalan 25 il için tekrarlanır:

Tablo 23: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 14

R(Adana) = $0.80 - 0.73 = 0.07$	R(Kahramanmaraş) = $0.80 - 0.74 = 0.06$
R(Amasya) = $0.80 - 0.74 = 0.06$	R(Kütahya) = $0.80 - 0.70 = 0.10$
R(Aydın) = $0.80 - 0.74 = 0.06$	R(Malatya) = $0.80 - 0.53 = 0.27$
R(Balıkesir) = $0.80 - 0.73 = 0.07$	R(Mardin) = $0.80 - 0.67 = 0.13$
R(Batman) = $0.80 - 0.73 = 0.07$	R(Mersin (İçel)) = $0.80 - 0.78 = 0.02$
R(Çorum) = $0.80 - 0.60 = 0.20$	R(Nevşehir) = $0.80 - 0.77 = 0.03$
R(Denizli) = $0.80 - 0.79 = 0.01$	R(Ordu) = $0.80 - 0.57 = 0.23$
R(Diyarbakır) = $0.80 - 0.60 = 0.20$	R(Samsun) = $0.80 - 0.79 = 0.01$
R(Edirne) = $0.80 - 0.78 = 0.18$	R(Şanlıurfa) = $0.80 - 0.46 = 0.34$
R(Elazığ) = $0.80 - 0.65 = 0.15$	R(Tokat) = $0.80 - 0.74 = 0.06$
R(Erzurum) = $0.80 - 0.66 = 0.14$	R(Uşak) = $0.80 - 0.71 = 0.09$
R(Gaziantep) = $0.80 - 0.68 = 0.12$	R(Van) = $0.80 - 0.51 = 0.29$
R(Hatay) = $0.80 - 0.60 = 0.20$	

Geriye kalan 25 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Denizli ve Samsun illerine aittir. 25 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçimde değerlendirilirler. Sıralama işlemi, kalan 23 il için tekrarlanır:

Tablo 24: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 15

R(Adana) = $0.79 - 0.73 = 0.06$	R(Kahramanmaraş) = $0.79 - 0.74 = 0.05$
R(Amasya) = $0.79 - 0.74 = 0.05$	R(Kütahya) = $0.79 - 0.70 = 0.09$
R(Aydın) = $0.79 - 0.74 = 0.05$	R(Malatya) = $0.79 - 0.53 = 0.26$
R(Balıkesir) = $0.79 - 0.73 = 0.04$	R(Mardin) = $0.79 - 0.67 = 0.12$
R(Batman) = $0.79 - 0.73 = 0.06$	R(Mersin (İçel)) = $0.79 - 0.78 = 0.01$
R(Çorum) = $0.79 - 0.60 = 0.19$	R(Nevşehir) = $0.79 - 0.77 = 0.02$
R(Diyarbakır) = $0.79 - 0.60 = 0.19$	R(Ordu) = $0.79 - 0.57 = 0.22$
R(Edirne) = $0.79 - 0.78 = 0.01$	R(Şanlıurfa) = $0.79 - 0.46 = 0.33$

(Tablo 24 devam ediyor)

$R(\text{Elazığ}) = 0.79 - 0.65 = 0.14$	$R(\text{Tokat}) = 0.79 - 0.74 = 0.05$
$R(\text{Erzurum}) = 0.79 - 0.66 = 0.13$	$R(\text{Uşak}) = 0.79 - 0.71 = 0.08$
$R(\text{Gaziantep}) = 0.79 - 0.68 = 0.11$	$R(\text{Van}) = 0.79 - 0.51 = 0.28$
$R(\text{Hatay}) = 0.79 - 0.60 = 0.19$	

Geriye kalan 23 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Edirne ve Mersin(İçel) illerine aittir. 23 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde değerlendirilirler. Sıralama işlemi, kalan 21 il için tekrarlanır:

Tablo 25: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 16

$R(\text{Adana}) = 0.78 - 0.73 = 0.05$	$R(\text{Kahramanmaraş}) = 0.78 - 0.74 = 0.04$
$R(\text{Amasya}) = 0.78 - 0.74 = 0.04$	$R(\text{Kütahya}) = 0.78 - 0.70 = 0.08$
$R(\text{Aydın}) = 0.78 - 0.74 = 0.04$	$R(\text{Malatya}) = 0.78 - 0.53 = 0.25$
$R(\text{Balıkesir}) = 0.78 - 0.73 = 0.05$	$R(\text{Mardin}) = 0.78 - 0.67 = 0.11$
$R(\text{Batman}) = 0.78 - 0.73 = 0.05$	$R(\text{Nevşehir}) = 0.78 - 0.77 = 0.01$
$R(\text{Çorum}) = 0.78 - 0.60 = 0.18$	$R(\text{Ordu}) = 0.78 - 0.57 = 0.21$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.78 - 0.60 = 0.18$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.78 - 0.46 = 0.32$
$R(\text{Elazığ}) = 0.78 - 0.65 = 0.13$	$R(\text{Tokat}) = 0.78 - 0.74 = 0.04$
$R(\text{Erzurum}) = 0.78 - 0.66 = 0.12$	$R(\text{Uşak}) = 0.78 - 0.71 = 0.07$
$R(\text{Gaziantep}) = 0.78 - 0.68 = 0.10$	$R(\text{Van}) = 0.78 - 0.51 = 0.27$
$R(\text{Hatay}) = 0.78 - 0.60 = 0.18$	

Geriye kalan 21 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Nevşehir iline aittir. 21 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde ifade edilir. Sıralama işlemi, kalan 20 il için tekrarlanır:

Tablo 26: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 17

$R(\text{Adana}) = 0.75 - 0.73 = 0.02$	$R(\text{Hatay}) = 0.75 - 0.60 = 0.15$
$R(\text{Amasya}) = 0.75 - 0.74 = 0.01$	$R(\text{Kahramanmaraş}) = 0.75 - 0.74 = 0.01$
$R(\text{Aydın}) = 0.75 - 0.74 = 0.01$	$R(\text{Kütahya}) = 0.75 - 0.70 = 0.05$
$R(\text{Balıkesir}) = 0.75 - 0.73 = 0.02$	$R(\text{Malatya}) = 0.75 - 0.53 = 0.22$
$R(\text{Batman}) = 0.75 - 0.73 = 0.02$	$R(\text{Mardin}) = 0.75 - 0.67 = 0.08$
$R(\text{Çorum}) = 0.75 - 0.60 = 0.15$	$R(\text{Ordu}) = 0.75 - 0.57 = 0.18$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.75 - 0.60 = 0.15$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.75 - 0.46 = 0.29$
$R(\text{Elazığ}) = 0.75 - 0.65 = 0.10$	$R(\text{Tokat}) = 0.75 - 0.74 = 0.01$
$R(\text{Erzurum}) = 0.75 - 0.66 = 0.09$	$R(\text{Uşak}) = 0.75 - 0.71 = 0.04$
$R(\text{Gaziantep}) = 0.75 - 0.68 = 0.07$	$R(\text{Van}) = 0.75 - 0.51 = 0.24$

Geriye kalan 20 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Aydın, Kahramanmaraş, Tokat ve Amasya illerine aittir. 20 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde değerlendirilirler. Sıralama işlemi, kalan 16 il için tekrarlanır:

Tablo 27: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) - 18

$R(\text{Adana}) = 0.74 - 0.73 = 0.01$	$R(\text{Hatay}) = 0.74 - 0.60 = 0.14$
$R(\text{Balıkesir}) = 0.74 - 0.73 = 0.01$	$R(\text{Kütahya}) = 0.74 - 0.70 = 0.04$
$R(\text{Batman}) = 0.74 - 0.73 = 0.01$	$R(\text{Malatya}) = 0.74 - 0.53 = 0.21$
$R(\text{Çorum}) = 0.74 - 0.60 = 0.14$	$R(\text{Mardin}) = 0.74 - 0.67 = 0.07$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.74 - 0.60 = 0.14$	$R(\text{Ordu}) = 0.74 - 0.57 = 0.17$
$R(\text{Elazığ}) = 0.74 - 0.65 = 0.09$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.74 - 0.46 = 0.28$
$R(\text{Erzurum}) = 0.74 - 0.66 = 0.08$	$R(\text{Uşak}) = 0.74 - 0.71 = 0.03$
$R(\text{Gaziantep}) = 0.74 - 0.68 = 0.06$	$R(\text{Van}) = 0.74 - 0.51 = 0.23$

Geriye kalan 16 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Balıkesir, Adana ve Batman illerine aittir. 16 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip olarak değerlendirilirler ve sıralama işlemi geriye kalan 13 il için tekrarlanır:

Tablo 28: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 19

$R(\text{Çorum}) = 0.73 - 0.60 = 0.13$	$R(\text{Malatya}) = 0.73 - 0.53 = 0.20$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.73 - 0.60 = 0.13$	$R(\text{Mardin}) = 0.73 - 0.67 = 0.06$
$R(\text{Elazığ}) = 0.73 - 0.65 = 0.08$	$R(\text{Ordu}) = 0.73 - 0.57 = 0.16$
$R(\text{Erzurum}) = 0.73 - 0.66 = 0.07$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.73 - 0.46 = 0.27$
$R(\text{Gaziantep}) = 0.73 - 0.68 = 0.05$	$R(\text{Uşak}) = 0.73 - 0.71 = 0.02$
$R(\text{Hatay}) = 0.73 - 0.60 = 0.13$	$R(\text{Van}) = 0.73 - 0.51 = 0.22$
$R(\text{Kütahya}) = 0.73 - 0.70 = 0.03$	

Geriye kalan 13 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.02 ile Uşak iline aittir. 13 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde ifade edilir. Sıralama işlemi, kalan 12 il için tekrarlanır:

Tablo 29: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 20

$R(\text{Çorum}) = 0.72 - 0.60 = 0.12$	$R(\text{Kütahya}) = 0.72 - 0.70 = 0.02$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.72 - 0.60 = 0.12$	$R(\text{Malatya}) = 0.72 - 0.53 = 0.19$
$R(\text{Elazığ}) = 0.72 - 0.65 = 0.07$	$R(\text{Mardin}) = 0.72 - 0.67 = 0.05$
$R(\text{Erzurum}) = 0.72 - 0.66 = 0.06$	$R(\text{Ordu}) = 0.72 - 0.57 = 0.15$
$R(\text{Gaziantep}) = 0.72 - 0.68 = 0.04$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.72 - 0.46 = 0.26$
$R(\text{Hatay}) = 0.72 - 0.60 = 0.12$	$R(\text{Van}) = 0.72 - 0.51 = 0.21$

Geriye kalan 12 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.02 ile Kütahya iline aittir. 12 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde ifade edilir. Sıralama işlemi kalan 11 il için tekrarlanır:

Tablo 30: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 21

$R(\text{Çorum}) = 0.69 - 0.60 = 0.09$	$R(\text{Malatya}) = 0.69 - 0.53 = 0.16$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.69 - 0.60 = 0.06$	$R(\text{Mardin}) = 0.69 - 0.67 = 0.02$
$R(\text{Elazığ}) = 0.69 - 0.65 = 0.04$	$R(\text{Ordu}) = 0.69 - 0.57 = 0.12$
$R(\text{Erzurum}) = 0.69 - 0.66 = 0.03$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.69 - 0.46 = 0.23$

(Tablo 30 devam ediyor)

$R(\text{Gaziantep}) = 0.69 - 0.68 = 0.01$	$R(\text{Van}) = 0.69 - 0.51 = 0.18$
$R(\text{Hatay}) = 0.69 - 0.60 = 0.09$	

Geriye kalan 11 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.01 ile Gaziantep iline aittir. 11 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçimde ifade edilir. Sıralama işlemi, kalan 10 il için tekrarlanır:

Tablo 31: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 22

$R(\text{Çorum}) = 0.69 - 0.60 = 0.09$	$R(\text{Malatya}) = 0.69 - 0.53 = 0.16$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.69 - 0.60 = 0.06$	$R(\text{Mardin}) = 0.69 - 0.67 = 0.02$
$R(\text{Elazığ}) = 0.69 - 0.65 = 0.04$	$R(\text{Ordu}) = 0.69 - 0.57 = 0.12$
$R(\text{Erzurum}) = 0.69 - 0.66 = 0.03$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.69 - 0.46 = 0.23$
$R(\text{Hatay}) = 0.69 - 0.60 = 0.09$	$R(\text{Van}) = 0.69 - 0.51 = 0.18$

Geriye kalan 10 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.02 ile Mardin iline aittir. 10 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçimde ifade edilir. Sıralama işlemi, kalan 9 il için tekrarlanır:

Tablo 32: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 23

$R(\text{Çorum}) = 0.68 - 0.60 = 0.08$	$R(\text{Malatya}) = 0.68 - 0.53 = 0.15$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.68 - 0.60 = 0.08$	$R(\text{Ordu}) = 0.68 - 0.57 = 0.11$
$R(\text{Elazığ}) = 0.68 - 0.65 = 0.03$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.68 - 0.46 = 0.22$
$R(\text{Erzurum}) = 0.68 - 0.66 = 0.02$	$R(\text{Van}) = 0.68 - 0.51 = 0.17$
$R(\text{Hatay}) = 0.68 - 0.60 = 0.08$	

Geriye kalan 9 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.02 ile Erzurum iline aittir. 9 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçimde ifade edilir. Sıralama işlemi, kalan 8 il için tekrarlanır:

Tablo 33: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 24

$R(\text{Çorum}) = 0.67 - 0.60 = 0.07$	$R(\text{Malatya}) = 0.67 - 0.53 = 0.14$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.67 - 0.60 = 0.07$	$R(\text{Ordu}) = 0.67 - 0.57 = 0.10$
$R(\text{Elazığ}) = 0.67 - 0.65 = 0.02$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.67 - 0.46 = 0.21$
$R(\text{Hatay}) = 0.67 - 0.60 = 0.07$	$R(\text{Van}) = 0.67 - 0.51 = 0.16$

Geriye kalan 8 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.02 ile Elazığ iline aittir. 8 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçimde ifade edilir. Sıralama işlemi, kalan 7 il için tekrarlanır:

Tablo 34: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) – 25

$R(\text{Çorum}) = 0.63 - 0.60 = 0.03$	$R(\text{Ordu}) = 0.63 - 0.57 = 0.06$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.63 - 0.60 = 0.03$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.63 - 0.46 = 0.17$
$R(\text{Hatay}) = 0.63 - 0.60 = 0.03$	$R(\text{Van}) = 0.63 - 0.51 = 0.12$
$R(\text{Malatya}) = 0.63 - 0.53 = 0.10$	

Geriye kalan 7 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.03 ile Hatay, Çorum ve Diyarbakır illerine aittir. 7 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde değerlendirilirler. Sıralama işlemi ise kalan 4 il için tekrarlanır:

Tablo 35: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) - 26

$R(\text{Malatya}) = 0.59 - 0.53 = 0.06$	$R(\text{Van}) = 0.59 - 0.51 = 0.08$
$R(\text{Ordu}) = 0.59 - 0.57 = 0.02$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.59 - 0.46 = 0.13$

Geriye kalan 4 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.02 ile Ordu iline aittir. 4 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde ifade edilir. Sıralama işlemi, kalan 3 il için tekrarlanır:

Tablo 36: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) - 27

$R(\text{Malatya}) = 0.55 - 0.53 = 0.02$	$R(\text{Van}) = 0.55 - 0.51 = 0.04$
$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.55 - 0.46 = 0.09$	

Geriye kalan 3 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.02 ile Malatya iline aittir. 3 il içerisinde en iyi teknik etkinliğe sahip biçiminde ifade edilir. Sıralama işlemi, kalan 2 il için tekrarlanır:

Tablo 37: Etkinlik Sıralaması (BCC-O) - 28

$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.54 - 0.46 = 0.08$	$R(\text{Van}) = 0.54 - 0.51 = 0.03$
--	--------------------------------------

Geriye kalan 2 il içerisinde yapılan inceleme sonucunda en küçük etkinlik kaybı 0.03 ile Van iline aittir. Dolayısıyla, en kötü saf teknik etkinliğe sahip il, Şanlıurfa'dır. En kötü saf teknik etkinliğe sahip olan Şanlıurfa'nın üst sınır saf teknik etkinliği için, girdi ve çıktılarında ne kadar bir artış ya da ne kadar bir azalış yapılırsa etkin olacağı belirlenmiştir. Girdi değişkenlerinde hava %30.65 oranında azaltılarak -15.38; çalışan %80.37 oranında azaltılarak -11,303; yatırım %18,11 oranında azaltılarak -88,285; araç %0.01 oranında azaltılarak 236,239 ve su %0.04 oranında azaltılarak 105,044'e düşürülmelidir. Çıktı değişkenlerinde ise GSYİH %10.34 oranında arttırılarak 21,477.55 ve orman %10.34 oranında arttırılarak 6.09'a yükseltilmelidir. Bunun sonucunda Şanlıurfa'nın etkinlik skoru 0.49'dan 1'e ulaşarak etkin hale gelmesi sağlanır. Ek 9 ve Ek 10'da tüm illerin BCC modelinde alt sınır etkinliklerinin; Ek 11 ve Ek 12'de ise üst sınır etkinliklerinin potansiyel iyileştirme ve hedef değerler verilmiştir.

3.5. Bulanık CCR-O Modeli

Tablo 38'de çıktı yönlü CCR modeline göre elde edilen alt ve üst sınır değerleri verilmiştir. 14 tane ilin (Bolu, Karaman, Bartın, Kastamonu, Sinop, Rize, Artvin,

Gümüşhane, Erzincan, Bayburt, Tunceli, Muş, Hakkâri, Siirt) alt ve üst sınır değerleri 1.00 olduğu için tam etkin olarak bulunmuştur.

CCR-O modelinde, 2 ve 3 standart sapma değerleri için etkinlikler incelendiğinde ise Ağrı, Amasya, Ankara, Hakkâri, Iğdır, İstanbul, Muş, Şanlıurfa ve Siirt bulunmuştur. Bu sonuçlara ilişkin değerler ise Ek 13 ve Ek14’te verilmiştir.

Tablo 38: Çıktı Yönlü CCR Modeline Göre Elde Edilen Alt ve Üst Sınır Değerleri

İller	Üst Sınır İçin Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)	Alt Sınır İçin Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)
Adana	0.15	0.63
Adıyaman	1.00	0.83
Afyonkarahisar	0.71	1.00
Ağrı	0.82	0.57
Aksaray	0.83	0.79
Amasya	0.43	0.68
Ankara	0.11	0.69
Antalya	0.28	0.70
Ardahan	0.82	0.77
Artvin	1.00	1.00
Aydın	0.24	0.69
Balıkesir	0.31	0.66
Bartın	1.00	1.00
Batman	0.42	0.64
Bayburt	1.00	1.00
Bilecik	0.89	1.00
Bingöl	1.00	0.73
Bitlis	1.00	0.74
Bolu	1.00	1.00
Burdur	0.75	0.88
Bursa	0.10	0.64
Çanakkale	0.43	0.72
Çankırı	0.93	0.87
Çorum	0.33	0.58
Denizli	0.31	0.78
Diyarbakır	0.16	0.53
Düzce	0.52	1.00
Edirne	0.51	0.77
Elazığ	0.27	0.64
Erzincan	1.00	1.00
Erzurum	0.48	0.66
Eskişehir	0.43	0.90
Gaziantep	0.14	0.66

(Tablo 38 devam ediyor)

İller	Üst Sınır İçin Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)	Alt Sınır İçin Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)
Giresun	0.82	0.76
Gümüşhane	1.00	1.00
Hakkâri	1.00	1.00
Hatay	0.15	0.45
Iğdır	0.82	1.00
İsparta	0.85	0.96
İstanbul	0.03	0.53
İzmir	0.08	0.82
Kahramanmaraş	0.21	0.53
Karabük	0.56	0.85
Karaman	1.00	1.00
Kars	1.00	0.71
Kastamonu	1.00	1.00
Kayseri	0.27	0.74
Kilis	1.00	0.78
Kırıkkale	0.84	0.80
Kırklareli	0.75	0.89
Kırşehir	0.88	0.76
Kocaeli	0.23	0.87
Konya	0.55	1.00
Kütahya	0.27	0.59
Malatya	0.32	0.52
Manisa	0.16	0.57
Mardin	0.29	0.65
Mersin (İçel)	0.33	0.72
Muğla	0.49	1.00
Muş	1.00	1.00
Nevşehir	0.52	0.76
Niğde	0.80	0.82
Ordu	0.27	0.48
Osmaniye	0.61	0.84
Rize	1.00	1.00
Sakarya	0.29	0.79
Samsun	0.44	0.79
Şanlıurfa	0.11	0.36
Siirt	1.00	1.00
Sinop	1.00	1.00
Şırnak	1.00	0.79
Sivas	0.78	0.72
Tekirdağ	0.42	1.00
Tokat	0.65	0.69

(Tablo 38 devam ediyor)

İller	Üst Sınır İçin Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)	Alt Sınır İçin Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)
Trabzon	0.49	0.79
Tunceli	1.00	1.00
Uşak	0.52	0.68
Van	0.24	0.49
Yalova	0.46	1.00
Yozgat	0.72	0.70
Zonguldak	0.40	0.86

Kalan 67 ilin saf teknik etkinlik skorları aralık sayılar ile ifade edilen bulanık sayı biçiminde olarak BCC-O modelindeki adımlar gibi ölçülmüştür. Bu adımların detayları Ek 15'te yer almaktadır. Bu adımlar sonucunda ise en kötü etkinlik skoruna sahip iller; İstanbul, Hatay, Kahramanmaraş, Ordu, Malatya, Van, Şanlıurfa ve Diyarbakır olarak belirlenmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Küreselleşmenin gitgide arttığı dünyada, etkinlik kavramı da önem kazanmıştır. Etkin olmanın önemi yalnızca üretim sektöründe değil; hizmet ve kamu sektöründe de fazlasıyla hissedilmektedir. Dolayısıyla, etkinlik ölçme yöntemleri de işlevsel araçlar olarak önemlidir.

İnsanoğlunun endüstrileşme çabaları, bilim ve teknolojinin durmaksızın ilerlemesi ve doğayı tükenmeyen bir kaynak olarak görmesi, bilinen en büyük sistem olan dünyanın geriye dönüşümsüz bir şekilde tahrip olmasına neden olmaktadır. Ekonomi katlanarak büyürken, dünyanın doğal hizmet kapasitesi aynı doğrultuda büyümektedir. Çünkü doğanın kaynakları sınırlıdır. Bu çalışma, sınırlı olan bu kaynakları kullanarak etkin olan ve olmayan iller için karar vericilere rehberlik edebilir. Ayrıca, çevre konularında kamu bilincini artırmak için bir araç olarak kullanılabilir.

VZA; çoklu çıktılar üretmek amacıyla çoklu girdiler kullanarak etkinliği ölçen, parametrik olmayan bir yöntemdir. Ayrıca, geleneksel VZA'da kesin girdi ve çıktı verileri vazgeçilmezken, gerçek dünya problemleri kesin olmayan veya belirsiz girdi ve çıktı verileri içermektedir. Bulanık küme teorisi, insan karar alma sürecinin doğasında bulunan belirsizliği ve belirsizliği temsil etmek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada; 2014 yılına ilişkin çevresel göstergeler kullanılarak, Türkiye'deki illerin etkinlikleri incelenmiştir. Bulanık veriler mevcut olduğu için, veriler aralık sayılar ile temsil edilerek, yeni bir çift aralık VZA modeli aracılığıyla etkinlikleri ölçülmüştür. İllerin etkinliğini ölçebilmek için BVZA kullanılmıştır. BVZA'da bulanık çıktı yönlü CCR ve bulanık çıktı yönlü BCC modeliyle illerin etkinlikleri sunulmuştur. İllerin girdilerinin azaltılması yerine; daha fazla çıktıya ulaşılma için çıktı yönlü modeller tercih edilmiştir.

Aralık VZA yöntemiyle ulaşılmış olan etkinlik skorları da aralık sayılar biçimindedir. Değerlendirilen KVB'nin her bir etkinliği için alt ve üst sınırlara ulaşmakta, KVB'nin etkinlik skoru aralık bir sayı ile gösterilmektedir. Etkinlik skorlarının, alt ve üst sınırları 1 olan iller ise tam etkin illerdir.

VZA'da girdi ve çıktı değişkenlerinin negatif olmama şartı mevcuttur. Çalışmadan elde edilen alt sınır verilerinin bazı değişkenlerinde negatif verilere rastlanmıştır. Negatif veri bulunan değişken için minimum değere sahip verinin mutlak

değerinin bir fazlası alınmış ve 2014 yılına ait tüm verilere eklemeye yapılarak pozitif değerlere dönüştürülmüştür. Bu çalışmada pozitif dönüşürme işlemi, alt sınır verisi oluştururken GSYİH ve hava kalitesi indeksi dışındaki veriler için uygulanmıştır.

Çalışmada 2 çıktı, 7 girdi kullanılmıştır. Girdi miktarı p , çıktı miktarı da k , t KVB sayısı için en az $p + k + 1$; $(p + k) < t/3$ veya $p * k * 2$ KVB'nin olması gerektiğine ilişkin görüşler belirtilmişti. Çalışmanın KVB'si olarak, 81 il kullanılarak $(2+7+10 < 81$; $(2+7) < 81/3$; $2*7*2 < 81$) bu şartlar sağlanmıştır.

Girdi değişkenleri olarak hava kalitesi indeksi, sanayide toplam çalışan sayısı (kişi), kamu yatırımlarının illere göre enerji sektörü için dağılımı (bin TL), motorlu kara taşıtları sayısı (adet), elektrik toplam tüketim (MWh), toplam çekilen su miktarı (1000m^3 /yıl) ve nüfus yoğunluğu (km^2 de yaşayan insan sayısı); çıktı değişkenleri olarak ise kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH) (TL) ve orman alanı (%) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler, Türkiye İstatistik Kurumu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği kurumlarından temin edilmiştir. Bu girdi ve çıktı değişkenlerinin, hataya sahip olma potansiyeli yüksek olduğundan dolayı, veriler bulanık aralık sayılar haline dönüştürülerek CCR-O ve BCC-O modelleri kullanılarak sonuçları kıyaslanmıştır.

Bulanık CCR-O modeline göre alt sınır ve üst sınır teknik etkinlik skorlarının ikisi de 1 olduğu için; Bolu, Karaman, Bartın, Kastamonu, Sinop, Rize, Artvin, Gümüşhane, Erzincan, Bayburt, Tunceli, Muş, Hakkâri ve Siirt illeri tam etkindir. Bu modelde, üst sınırdaki etkin olmayan iller için Gümüşhane 40; alt sınırdaki etkin olmayan iller için ise Bolu 50 ilde referans kümesi içerisinde yer almıştır. Referans kümesi içinde yer alan bu iller, etkin olmayan iller için örnek bir model biçiminde konumlandırılabilir. Karar alıcılar etkin olmayan bu iller için, etkin olabilmeleri amacıyla referans kümesi içinde yer alan bu illerden faydalanabilir.

Bulanık BCC-O modeline göre alt sınır ve üst sınır saf teknik etkinlik skorlarının her ikisi de 1 olduğundan dolayı; İstanbul, Tekirdağ, Muğla, Afyonkarahisar, Bursa, Bilecik, Kocaeli, Düzce, Bolu, Yalova, Ankara, Konya, Karaman, Isparta, Bartın, Kastamonu, Sinop, Rize, Artvin, Gümüşhane, Erzincan, Bayburt, Iğdır, Kars, Bingöl, Tunceli, Muş, Bitlis, Hakkâri, Adıyaman, Kilis, Şırnak ve Siirt illeri saf etkin çıkmıştır. Bu modelde, alt ve üst sınırdaki etkin olmayan iller için Bolu 43 kez referans kümesinde yerini almıştır.

Yapılan literatür taramasında, Türkiye genelinde uygulanan böyle bir çalışmaya rastlanılmamakla birlikte; Güneş (2006)'in nüfus yoğunluğu, işyeri sayısı, teşvik belgeli yatırım sayısı, asfalt yol uzunluğu, okul sayısı, elektrik tüketim miktarı girdilerini ve GSYİH, şehirleşme oranı, il istihdamının ülke istihdamına oranı, ilköğretim mezunu kişi sayısı, üniversite bitirenlerin okul bitirenlere oranı, yeterli içme suyu götürülen nüfus oranı, sinema, tiyatro, müze ve kütüphane sayısı, hastane yatak sayısı çıktılarını kullanarak ülkemizdeki birinci derece kalkınma öncelikli yöreleri incelediği araştırmasında, BVZA'nın çıktı yönlü sonuçlara göre 41 yöre teknik etkin, 49 yöre saf teknik etkin çıkmıştır. Deniz (2009)'in rekabet edilebilirlik bakımından ulaştırma yatırımları, kobi yatırımları, enerji teşvikleri, sanayi teşvikleri, tarım teşvikleri, krediler, insan kaynağı ve rekabet girdilerini ve yalnızca GSYİH çıktısını kullanarak kaynak etkinliklerini incelediği BVZA'nın girdi yönlü çalışmasında ise 77 il için 25 ili teknik etkin olarak belirlenmiştir.

CCR-O modelinde; İstanbul, Hatay, Kahramanmaraş, Ordu, Malatya, Van, Şanlıurfa ve Diyarbakır en kötü teknik etkinlik skoruna sahip illerdir. BCC-O modelinde ise Şanlıurfa, en kötü saf teknik etkinliğe sahip ildir. Etkin olmayan bu iller, kaynaklarını etkin kullanamamıştır.

Etkin olmayan bu illerin girdi ve çıktı değişkenleri, aritmetik ortalamaya göre incelendiğinde: İstanbul için sanayide toplam çalışan sayısının, nüfus yoğunluğunun, elektrik toplam tüketiminin ve toplam çekilen su miktarının; Hatay için motorlu kara taşıtları sayısının, elektrik toplam tüketiminin ve toplam çekilen su miktarının; Kahramanmaraş için hava kalitesi indeksinin, elektrik toplam tüketiminin ve toplam çekilen su miktarının; Ordu için sanayide toplam çalışan sayısının ve motorlu kara taşıtları sayısının ortalamaya göre oldukça fazla olduğu görülmektedir. Malatya ve Diyarbakır için ise orman alanı; Van ve Şanlıurfa için kişi başına düşen GSYİH ve orman alanı; ortalamaya göre oldukça düşük durumdadır. Ayrıca Şanlıurfa ve Diyarbakır illeri için toplam çekilen su miktarı ise ortalamaya göre fazladır.

Her bir ilin etkinliğinin artırılması demek; çevresel sürdürülebilirliğinin artışına paralel olarak Türkiye ekonomisinin de rekabet gücünün artması anlamına gelmektedir.

Verilerin güncel bir şekilde elde edilme zorluğundan dolayı, 2014 yılı verileri kullanılmıştır. Konuyla ilgili daha güncel verilere ulaşabilme imkânı sağlanırsa, son yıllara ait veriler kullanılarak farklılıklar tespit edilebilir. Ayrıca, çevresel

sürdürülebilirlik ile ilgili farklı değişkenler de kullanılarak etkinlik sıralamaları yeniden yapılabilir. BVZA'nın farklı yöntemlerinden de faydalanılarak analiz yapıp; sonuçları karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Abid, N. (1998). "Performans Denetiminde Pakistan'ın Deneyimi Üzerine Bir Yaklaşım", (çev: Derya Kubalı), *Sayıştay Dergisi*, 29, 104-127.
- Aigner, D. J., Chu, S. F. (1968). "On Estimating the Industry Production Function", *The American Economic Review*, 58/4, 826-839.
- Akal Z. (1996). *İşletmelerde Performans Ölçümü ve Denetimi Çok Yönlü Performans Göstergeleri*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 473, Ankara.
- Akal Z. (1994). *İmalatçı Kamu Kuruluşlarında İşletmelerarası Toplam Performans, Verimlilik, Kârlılık ve Maliyet Karşılaştırmaları*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 538, Ankara.
- Akdeniz, H. A., Durmaz, F. (1998). "Verimliliğin Genel Performans Üzerindeki Yansımalarının Uygulanması", *D.E.Ü. İ.İ.B.F. Dergisi*, 13/2, 85-99.
- Akıncı S. (2014). *Klasik Mantık*, İkinci Baskı, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt L., Evren, H., Düzenli, S. (2000). *Çevre Kirliliği, Çevre Biyolojisi*, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Aktaş, H. (2001). "İşletme Performansının Ölçülmesinde VZA Yaklaşımı", *Celal Bayar Üniversitesi İİBF Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 7/1, 163-175.
- Akyüz M. N. (2005). *Tedarikçi Seçimi Problemine Bir Bulanık Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı*, Yüksek Lisans Tezi, Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Albertos, P., Sala, A. (1998). "Fuzzy Logic Controllers, Advantages and Drawbacks", *VIII Congreso Latinoamericano de Control Automático*, 833- 844, Chile.
- Alkan E., Başkonuş, A., Erol H. T., Esen A. R., Ateş, Ü. (1968). *Buğdaygillerde Verimlilik Ölçülmesi*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara.
- Altaş, İ. H. (1999). "Bulanık Mantık: Bulanık Denetim", *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*, Eylül, 64, 76-81.
- Altın F. G. (2014). *İşletmelerin Finansal Kriz Öncesi ve Sonrası Performanslarının Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Altrock C. V. (1995). *Fuzzy Logic & NeuroFuzzy Applications Explained*, Prentice Hall, The United States of America.
- Altunal S. (2006). *Bulanık Veri Zarflama Analizi Üzerine Bir Araştırma*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Artar A. (1994). *İmalatçı Özel Sektör Kuruluşlarında Verimlilik ve Firmalararası Karşılaştırmalar*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları: 534, Ankara.

- Artut A. (2013). *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültelerinin Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü*, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Atalay, İ. (2001). *Genel Beşerî ve Ekonomik Coğrafya*, Üçüncü Baskı, Meta Basım, İzmir.
- Atan, M. (2003). "Türkiye Bankacılık Sektöründe Veri Zarflama Analizi ile Bilançoya Dayalı Mali Etkinlik ve Verimlilik Analizi", *Ekonomik Yaklaşım Dergisi*, 14/48, 71-86.
- Atayeter C., Baki B. (1997). "İşletmelerde Bir Verimlilik Aracı Olarak Kullanılan Sumanth Modeli Uygulamasının Avantaj ve Dezavantajları", 3. Verimlilik Kongresi, 14-16 Mayıs 1997, 71-85, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları: 599, Ankara.
- Athanassopoulos, A. D., Shale, E. (1997). "Assessing the Comparative Efficiency of Higher Education Institutions in the UK by the Means of Data Envelopment Analysis", *Education Economics*, 5/2, 117-134.
- Atilla İ. (2010). *Türk Medya Sektöründe Finansal Performans ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi*, Türkmen Kitabevi, İstanbul.
- Avkiran, N. K. (2001). "Investigating Technical and Scale Efficiencies of Australian Universities Through Data Envelopment Analysis", *Socio-Economic Planning Sciences*, 35, 57-80.
- Aydemir Z. C. (2002). *Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması*, Devlet Planlama Teşkilatı Uzmanlık Tezi, İktisadî Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Proje, Yatırımları Değerlendirme ve Analiz Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Azar, A., Mahmoudabadi, M. Z., Emrouznejad, A. (2016). "A New Fuzzy Additive Model for Determining The Common Set of Weights in Data Envelopment Analysis", *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 30, 61-69.
- Bakırcı, F. (2006). "Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü: VZA ile Bir Analiz", *Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi*, 20/2, 199-217.
- Balkan H. (2011). *Determining The Relative Efficiency of The Stock Markets by Classical and Fuzzy Data Envelopment Analysis*, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Banker, R. D., Cooper, W. W., Seiford, L. M., Thrall, R. M., Zhu, J. (2004). "Returns to Scale in Different DEA Models", *European Journal of Operational Research*, 154, 345-362.
- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W. (1984). "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 30/9, 1078-1092.

- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., Schinnar, A. P. (1981). "A Bi-Extremal Principle for Frontier Estimation and Efficiency", *Management Science*, 27/12, 1370-1382.
- Barros, C. P. (2005). "Measuring Efficiency in the Hotel Sector", *Annals of Tourism Research*, 32/2, 456-477.
- Barros, C. P., Dieke, P. U. C. (2007). "Performance Evaluation of Italian Airports: A Data Envelopment Analysis", *Journal of Air Transport Management*, 13/4, 184-191.
- Baş İ. M., Artar A. (1991). *İşletmelerde Verimlilik Denetimi Ölçme ve Değerlendirme Modelleri*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları: 476, Ankara.
- Başar M., Tosunoğlu B. T., Demirci A. E., Başar A. B., Karagül A. A., Özata, E., Sürmeli, A., Taylan, A. S., Yücel, G. (2008). *Sosyal, Ekonomik ve Mali Göstergeler Doğrultusunda Eskişehir'de Seçilmiş Sektörlerin Analizi*, Anadolu Üniversitesi Yayınları No: 1875, Eskişehir.
- Başçetin, A., Kesimal, A. (1999). "Madencilikte Bulanık Mantık Uygulamaları", *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, 12, 135-144.
- Başkaya Z. (2011). *Bulanık Doğrusal Programlama*, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
- Baykal N., Beyan T. (2004a). *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Baykal N., Beyan T. (2004b). *Bulanık Mantık Uzman Sistem ve Denetleyiciler*, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Baysal, M. E., Uygur, M., Toklu, B. (2004). "Veri Zarflama Analizi ile TCDD Limanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Çalışması", *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 19/4, 437-442.
- Bede B. (2013). *Mathematics of Fuzzy Sets and Fuzzy Logic*, Springer, London.
- Benli B. (2009). *Sağlıkta Geri Ödeme Yöntemleri ve Teknik Verimlilik*, Sosyal Güvenlik Uzmanlığı Tezi, Sosyal Güvenlik Kurumu, Ankara.
- Berger, A., Humphrey, D. (1997). "Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research", *European Journal of Operational Research*, 98, 175-212.
- Bojadziev G., Bojadziev M. (2007). *Fuzzy Logic for Business, Finance and Management, Applications*, Second Edition World Scientific, London.
- Bolat, B., Temur, G. T., Gürler, H. (2016). "Türkiye'deki Havalimanlarının Etkinlik Tahmini: Veri Zarflama Analizi ve Yapay Sınır Ağlarının Birlikte Kullanımı", *Ege Akademik Bakış*, 16, 1-10.
- Boussofiane, A., Dyson, R. G., Thanassoulis, E. (1991). "Applied Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research*, 52/1, 1-15.

- Bowlin, W. F. (1998). "Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA)", *The Journal of Cost Analysis*, 15/2, 3-27.
- Brinkerhoff R. O., Dressler D. E. (1990). *Productivity Measurement, A Guide for Managers and Evaluators*, SAGE Publications, United States of America.
- Brown, L. R. (2008). *Plan B 3.0 Uygarlığı Kurtarmak İçin Harekete Geçmek*, (çev: Ayşe Başçı), Safa Tanıtım ve Matbaacılık, İstanbul.
- Büyükkılıç D., Yavuz İ. (2005). *İmalat Sanayiinde Toplam Faktör Verimliliği – Teknik Değişim, Teknik Etkinlik (1994-2001)*, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Cai K. Y. (1996). *Introduction to Fuzzy Reliability*, Kluwer Academic Publishers, The United States of America.
- Caner, S., Kontorovich, V. (2004). "Efficiency of the Banking Sector in the Russian Federation: An International Comparison", *HSE Economic Journal*, 3, 357-375.
- Cazals, C., Florens, J. P., Simar, L. (2002). "Nonparametric Frontier estimation: A Robust Approach", *Journal of Econometrics*, 106/1, 1-25.
- Cedolin M. (2016). *Fuzzy Data Envelopment Analysis-Based Decision Approaches for Supplier Evaluation and Selection*, Yüksek Lisans Tezi, Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Charnes A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., Seiford, L. M. (2001). *Data Envelopment Analysis Theory, Methodology, and Applications*, Sixth Printing, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978). "Measuring The Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Chen G., Pham T. T. (2001). *Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems*, CRC Press, New York.
- Chen, C. B., Klein, C. M. (1992). "A Simple Approach to Ranking a Group of Aggregated Fuzzy Utilities", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 27/1, 26-35.
- Chen, L. Y., Wang, T. C. (2009). "Optimizing Partners' Choice in IS/IT Outsourcing Projects: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR", *International Journal of Production Economics*, 120/1, 233-242.
- Cheng, C. H., Lin, Y. (2002). "Evaluating The Best Main Battle Tank Using Fuzzy Decision Theory with Linguistic Criteria Evaluation", *European Journal of Operational Research*, 142/1, 174-186.
- Church J., Ware R. (2000). *Industrial Organization: A Strategic Approach*, MacGraw-Hill, United States of America.

- Coelli T. (1996). *Centre For Efficiency And Productivity Analysis (CEPA) Working Papers*. Department Of Econometrics University Of New England Armidale, Australia.
- Coelli T. J., Rao D. S. P., O'Donnell C. J., Battese G. E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Second Edition, Springer Science and Business Media, New York.
- Coelli T., Estache A., Perelman S., Trujillo L. (2003). *A Primer on Efficiency Measurement for Utilities and Transport Regulations*, WBI Development Studies, Washington.
- Colbert, A., Levary, R. R., Shaner, M. C. (2000). "Determining the Relative Efficiency of MBA Programs Using DEA", *European Journal of Operational Research*, 125/3, 656–669.
- Cook, D. W., Seiford, M. L. (2009). "Data Envelopment Analysis (DEA) - Thirty Years On", *European Journal Of Operational Research*, 192, 1-17.
- Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K. (2007). *Data Development Analysis A Comprehensive Text With Models, Applications, References and DEA Solver Software*, Second Edition, Springer, New York.
- Cooper W. W., Seiford L. M., Zhu J. (2011). "Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations", Eds. William W. Cooper, Lawrence M. Seiford and Joe Zhu, *Handbook of Data Envelopment Analysis*, Second Edition, Springer, New York.
- Cooper W.W., Seiford L. M., Tone K. (2006). *Introduction to Data Development Analysis and Its Uses With DEA-Solver Software and References*, Springer, New York.
- Cooper, W. W., Deng, H., Gu, B., Li, S., Thrall, R. M. (2001). "Using DEA to Improve the Management of Congestion in Chinese Industries (1981–1997)", *Socio-Economic Planning Sciences*, 35, 227–242.
- Cooper, W. W., Li, S., Seiford, L. M., Tone, K., Thrall, R. M., Zhu, J. (2001). "Sensitivity and Stability Analysis in DEA: Some Recent Developments", *Journal of Productivity Analysis*, 15, 217–246.
- Copi I. M., Cohen K. (2009). *Introduction to Logic*, Thirteenth Edition, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Craycraft, C. (1999). "A Review of Statistical Techniques in Measuring Efficiency", *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 11/1, 19-27.
- Çakır, S. (2016). "Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Çaykur Fabrikalarında Etkinlik Ölçümü", *Gazi Üniversitesi Mühendislik, Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31/2, 369-381.

- Çakır S. (2015). *Bütünleşik Bulanık Shannon Entropi-Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Teknoloji Firmalarında Etkinlik Ölçümü*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Çakmak, M., Öktem, M. K., Ömürgönülşen, U. (2009). "Türk Kamu Hastanelerinde Teknik Verimlilik Sorunu: Veri Zarflama Analizi Tekniği ile Sağlık Bakanlığı'na Bağlı Kadın Doğum Hastanelerinin Teknik Verimliliklerinin Ölçülmesi", *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 12/1, 1-36.
- Çam, M. U. (2017). "Kamu Harcamalarında Etkinlik ve Parlamenter Denetim", *D.E.Ü. Hukuk Fakültesi Dergisi*, Özel Sayı, 19, 2841-2870.
- Çavmak, Ş., Çavmak, D. (2017). "Sağlık Hizmetlerinde Etkinlik Kavramı", *Sağlık Yönetimi Dergisi*, 1/1, 21-34.
- Çetin V. R. (2007). *Posta Hizmetlerinin Serbestleştirilmesi ve Regülasyonu: Türkiye Posta Sektörü Reformu İçin Bir Öneri*, DPT Uzmanlık Tezi, Yayın No: 2746, Ankara.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, (2014). *2013 Çevresel Göstergeler*, Ankara.
- Çüçen A. K. (1999). *Mantık*, Asa Kitabevi, İstanbul.
- Davidova, S., Latruffe, L. (2007). "Relationship Between Technical Efficiency and Financial Management for Czech Republic Farms", *Journal of Agricultural Economics*, 58/2, 269-288.
- Deliktaş, E. (2002). "Türkiye Özel Sektör İmalât Sanayiinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi", *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 29/3-4, 247-284.
- Demir, E. (2014). "A Comparison of Classical and Fuzzy Data Envelopment Analyses in Measuring and Evaluating School Activities", *Turkish Journal of Fuzzy Systems*, 5/1, 37-58.
- Demir A. (1981). *Çağdaş Teknoloji Gelişmeler, Sosyo-Ekonomik Etkileri ile, Genişletilmiş Üçüncü Baskı*, Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No: 472, Ankara.
- Demir H., Gümüşoğlu Ş. (2003). *Üretim Yönetimi*, Altıncı Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- Demir, P., Derbentli, Ö., Sakarya, E. (2012). "Kars İlinde Bulunan Mandıraların Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi", *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18/2, 169-176.
- Deniz N. (2009). *Türkiye'deki İllerin Kaynak Kullanımlarına Göre Göreli Etkinliklerinin Klasik ve Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemleri ile Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

- Despotis, D. K., Smirlis, Y. G. (2002). "Data Envelopment Analysis with Imprecise Data", *European Journal of Operational Research*, 140, 24-36.
- Dinçer S. E. (2011). *Stratejik Planlama ve Veri Zarflama Analizinde Etkinlik Ölçümü*, Der Yayınları, İstanbul.
- Doğan M. İ. (2016). *Sınıflandırma Problemlerine Yapay Sinir Ağları ve Veri Zarflama Analizi Tabanlı Yeni Bir Yaklaşım*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Doğan, N. Ö., Gencan, S. (2014). "VZA/AHP Bütünleşik Yöntemi İle Performans Ölçümü: Ankara'daki Kamu Hastaneleri Üzerine Bir Uygulama", *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16/2, 88-112.
- Doğan A., Aydın A. (1991). *İmalatçı Kamu Kuruluşlarında Maliyet ve Verimlilik Karşılaştırmaları*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 453, Ankara.
- Dombi, J., Gera, Z. (2005). "The Approximation of Piecewise Linear Membership Functions and Lukasiewicz Operators", *Fuzzy Sets and Systems*, 154, 275-286.
- Drucker P. F. (2008). *Management*, Revised Edition, HarperCollins Publishers, New York.
- Durmaz O. (2015). *Uyarlanabilir Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) ile Bir İnsansız Hava Aracı için Uçuş Kontrolü*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S., Shale, E. A. (2001). "Pitfalls and Protocols in DEA", *European Journal of Operational Research*, 132, 245-259.
- Edosomwan J. A. (1988). *Productivity and Quality Improvement*, IFS Publications, United States of America.
- Elmas Ç. (2007). *Yapay Zeka Uygulamaları*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Elmas Ç. (2003). *Bulanık Mantık Denetleyiciler*, Birinci Baskı, Nisan, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Entani, T., Maeda, Y., Tanaka, H. (2002). "Dual Models of Interval DEA and Its Extension to Interval Data", *European Journal of Operational Research*, 136, 32-45.
- Erpolat, S., Cinemre, N. (2011). "Notebook Seçiminde Hibrit Bir Yaklaşım: Analitik Hiyerarşi Yöntemine Dayalı Veri Zarflama Analizi", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 40/2, 207-225.
- Ertuğrul İ. (1996). *Bulanık Mantık ve Bir Üretim Planlamasında Uygulama Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Farrell, M. J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal Of The Royal Statistical Society*, 120/3, 253-290.

- Fried, H. O., Lovell, C. A. K., Schmidt S. S. (1993). *The Measurement of Productive Efficiency*, Oxford University Press, New York.
- Gamgam H., Altunkaynak B. (2008). *Parametrik Olmayan Yöntemler SPSS Uygulamalı*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Gensler H. J. (2010). *Introduction to Logic*, Second Edition, Routledge, New York.
- Golany, B., Roll, Y. (1989). "An Application Procedure for DEA", *Omega*, 17/3, 237-250.
- Göktolga, Z. G., Artut, A. (2014). "İktisadî ve İdarî Bilimler Fakültelerinin Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü", *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 15/1, 55-75.
- Greene W. H. (2008). "The Economic Approach to Efficiency Analysis", Eds. Harol O. Fried, C. A. Knox Lovell, Shelton S. Schmidt, *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Change*, Oxford University Press, Oxford.
- Guo, P., Tanaka, H. (2001). "Fuzzy DEA: A Perceptual Evaluation Method", *Fuzzy Sets and Systems*, 119, 149-160.
- Gülcü, A., Coşkun, A., Yeşilyurt, C., Coşkun, S., Esener, T. (2004). "Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi", *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 5/2, 87-104.
- Gündüz, O. (2015). "Bulanık Veri Zarflama ile Kuru Kayısı Yetiştiren İşletmelerin Etkinlik Analizi", *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21, 525-537.
- Güner, N., Çomak, E. (2014). "Lise Öğrencilerinin Matematik Dersine Yönelik Tutumlarının Bulanık Mantık Yöntemi İle İncelenmesi", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20/5, 189-196.
- Güneş T. (2006). *Bulanık Veri Zarflama Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güngör, İ., Oruç, K. O. (2009). "Bulanık Veri Zarflama Analizi Modellerinin Karşılaştırılması: Sıralı ve Sınırlandırılmış Bulanık Veriler İçin", *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 1/1, 17-32.
- Güngör, İ., Demirgil, H. (2005). "Bölgesel Rekabet Yapısının Bulanık VZA ile Araştırılması", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10, 23-38.
- Güran, M. C., Cingi, S. (2002). "Devletin Ekonomik Müdahalelerinin Etkinliği", *Akdeniz İ. İ. B. F. Dergisi*, 3, 56-89.
- Hançer M. (2004). *İşletmelerde Verimliliği Arttırma ve İnsan Kaynakları*, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Harris J. (2000). *An Introduction to Fuzzy Logic Applications*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

- Hook, P. (2015). *Çevre Terimlerinin Küçük Kitabı*, (çev: Bahtiyar Kurt), Tübitak Popüler Bilim Kitapları, Ankara.
- Işıklı Ş. (2012). *Siber Toplum Bileşenleri (Bulanık Mantık, Sibernetik, Simülasyon ve Yapay Zeka Tartışmaları)*, Birleşik Yayınevi, Ankara.
- İnan, E. A. (2000). "Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik", *Bankacılar Dergisi*, 34, 82-97.
- İbrahim A. M. (2000). *Endüstriye Dönük Uygulamalı: Gömülü Sistemlerle Bulanık Mantık*, (çev: Nilgün Çervatoğlu), Bileşim Yayınevi, İstanbul.
- Jahanshahloo, G. R., Damaneh, M. S. (2005). "A Note on Stimulating Weights Restrictions in DEA: an Improvement of Thanassoulis and Allen's Method", *Computers and Operations Research*, 32, 1037-1044.
- Jang, J. S. R., Sun, C. T. (1995). "Neuro-Fuzzy Modeling and Control", *Proceedings of the IEEE*, 83/3, 378-406.
- Jang, J. S. R. (1993). "Anfis Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System", *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 23/3, 665-685.
- Jenkins, L., Anderson, M. (2003). "Stochastics and Statistics A Multivariate Statistical Approach to Reducing The Number of Variables in Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research*, 147/1, 51-61.
- Kahraman, C., Tolga, E. (1998). "Data Envelopment Analysis Using Fuzzy Concept", *28th IEEE International Symposium on, Fukuoka, Japan*, 338-343, 29 May, USA.
- Kanawaty G. (1992). *Introduction to Work Study*, Fourth Edition, International Labour Office, Geneva.
- Kao, C., Liu, S. T. (2000). "Fuzzy Efficiency Measures in Data Envelopment Analysis", *Fuzzy Sets and Systems*, 113, 427-437.
- Karahan A., Özgür E. (2011). *Hastanelerde Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi*, Nobel Yayınları, Ankara.
- Kaynar, O., Zontul, M., Bircan, H. (2005). "Veri Zarflama Analizi ile OECD Ülkelerinin Telekomünikasyon Sektörlerinin Etkinliğinin Ölçülmesi", *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6/1: 37-57.
- Keh, H. T., Chu, S., Xu, J. (2006). "Efficiency, Effectiveness and Productivity of Marketing in Services", *European Journal of Operational Research*, 170/1, 265-276.
- Keskin B. (2017). *Havalimanlarının Teknik Etkinliklerinin Özel ve Kamu İşletmeciliği Yönünden Güven Bölgesi Yaklaşımı ve Veri Zarflama Analizi ile İncelenmesi*, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.

- Kısaer H. (1996). *Metal Ana Sanayii Yapısı ve Verimlilik Göstergeleri*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 592, Ankara.
- Kıyak E. (2003). *Bulanık Mantık Yöntemiyle Uçuş Kontrol Uygulamaları*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kıyıldı, R. K., Kardeşahin, M. (2006). “Türkiye’deki Hava Alanlarının Veri Zarflama Analizi ile Altyapı Performansının Değerlendirilmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10/3, 391-397.
- Kirmanoglu, H., Çak, M. (2000). “Kamu Kesiminde Performans Ölçümü”, *XV. Türkiye Maliye Sempozyumu*, 15-17 Mayıs 2000, Antalya, 315-344.
- Kocakoç, İ. D. (2003). “Veri Zarflama Analizi’ndeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı”, *D.E.Ü. İ.İ.B.F. Dergisi*, 18/2, 1-12.
- Kök R. (1991). *Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik - Bir Uygulama*, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum.
- Köse A. H. (1992). *Büyüme ve Verimlilik*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 471, Ankara.
- Köseoğlu M. A. (2005). *Kamu İktisadi Teşebbüslerinde Performans Ölçümü*, Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın No: 2688, Ankara.
- Krajewski L. J., Ritzman L. P., Malhotra M. K. (2014). *Üretim Yönetimi Süreçler ve Tedarik Zincirleri*, (çev: Prof. Dr. Semra Birgün), Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Kubalı, D. (1999). “Performans Denetimi”, *Amme İdaresi Dergisi*, 32/1, 31-62.
- Kumar, S., Gulati, R. (2008). “An Examination of Technical, Pure Technical and Scale Efficiencies in Indian Public Sector Banks Using Data Envelopment Analysis”, *Eurasian Journal of Business and Economics*, 1/2, 33-69.
- Kumbhakar, S. C., Ghosh, S., McGuckin, T. (1991). “A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in U. S. Dairy Firms”, *Journal of Business & Economic Statistics*, 9/3, 279-286.
- Kutlar, A., Gülcü, A., Karagöz, Y. (2004). “Cumhuriyet Üniversitesi Fakültelerinin Performans Değerlendirmesi”, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 5/2, 137-157.
- Lee, C. C. (1990). “Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller”, *IEEE Transactions on Systems*, 20/2, 404-418.
- León, T., Liern, V., Ruiz, J. L., 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., Nuttle, H. L. W. (2003). "Fuzzy Data Envelopment Analysis (DEA): A Possibility Approach", *Fuzzy Sets and Systems*, 139, 379-394.
- Liu, S. T. (2008). "A Fuzzy DEA/AR Approach to The Selection of Flexible Manufacturing Systems", *Computers & Industrial Engineering*, 54, 66-76.
- Liu, S. T., Chuang, M. (2009). "Fuzzy Efficiency Measures in Fuzzy DEA/AR with Application to University Libraries", *Expert Systems with Applications*, 36, 1105-1113.
- Loron, A. S., Loron, M. S. (2015). "An Integrated Fuzzy Analytic Hierarchy Process-Fuzzy Data Envelopment Analysis (FAHP-FDEA) Method for Intelligent Building Assessment", *Technički Vjesnik*, 22/2, 383-389.
- Mamdani, E. H. (1974). "Application of Fuzzy Algorithms for Control of Simple Dynamic Plant", *Proceedings Of The Institution Of Electrical Engineers Control & Science*, 121, 1585-1588.
- Marşap, A. (1997). "Yönetimde Verimlilik Çağını Yaşamaya Yönelik Yeni Açılımlar ve Uluslararası Bütünleşmenin Önemi", 3. Verimlilik Kongresi, 14-16 Mayıs 1997, 411-426, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 599, Ankara.
- Mastny, L. (2015). *Dünyanın Durumu 2015, Sürdürülebilirliğin Önündeki Gizli Tehditlerle Yüzleşmek* (çev: Gülru Hotinli), Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul.
- Matthews, K., Ismail, M. (2006). "Efficiency and Productivity Growth of Domestic and Foreign Commercial Banks in Malaysia", *Cardiff Economics Working Papers*, January, 1-23.
- Moldan, B, Janouskova, S., Hak, T. (2012). "How to Understand and Measure Environmental Sustainability: Indicators and Targets", *Ecological Indicators*, 17, 4-13.
- Mugera, A. W. (2013). "Measuring Technical Efficiency of Dairy Farms with Imprecise Data: A Fuzzy Data Envelopment Analysis", *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 57, 501-519.
- Nguyen H. T., Walker E. A. (2006). *A First Course in Fuzzy Logic*, Third Edition, Chapman & Hall/CRC, United States of America.
- Odabaşı M. (1997). *Verimlilik Diye Diye Söyleşiler*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 596, Ankara.
- Oliveira J. V., Pedrycz W. (2007). *Advances in Fuzzy Clustering and its Applications*, John Wiley & Sons Ltd., West Sussex.
- Oruç K. A. (2008). *Veri Zarflama Analizi ile Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitelerde Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

- Oruç, K. A., Güngör, İ., Demiral, M. F. (2009). “Üniversitelerin Etkinlik Ölçümünde Bulanık Veri Zarflama Analizi Uygulaması”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 279-294.
- Ozcan Y. A. (2008). *Health Care Benchmarking and Performance Evaluation An Assessment Using Data Envelopment Analysis (DEA)*, Springer, New York.
- Ömürgönülşen, U. (2002). “Performance Measurement in The Public Sector: Rising Concern, Problems in Practice and Prospects”, *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20/1, 99-134.
- Ömürgönülşen, U. (2002). “Performance Measurement in the Public Sector: Rising Concern, Problems in Practice and Prospects”, *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20/1, 99-134.
- Öney E. (1968). *Verimlilik Kavramları ve Ölçülmesi*, Sevinç Matbaası, Ankara.
- Özbek, M. E., De La Garza, J., Triantis, K. (2009). “Data Envelopment Analysis As A Decision – Making Tool for Transportation Professionals”, *Journal of Transportation Engineering*, Kasım, 822-831.
- Özçelik, H., Kandemir, B. (2017). “Veri Zarflama Analizi ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama”, *Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22/1, 43-53.
- Özdağoğlu A. (2016). *Bulanık İşlemler Durulaştırma ve Sözel Eşikler*, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Özden, Ü. H. (2008). “Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37/2, 167-185.
- Özlem D. (2006). *Mantık, Klasik/Sembolik Mantık, Mantık Felsefesi*, İnkılâp Kitabevi, İstanbul.
- Özsoy O., Yavilioğlu C., Delice G., Karagöl E. T. (2011). *Türkiye’de Özelleştirilen Şirketlerin Performans Analizleri*, Lazer Ofset, Ankara.
- Öztoprak E. (2010). *Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi İle Tren Hızının Otomatik Kontrolü*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Öztürk A. (2011). *Yöneylem Araştırması*, On Üçüncü Baskı, Ekin Basım, Yayım, Dağıtım, Bursa.
- Öztürk Ü. (2009). *Performans Yönetimi*, Alfa Basım, Yayım, Dağıtım, İstanbul.
- Öztürk E., Aydın A. (1985). *İmalat Sanayiinin Yapısı ve Verimlilik Düzeyi*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 330, Ankara.
- Özyiğit, T., Serarslan, N., Karsak, E. (2008). “Türkiye’de Elektrik Üretimi için Enerji Kaynaklarının Etkinliğinin Değerlendirilmesi”, *İTÜ Dergisi/d Mühendislik*, 7, 55–66.

- Paksoy T., Pehlivan N. Y., Özceylan E. (2013). *Bulanık Küme Teorisi*, Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Patyra M. J., Mlynek D. M. (1996). *Fuzzy Logic Implementation and Applications*, John Wiley & Sons. Inc. Publisher, New York.
- Pekiner K. (1971). *İşletmelerde Prodüktivite Denetimi*, Fakülteler Matbaası, İstanbul.
- Ponting, C. (2000). *Dünyanın Yeşil Tarihi, Çevre ve Büyük Uygarlıkların Çöküşü*, (çev: Ayşe Başçı-Sander), Sabancı Üniversitesi, İstanbul.
- Prokopenko J. (1987). *Verimlilik Yönetimi, Uygulamalı El Kitabı* (çev: Olcay Baykal, Nevda Atalay, Erdemir Fidan), Yedinci Basım, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 476, Ankara.
- Ramanathan, R. (2006). Evaluating the Comparative Performance of Countries of the Middle East and North America: A DEA Application”, *Socio-Economic Planning Sciences*, 40/2, 156-167.
- Ramanathan R. (2003). *An Introduction to Data Envelopment Analysis - A Tool for Performance Measurement*, Sage Publications, New Delhi, India.
- Ray S. C. (2004). *Data Envelopment Analysis, Theory and Techniques for Economics and Operations Research*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Ross, T. J. (2004). *Fuzzy Logic With Engineering Applications*, Second Edition, John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex.
- Saati, S., Memariani, A. (2005). “Reducing Weight Flexibility in Fuzzy DEA”, *Appl. Math. Comput.*, 161, 611-622.
- Saati, S., Memariani, A., Jahanshahloo, G. R. (2002). “Efficiency Analysis and Ranking of DMUs with Fuzzy Data”, *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 1, 255-267.
- Sathye, M. (2003). “Efficiency of Banks in A Developing Economy: The Case of India”, *European Journal of Operational Research*, 148, 62-671.
- Sengupta, J. K. (1992). “A Fuzzy Sytems Approach in Data Envelopment Analysis”, *Computers & Mathematics with Applications*, 24, 8-9, 259-266.
- Sengupta J. K. (2000). *Dynamic and Stochastic Efficiency Analysis, Economics of Data Envelopment Analysis*, World Scientific, London.
- Sengupta, J. K. (1999). “Farrell-Type Efficiency Under Demand and Price Fluctuations”, *Applied Economics Letters*, 6/8, 505-507.
- Sherman, D. H. (1984). “Hospital Efficiency Measurement and Evaluation: Empirical Test of New Technique”, *Medical Care*, 22/10, 922-938.

- Sherman H. D., Zhu J. (2006). *Service Productivity Management Improving Service Performance Using Data Envelopment Analysis (DEA)*, Springer Science and Business Media, New York.
- Shiklomanov, I. A. (2000). "Appraisal and Assessment of World Water Resources", *Water International*, 25/1, 11-32.
- Smith, P. (1997). "Model Misspecification in Data Envelopment Analysis", *Annals of Operations Research*, 73/1, 233–252.
- Sivanandam S. N., Sumathi S., Deepa S. N. (2007). *Introduction to Fuzzy Logic Using Matlab*, Springer, Heidelberg.
- Soleimani-damaneh, M., Jahanshahloo, G. R., Abbasbandy, S. (2006). "Computational and Theoretical Pitfalls in Some Current Performance Measurement Techniques and A New Approach", *Applied Mathematics and Computation*, 181, 1199–1207.
- Suiçmez H. (2009). *Verimlilik İstihdam İlişkisi*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 707, Ankara.
- Suiçmez H. (2008). *Ekonomik Büyümede Toplam Faktör Verimliliğinin Rolü (Verimlilik Odaklı Büyüme)*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 698, Ankara.
- Sun, S. (2004). "Assessing Joint Maintenance Shops in The Taiwanese Army Using DEA", *Journal of Operations Management*, 22/3,233-245.
- Syrjänen, M., Bogetoft, P., Agrell, P. (2006). "Analogous Efficiency Measurement Model Based on Stochastic Frontier Analysis Final Report", 11.12.2006, 1-67, http://www.sumicsid.com/reg/papers/emv_d5_final.pdf, Erişim Tarihi: 28.10.2017.
- Şen Z. (2014). *Philosophical, Logical and Scientific Perspectives in Engineering*, Springer, London.
- Şen Z. (2009). *Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme (Mühendislik ve Sosyal Bilimler)*, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Şen Z. (2004). *Mühendislikte Bulanık (Fuzzy) Mantık ve Modelleme Prensipleri*, İkinci Baskı, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Şen Z. (2003). *Modern Mantık*, Bilge, Kültür, Sanat, İstanbul.
- Şentürk S. (2006). *Deney Planlamasında Bulanık Mantık Yaklaşımı*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Şimşek A. (2013). *Kalkınma Ajanslarının Performans Ölçümü*, T. C. Kalkınma Bakanlığı Yayın No: 2854, Ankara.
- Talluri, S. (2000). "Data Envelopment Analysis: Models and Extensions", *Decision Line*, 31/3, 8-11.

- Tangen, S. (2005). "Demystifying Productivity and Performance", *International Journal of Productivity and Performance Management*, 54/1, 34-46.
- Tankersley, W. B., Tankersley, J.E. (1996). "Relative Efficiency of Electric Cooperatives in South Carolina: An Application and The DEA", *Coastal Business Review*, 5, 41-48.
- Tarıkhya N. (1991). *Un Fabrikalarında Verimlilik Karşılaştırmaları*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 446, Ankara.
- Tarkoçin, C., Gençer, M. (2010). "Farklı Girdi ve Çıktı Yaklaşımlarının Veri Zarflama Analizi Etkinlik Sonuçlarına Etkisi ve Türk Ticari Bankaları Uygulaması", *Bankacılar Dergisi*, 21/72, 19-32.
- Thanassoulis E. (2001). *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis, A Foundation Text with Integrated Software*. Springer, New York.
- Timor, M. (2001). "Hastane Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 30/1, 69-79.
- Timur H. (1984). *İş Ölçümü, İş Planlaması, Verimlilik*, Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü Yayınları No: 207, Ankara.
- Triantis, K., Girod, O. (1998). "A Mathematical Programming Approach for Measuring Technical Efficiency in A Fuzzy Environment", *Journal of Productivity Analysis*, 10, 85-102.
- Türkbey, O. (2003). "Çok Amaçlı Makine Sıralama Problemi için Bir Bulanık Güçlü Metot", *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5/3, 81-98.
- Türkmen İ. (1994). *Yönetmel Zaman ve Yetki Devri Açısından Yönetimde Verimlilik*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 519, Ankara.
- Ulucan, A. (2002). "İS0500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler", *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 57/2, 185-202.
- Ulucan, A., Karacabey, A. A. (2002). "İMKB Hisse Senedi Piyasasında Teknik Etkinliğin AB Aday ve Üye Ülkelerle Karşılaştırmalı Analizi", *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, 2/3, 101-111.
- Uysal, M., Mülayim, N., Özdemir, A., Alaybeyoğlu, A. (2016). "Bulanık Mantık Tabanlı Dunn Öğrenme Stili Modelinin Geliştirimi", *18. Akademik Bilişim Konferansı, AB 2016*, 30 Ocak - 5 Şubat 2016, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Uzay N. (2005). *Verimlilik ve Büyüme*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

- Wang, Y. M., Greatbanks, R., Yang, J. B., (2005). "Interval Efficiency Assessment Using Data Envelopment Analysis", *Fuzzy Sets and Systems*, 153, 347- 370.
- Wang, E. C., Huang, W. (2007). "Relative Efficiency of R&D Activities: A Cross Country Study Accounting for Environmental Factors in The DEA Approach", *Research Policy*, 36/2, 260-273.
- Wen M. (2015). *Uncertain Data Envelopment Analysis*, Springer, Heidelberg.
- Wen, M., Li, H. (2009). "Fuzzy Data Envelopment Analysis (DEA): Model and Ranking Method", *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 223, 872-878.
- www.csb.gov.tr, Rapor indirme linki: <http://ced.csb.gov.tr/2014-yili-il-cevre-durum-raporlari-i-82526> (Erişim Tarihi: 05.06.2018).
- www.tobb.gov.tr, Rapor indirme linki: <https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2015/71GK/ekonomikrapor-2014.pdf> (Erişim Tarihi: 06.06.2018).
- www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 30.05.2018).
- Yager R. R., Zadeh L. A. (1992). *An Introduction to Fuzzy Logic Applications in Intelligent Systems*, Springer, New York.
- Yalama A. (2006). *Entelektüel Sermayenin Entelektüel Katma Değer Katsayısı (VAIC) İle Ölçülmesi ve Veri Zarflama Analizi (DEA) Yöntemi Kullanılarak Karlılığa Etkisinin Sınanması: İMKB'ye Kote Bankalarda Uygulaması*, İktisadi Araştırmalar Vakfı, İstanbul.
- Yen J., Langari R. (1999). *Fuzzy Logic Intelligence, Control and Information*, Prentice-Hall, New Jersey.
- Yeşilaydın, G., Alptekin, N. (2016). "Bulanık Veri Zarflama Analizi ile OECD Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi", *Sosyoekonomi*, 24/30, 207-224.
- Yeşilaydın G. (2015). *OECD Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Belirlenmesi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Yıldırım B. F., Önder E. (2015). *İşletmeciler, Mühendisler ve Yöneticiler için Operasyonel, Yönetsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, İkinci Baskı, Dora Yayıncılık, Bursa.
- Yolalan R. (1993). *İşletmeler Arası Göreli Etkinlik Ölçümü*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 483, Ankara.
- Yu, Y., Wen, Z. (2010). "Evaluating China's Urban Environmental Sustainability with Data Envelopment Analysis", *Ecological Economics*, 69, 1748-1755.

- Yücel E., Korkmaz A. (1990). *Tütün Sanayiinde Firmalar Arası Verimlilik Karşılaştırmaları*, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 412, Ankara.
- Yükçü, S., Atağan, G. (2009). “Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 4, 1-13.
- Zadeh, L. A. (1989). “Knowledge Representation in Fuzzy Logic”, *Knowledge and Data Engineering*, 1/1, 89-99.
- Zadeh, L. A. (1978). “Fuzzy Sets As A Basis for A Theory of Possibility” *Fuzzy Sets and Systems*, 1, 3-28.
- Zadeh, L. A. (1965). “Fuzzy Sets”, *Information and Control*, 8, 338-353.
- Zengin C., Taşdöven H. (2015). “Emniyet Hizmetlerinde Verimlilik, Etkililik ve Performans: Teorik Ve Pratik Perspektifler”, Ed. Murat Gözübenli, Fatih M. Harmanacı, İsmail Şahin, *Güvenlik Sektöründe Stratejik Yönetim*, Birinci Basım, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Zimmerman H. J. (1996). *Fuzzy Set Theory and Its Applications*, 3rd Edition, Kluwer Academic Publishers, Boston.

EKLER

Ek-1: Çıktı Değişkenlerinin 2014 Yılı İçin Değerleri

İller	Kişi başına GSYİH (TL)	Orman Alanı (%)	İller	Kişi başına GSYİH (TL)	Orman Alanı (%)	İller	Kişi başına GSYİH (TL)	Orman Alanı (%)
Adana	19,381,338	39,040	Isparta	20,975,419	40,700	Uşak	21,916,224	41,230
Adıyaman	13,549,377	26,230	İstanbul	43,645,164	47,880	Van	9,913,385	1,250
Afyonkarahisar	18,219,447	19,000	İzmir	31,178,660	40,590	Yalova	28,516,999	55,000
Ağrı	8,485,699	0,520	Kahramanmaraş	15,764,497	35,130	Yozgat	15,688,412	19,000
Aksaray	18,228,506	2,800	Karabük	21,064,301	65,410	Zonguldak	18,448,351	45,610
Amasya	18,915,659	35,800	Karaman	24,452,274	37,260			
Ankara	36,679,665	6,820	Kars	12,433,392	10,880			
Antalya	29,692,536	56,370	Kastamonu	19,917,364	59,300			
Ardahan	13,908,696	6,350	Kayseri	23,129,496	8,030			
Artvin	21,998,797	64,000	Kırıkkale	19,593,789	9,470			
Aydın	19,121,324	37,570	Kırklareli	27,869,619	40,680			
Balıkesir	22,197,467	46,000	Kırşehir	17,620,491	6,010			
Bartın	17,274,681	62,070	Kilis	13,648,179	12,300			
Batman	11,793,955	17,000	Kocaeli	43,520,536	23,180			
Bayburt	15,853,849	37,000	Konya	20,980,617	14,000			
Bilecik	32,602,007	55,000	Kütahya	19,799,328	19,650			
Bingöl	12,811,028	27,620	Malatya	15,206,992	12,520			
Bitlis	12,065,473	19,060	Manisa	24,300,174	25,740			
Bolu	30,672,704	61,550	Mardin	13,285,540	13,880			
Burdur	23,342,071	45,630	Mersin (İçel)	21,217,036	52,730			
Bursa	29,946,387	44,500	Muğla	27,061,320	73,410			
Çanakkale	26,633,911	52,900	Muş	11,734,392	6,980			
Çankırı	19,033,202	27,000	Nevşehir	18,978,561	1,890			
Çorum	17,084,058	35,200	Niğde	17,491,374	7,970			
Denizli	24,771,987	48,000	Ordu	14,575,166	34,090			
Diyarbakır	12,799,844	18,870	Osmaniye	15,877,640	41,340			
Düzce	24,032,132	54,980	Rize	22,329,113	79,64			
Edirne	23,345,500	16,880	Sakarya	24,359,404	43,060			
Elazığ	16,945,899	23,760	Samsun	19,223,530	45,670			
Erzincan	22,947,891	22,450	Siirt	12,232,276	38,100			
Erzurum	15,441,974	9,110	Sinop	17,134,341	69,140			
Eskişehir	28,823,928	24,910	Sivas	18,479,650	9,210			
Gaziantep	18,788,384	26,960	Şanlıurfa	9,773,152	0,850			
Giresun	14,967,331	35,890	Şırnak	12,185,893	37,580			
Gümüşhane	18,356,439	25,040	Tekirdağ	33,258,819	17,680			
Hakkâri	11,659,592	29,000	Tokat	14,092,521	38,800			
Hatay	16,701,714	36,560	Trabzon	22,073,034	43,000			
Iğdır	13,733,822	9,720	Tunceli	22,301,430	26,710			

Ek-2: Girdi Değişkenlerinin 2014 Yılı İçin Değerleri

İller	Nüfus yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi sayısı)	Hava Kal. İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sektörü İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Toplam Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ /yıl)
Adana	156	64,920	56,119	19,876	562,172	5,677,472	172,216
Adıyaman	85	70,750	9,787	-	87,428	1,208,069	24,639
Afyonkarahisar	49	94,250	18,891	4,303	188,927	1,436,783	31,551
Ağrı	48	47,160	1,725	2,000	31,005	316,464	27,396
Aksaray	51	61,080	8,481	2,584	99,131	754,358	14,226
Amasya	57	28,420	8,322	5,000,000	95,625	570,400	20,545
Ankara	210	63,380	154,408	46,236	1,587,968	10,976,586	393,174
Antalya	107	53,500	29,223	33,889	884,778	6,535,926	222,209
Ardahan	21	34,750	391,000	2,504	15,974	108,088	5,641
Artvin	23	20,590	2,892	335,202	30,954	341,631	9,477
Aydın	133	65,330	28,610	12,154	365,314	2,119,951	87,987
Balıkesir	83	45,800	33,535	7,288	396,996	2,686,242	86,966
Bartın	91	60,910	8,178	22,005	43,143	432,519	6,764
Batman	120	80,580	7,859	252,000	42,101	606,221	48,725
Bayburt	22	52,920	410,000	-	12,227	82,038	3,978
Bilecik	49	46,080	20,061	102,000	56,171	1,371,199	11,943
Bingöl	32	30,110	1,642	317,596	14,151	217,529	12,868
Bitlis	48	53,420	1,445	2,014	19,430	302,699	32,652
Bolu	34	74,750	16,535	-	96,695	1,010,767	13,386
Burdur	38	46,160	10,377	952,000	116,959	868,746	11,101
Bursa	267	96,250	235,592	57,297	685,793	9,631,496	127,248
Çanakkale	52	23,080	21,320	164,640	185,723	3,928,924	23,459
Çankırı	25	34,170	6,571	672,000	43,319	312,624	12,335
Çorum	41	44,580	16,347	490,000	149,725	873,427	27,324
Denizli	84	56,080	66,091	1,583	336,944	3,120,299	64,322
Diyarbakır	109	60,330	10,571	40,793	117,692	1,482,825	71,455
Düzce	139	106,670	26,796	204,000	89,814	910,960	16,140
Edirne	66	52,830	14,839	6,813	135,173	1,056,059	20,525
Elazığ	67	31,730	8,456	26,181	98,717	1,299,136	34,545
Erzincan	19	52,100	4,034	5,652	49,401	326,029	17,521
Erzurum	30	15,920	4,054	59,794	102,993	998,179	70,213
Eskişehir	59	30,530	54,785	2,075	233,505	2,809,240	43,237
Gaziantep	277	59,000	90,832	5,967	429,914	5,596,633	148,470
Giresun	63	48,920	5,973	3,994	72,163	563,912	30,578
Gümüşhane	23	70,750	2,215	8,377	19,576	352,615	8,293
Hakkâri	38	88,100	819,000	1,555	9,131	156,134	6,813
Hatay	261	50,000	31,151	27,728	413,943	5,925,877	141,220

(Ek-2 devam ediyor)

İller	Nüfus yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi sayısı)	Hava Kal. Ind.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sektörü İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Toplam Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ /yıl)
Iğdır	54	108,420	845,000	490,000	24,707	154,124	5,403
Isparta	51	79,600	9,369	2,557	150,157	1,084,653	24,816
İstanbul	2,767	74,110	649,605	109,231	3,417,174	34,964,209	951,497
İzmir	342	40,750	183,640	14,372	1,150,817	17,893,941	269,689
Kahramanmaraş	76	75,420	42,103	80,336	187,553	3,614,949	78,538
Karabük	56	29,500	9,545	300,000	56,893	929,805	19,066
Karaman	27	81,830	16,620	23,656	79,296	635,100	9,683
Kars	29	47,250	1,710	-	39,773	280,896	20,094
Kastamonu	28	34,170	10,409	7,904	110,630	778,497	13,676
Kayseri	78	66,750	68,199	9,683	311,108	3,106,873	91,287
Kırıkkale	60	32,840	6,930	2,000	61,429	594,712	14,503
Kırklareli	55	47,640	27,718	1,176	108,254	2,065,081	14,817
Kırşehir	35	35,590	4,792	1,830	56,291	451,254	18,807
Kilis	90	29,000	1,446	-	38,687	222,239	4,739
Kocaeli	477	68,580	161,994	39,368	313,997	12,333,878	148,738
Konya	54	105,330	65,990	11,938	614,392	5,744,236	121,065
Kütahya	48	59,580	25,310	31,852	183,241	1,365,423	34,919
Malatya	65	43,330	22,161	2,102	136,998	1,504,805	39,900
Manisa	104	91,250	91,074	68,015	504,191	3,833,971	73,637
Mardin	90	57,420	5,329	809,059	69,399	749,542	68,878
Mersin (İçel)	112	50,920	33,329	7,975	513,161	4,001,031	124,720
Muğla	70	80,920	15,284	66,418	406,899	2,596,570	108,896
Muş	51	104,840	2,368	13,900	28,907	342,493	25,464
Nevşehir	53	44,830	6,682	10,504	99,341	633,029	17,328
Niğde	47	68,420	7,682	4,000	86,102	984,394	17,057
Ordu	122	47,670	110,989	22,609	109,215	1,090,963	52,866
Osmaniye	162	68,250	12,770	1,904	136,211	3,062,888	24,022
Rize	84	29,670	14,630	2,000	62,841	666,876	14,090
Sakarya	193	65,390	51,768	4,378	228,361	2,795,554	93,876
Samsun	140	64,670	18,661	3,719	287,305	2,665,874	86,998
Siirt	58	113,580	1,507	22,502	17,975	383,650	15,001
Sinop	35	35,260	5,348	450,000	50,776	328,022	13,173
Sivas	22	30,300	12,217	4,126	132,158	1,248,822	39,614
Şanlıurfa	98	47,690	14,508	47,754	243,693	2,112,527	109,064
Şırnak	68	30,420	2,264	9,902	29,808	318,559	16,718
Tekirdağ	144	49,250	117,550	2,662	217,791	6,366,016	46,020
Tokat	60	48,920	8,998	6,612	148,925	693,887	33,701
Trabzon	164	50,830	12,624	4,006	148,154	1,306,445	63,796

(Ek-2 devam ediyor)

İller	Nüfus yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi sayısı)	Hava Kal. İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sektörü İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Toplam Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ /yıl)
Tunceli	12	18,250	694,000	1,254	7,421	110,218	5,700
Uşak	65	54,250	18,820	3,562	115,397	1,266,038	15,642
Van	56	47,770	5,479	33,469	75,093	807,199	94,296
Yalova	267	34,000	8,094	1,500,000	49,672	869,438	27,414
Yozgat	31	45,920	5,595	2,000	92,813	630,589	27,576
Zonguldak	181	83,180	30,692	13,214	131,937	2,817,753	39,481

Ek-3: Çıktı Değişkenlerine Ait Oluşturulan Üst Sınır Verileri

İller	Kişi başına GSYİH (TL)	Orman Alanı (%)	İller	Kişi başına GSYİH (TL)	Orman Alanı (%)	İller	Kişi başına GSYİH (TL)	Orman Alanı (%)
Adana	20,167.45	41.18	İğdır	14,519.94	11.86	Trabzon	22,859.15	45.14
Adıyaman	14,335.49	28.37	Isparta	21,761.53	42.84	Tunceli	23,087.54	28.85
Afyonkarahisar	19,005.56	21.14	İstanbul	44,431.28	50.02	Uşak	22,702.34	43.37
Ağrı	9,271.81	2.66	İzmir	31,964.77	42.73	Van	10,699.50	3.39
Aksaray	19,014.62	4.94	Kahramanmaraş	16,550.61	37.27	Yalova	29,303.11	57.14
Amasya	19,701.77	37.94	Karabük	21,850.41	67.55	Yozgat	16,474.53	21.14
Ankara	37,465.78	8.96	Karaman	25,238.39	39.40	Zonguldak	19,234.46	47.75
Antalya	30,478.65	58.51	Kars	13,219.51	13.02			
Ardahan	14,694.81	8.49	Kastamonu	20,703.48	61.44			
Artvin	22,784.91	66.14	Kayseri	23,915.61	10.17			
Aydın	19,907.44	39.71	Kırıkkale	14,434.29	14.44			
Balıkesir	22,983.58	48.14	Kırklareli	20,379.90	11.61			
Bartın	18,060.79	64.21	Kırşehir	28,655.73	42.82			
Batman	12,580.07	19.14	Kilis	18,406.60	8.15			
Bayburt	16,639.96	39.14	Kocaeli	44,306.65	25.32			
Bilecik	33,388.12	57.14	Konya	21,766.73	16.14			
Bingöl	13,597.14	29.76	Kütahya	20,585.44	21.79			
Bitlis	12,851.59	21.20	Malatya	15,993.11	14.66			
Bolu	31,458.82	63.69	Manisa	25,086.29	27.88			
Burdur	24,128.18	47.77	Mardin	14,071.65	16.02			
Bursa	30,732.50	46.64	Mersin (İçel)	22,003.15	54.87			
Çanakkale	27,420.02	55.04	Muğla	27,847.43	75.55			
Çankırı	19,819.32	29.14	Muş	12,520.51	9.12			
Çorum	17,870.17	37.34	Nevşehir	19,764.67	4.03			
Denizli	25,558.10	50.14	Niğde	18,277.49	10.11			
Diyarbakır	13,585.96	21.01	Ordu	15,361.28	36.23			
Düzce	24,818.25	57.12	Osmaniye	16,663.75	43.48			
Edirne	24,131.61	19.02	Rize	23,115.23	81.78			
Elazığ	17,732.01	25.90	Sakarya	25,145.52	45.20			
Erzincan	23,734.00	24.59	Samsun	20,009.64	47.81			
Erzurum	16,228.09	11.25	Siirt	10,559.27	2.99			
Eskişehir	29,610.04	27.05	Sinop	13,018.39	40.24			
Gaziantep	19,574.50	29.10	Sivas	17,920.45	71.28			
Giresun	15,753.44	38.03	Şanlıurfa	12,972.01	39.72			
Gümüşhane	19,142.55	27.18	Şırnak	19,265.76	11.35			
Hakkari	12,445.71	31.14	Tekirdağ	34,044.93	19.82			
Hatay	17,487.83	38.70	Tokat	14,878.63	40.94			

Ek-4: Girdi Değişkenlerine Ait Oluşturulan Üst Sınır Verileri

İller	Hava Kalitesi İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sektörü İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ /yıl)	Nüfus yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi sayısı)
Adana	67.44	75,244	85.975	611,105	6,200,747	185,384	190
Adıyaman	73.27	28,912	66.099	136,361	1,731,344	37,807	119
Afyonkarahisar	96.77	38,016	70.402	237,860	1,960,058	44,719	83
Ağrı	49.68	20,850	68.099	79,938	839,739	40,564	82
Aksaray	63.6	27,606	68.683	148,064	1,277,633	27,394	85
Amasya	30.94	27,447	5,066.10	144,558	1,093,675	33,713	91
Ankara	65.90	173,533	112.335	1,636,901	11,499,861	406,342	244
Antalya	56.02	48,348	99.988	933,711	7,059,201	235,377	141
Ardahan	37.27	410,125	68.603	64,907	631,363	18,809	55
Artvin	23.11	22,017	401.301	79,887	864,906	22,645	57
Aydın	67.85	47,735	78.253	414,247	2,643,226	101,155	167
Balıkesir	48.32	52,660	73.387	445,929	3,209,517	100,134	117
Bartın	63.43	27,303	88.104	92,076	955,794	19,932	125
Batman	83.10	26,984	318.099	91,034	1,129,496	61,893	154
Bayburt	55.44	429,125	66.099	61,160	605,313	17,146	56
Bilecik	48.6	39,186	168.099	105,104	1,894,474	25,111	83
Bingöl	32.63	20,767	383.695	63,084	740,804	26,036	66
Bitlis	55.94	20,570	68.113	68,363	825,974	45,820	82
Bolu	77.27	35,660	66.099	145,628	1,534,042	26,554	68
Burdur	48.68	29,502	1,018.10	165,892	1,392,021	24,269	72
Bursa	98.77	254,717	123.396	734,726	10,154,771	140,416	301
Çanakkale	25.60	40,445	230.739	234,656	4,452,199	36,627	86
Çankırı	36.69	25,696	738.099	92,252	835,899	25,503	59
Çorum	47.10	35,472	556.099	198,658	1,396,702	40,492	75
Denizli	58.60	85,216	67.682	385,877	3,643,574	77,490	118
Diyarbakır	62.85	29,696	106.892	166,625	2,006,100	84,623	143
Düzce	109.19	45,921	270.099	138,747	1,434,235	29,308	173
Edirne	55.35	33,964	72.912	184,106	1,579,334	33,693	100
Elazığ	34.25	27,581	92.28	147,650	1,822,411	47,713	101
Erzincan	54.62	23,159	71.751	98,334	849,304	30,689	53
Erzurum	18.44	23,179	125.893	151,926	1,521,454	83,381	64
Eskişehir	33.05	73,910	68.174	282,438	3,332,515	56,405	93
Gaziantep	61.52	109,957	72.066	478,847	6,119,908	161,638	311
Giresun	51.44	25,098	70.093	121,096	1,087,187	43,746	97
Gümüşhane	73.27	21,340	74.476	68,509	875,890	21,461	57
Hakkari	90.62	838,125	67.654	58,064	679,409	19,981	72
Hatay	52.52	50,276	93.827	462,876	6,449,152	154,388	295
Iğdır	110.94	864,125	556.099	73,640	677,399	18,571	88

(Ek-4 devam ediyor)

İller	Hava Kalitesi İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sektörü İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ /yıl)	Nüfus yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi sayısı)
Isparta	82.12	28,494	68.656	199,090	1,607,928	37,984	85
İstanbul	76.63	668,730	175.33	3,466,107	35,487,484	964,665	2,801
İzmir	43.27	202,765	80.471	1,199,750	18,417,216	282,857	376
Kahramanmaraş	77.94	61,228	146.435	236,486	4,138,224	91,706	110
Karabük	32.02	28,670	366.099	105,826	1,453,080	32,234	90
Karaman	84.35	35,745	89.755	128,229	1,158,375	22,851	61
Kars	49.77	20,835	66.099	88,706	804,171	33,262	63
Kastamonu	36.69	29,534	74.003	159,563	1,301,772	26,844	62
Kayseri	69.27	87,324	75.782	360,041	3,630,148	104,455	112
Kırıkkale	31.52	20,571	66.099	87,620	745,514	17,907	124
Kırklareli	35.36	26,055	68.099	110,362	1,117,987	27,671	94
Kırşehir	50.16	46,843	67.275	157,187	2,588,356	27,985	89
Kilis	38.11	23,917	67.929	105,224	974,529	31,975	69
Kocaeli	71.10	181,119	105.467	362,930	12,857,153	161,906	511
Konya	107.85	85,115	78.037	663,325	6,267,511	134,233	88
Kütahya	62.10	44,435	97.951	232,174	1,888,698	48,087	82
Malatya	45.85	41,286	68.201	185,931	2,028,080	53,068	99
Manisa	93.77	110,199	134.114	553,124	4,357,246	86,805	138
Mardin	59.94	24,454	875.158	118,332	1,272,817	82,046	124
Mersin (İçel)	53.44	52,454	74.074	562,094	4,524,306	137,888	146
Muğla	83.44	34,409	132.517	455,832	3,119,845	122,064	104
Muş	107.36	21,493	79.999	77,840	865,768	38,632	85
Nevşehir	47.35	25,807	76.603	148,274	1,156,304	30,496	87
Niğde	70.94	26,807	70.099	135,035	1,507,669	30,225	81
Ordu	50.19	130,114	88.708	158,148	1,614,238	66,034	156
Osmaniye	70.77	31,895	68.003	185,144	3,586,163	37,190	196
Rize	32.19	33,755	68.099	111,774	1,190,151	27,258	118
Sakarya	67.91	70,893	70.477	277,294	3,318,829	107,044	227
Samsun	67.19	37,786	69.818	336,238	3,189,149	100,166	174
Siirt	50.21	33,633	113.853	292,626	2,635,802	122,232	132
Sinop	116.1	20,632	88.601	66,908	906,925	28,169	92
Sivas	37.78	24,473	516.099	99,709	851,297	26,341	69
Şanlıurfa	32.94	21,389	76.001	78,741	841,834	29,886	102
Şırnak	32.82	31,342	70.225	181,091	1,772,097	52,782	56
Tekirdağ	51.77	136,675	68.761	266,724	6,889,291	59,188	178
Tokat	51.44	28,123	72.711	197,858	1,217,162	46,869	94
Trabzon	53.35	31,749	70.105	197,087	1,829,720	76,964	198
Tunceli	20.77	713,125	67.353	56,354	633,493	18,868	46
Uşak	56.77	37,945	69.661	164,330	1,789,313	28,810	99
Van	50.29	24,604	99.568	124,026	1,330,474	107,464	90

(Ek-4 devam ediyor)

İller	Hava Kalitesi İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sektörü İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ /yıl)	Nüfus yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi sayısı)
Yalova	36.52	27,219	1,566.10	98,605	1,392,713	40,582	301
Yozgat	48.44	24,720	68.099	141,746	1,153,864	40,744	65
Zonguldak	85.70	49,817	79.313	180,870	3,341,028	52,649	215

Ek-5: Çıktı Değişkenlerine Ait Oluşturulan Alt Sınır Verileri

İller	Kişi başına GSYİH (TL)	Orman Alanı (%)	İller	Kişi başına GSYİH (TL)	Orman Alanı (%)	İller	Kişi başına GSYİH (TL)	Orman Alanı (%)
Adana	18,595.22	39.52	Hatay	15,915.60	37.04	Tekirdağ	32,472.71	18.16
Adıyaman	12,763.26	26.71	İğdir	12,947.71	10.20	Tokat	13,306.41	39.28
Afyonkarahisar	17,433.33	19.48	Isparta	20,189.31	41.18	Trabzon	21,286.92	43.48
Ağrı	7,699.59	1.00	İstanbul	42,859.05	48.36	Tunceli	21,515.32	27.19
Aksaray	17,442.39	3.28	İzmir	30,392.55	41.07	Uşak	21,130.11	41.71
Amasya	18,129.55	36.28	Kahramanmaraş	14,978.38	35.61	Van	9,127.27	1.73
Ankara	35,893.55	7.30	Karabük	20,278.19	65.89	Yalova	27,730.89	55.48
Antalya	28,906.42	56.85	Karaman	23,666.16	37.74	Yozgat	14,902.30	19.48
Ardahan	13,122.58	6.83	Kars	11,647.28	11.36	Zonguldak	17,662.24	46.09
Artvin	21,212.68	64.48	Kastamonu	19,131.25	59.78			
Aydın	18,335.21	38.05	Kayseri	22,343.38	8.51			
Balıkesir	21,411.35	46.48	Kırıkkale	12,862.07	12.78			
Bartın	16,488.57	62.55	Kırklareli	18,807.68	9.95			
Batman	11,007.84	17.48	Kırşehir	27,083.51	41.16			
Bayburt	15,067.74	37.48	Kilis	16,834.38	6.49			
Bilecik	31,815.89	55.48	Kocaeli	42,734.42	23.66			
Bingöl	12,024.91	28.10	Konya	20,194.50	14.48			
Bitlis	11,279.36	19.54	Kütahya	19,013.21	20.13			
Bolu	29,886.59	62.03	Malatya	14,420.88	13.00			
Burdur	22,555.96	46.11	Manisa	23,514.06	26.22			
Bursa	29,160.27	44.98	Mardin	12,499.43	14.36			
Çanakkale	25,847.80	53.38	Mersin (İçel)	20,430.92	53.21			
Çankırı	18,247.09	27.48	Muğla	26,275.21	73.89			
Çorum	16,297.94	35.68	Muş	10,948.28	7.46			
Denizli	23,985.87	48.48	Nevşehir	18,192.45	2.37			
Diyarbakır	12,013.73	19.35	Niğde	16,705.26	8.45			
Düzce	23,246.02	55.46	Ordu	13,789.05	34.57			
Edirne	22,559.39	17.36	Osmaniye	15,091.53	41.82			
Elazığ	16,159.79	24.24	Rize	21,543.00	80.12			
Erzincan	22,161.78	22.93	Sakarya	23,573.29	43.54			
Erzurum	14,655.86	9.59	Samsun	18,437.42	46.15			
Eskişehir	28,037.81	25.39	Siirt	8,987.04	1.33			
Gaziantep	18,002.27	27.44	Sinop	11,446.16	38.58			
Giresun	14,181.22	36.37	Sivas	16,348.23	69.62			
Gümüşhane	17,570.33	25.52	Şanlıurfa	11,399.78	38.06			
Hakkari	10,873.48	29.48	Şırnak	17,693.54	9.69			

Ek-6: Girdi Değişkenlerine Ait Oluşturulan Alt Sınır Verileri

İller	Hava Kalitesi İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sektörü İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ /yıl)	Nüfus yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi sayısı)
Adana	62.4	55,674	20,876	554,752	5,595,435	168,239	145
Adıyaman	68.23	9,342	1,000	80,008	1,126,032	20,662	74
Afyonkara.	91.73	18,446	5,303	181,507	1,354,746	27,574	38
Ağrı	44.64	1,280	3,000	23,585	234,427	23,419	37
Aksaray	58.56	8,036	3,584	91,711	672,321	10,249	40
Amasya	25.9	7,877	5,001	88,205	488,363	16,568	46
Ankara	60.86	153,963	47,236	1,580,548	10,894,549	389,197	199
Antalya	50.98	28,778	34,889	877,358	6,453,889	218,232	96
Ardahan	32.23	390,555	3,504	8,554	26,051	1,664	10
Artvin	18.07	2,447	336,202	23,534	259,594	5,500	12
Aydın	62.81	28,165	13,154	357,894	2,037,914	84,010	122
Balıkesir	43.28	33,090	8,288	389,576	2,604,205	82,989	72
Bartın	58.39	7,733	23,005	35,723	350,482	2,787	80
Batman	78.06	7,414	253,000	34,681	524,184	44,748	109
Bayburt	50.4	409,555	1,000	4,807	1,000	1,000	11
Bilecik	43.56	19,616	103,000	48,751	1,289,162	7,966	38
Bingöl	27.59	1,197	318,596	6,731	135,492	8,891	21
Bitlis	50.9	1,000	3,014	12,010	220,662	28,675	37
Bolu	72.23	16,090	1,000	89,275	928,730	9,409	23
Burdur	43.64	9,932	953,000	109,539	786,709	7,124	27
Bursa	93.73	235,147	58,297	678,373	9,549,459	123,271	256
Çanakkale	20.56	20,875	165,64	178,303	3,846,887	19,482	41
Çankırı	31.65	6,126	673,000	35,899	230,587	8,358	14
Çorum	42.06	15,902	491,000	142,305	791,390	23,347	30
Denizli	53.56	65,646	2,583	329,524	3,038,262	60,345	73
Diyarbakır	57.81	10,126	41,793	110,272	1,400,788	67,478	98
Düzce	104.15	26,351	205,000	82,394	828,923	12,163	128
Edirne	50.31	14,394	7,813	127,753	974,022	16,548	55
Elazığ	29.21	8,011	27,181	91,297	1,217,099	30,568	56
Erzincan	49.58	3,589	6,652	41,981	243,992	13,544	8
Erzurum	13.4	3,609	60,794	95,573	916,142	66,236	19
Eskişehir	28.01	54,340	3,075	226,085	2,727,203	39,260	48
Gaziantep	56.48	90,387	6,967	422,494	5,514,596	144,493	266
Giresun	46.4	5,528	4,994	64,743	481,875	26,601	52
Gümüşhane	68.23	1,770	9,377	12,156	270,578	4,316	12
Hakkâri	85.58	818,555	2,555	1,711	74,097	2,836	27
Hatay	47.48	30,706	28,728	406,523	5,843,840	137,243	250
İğdır	105.9	844,555	491,000	17,287	72,087	1,426	43
İsparta	77.08	8,924	3,557	142,737	1,002,616	20,839	40
İstanbul	71.59	649,16	110,231	3,409,754	34,882,172	947,520	2756

(Ek-6 devam ediyor)

İller	Hava Kalitesi İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sektörü İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ /yıl)	Nüfus yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi sayısı)
İzmir	38.23	183,195	15,372	1,143,397	17,811,904	265,712	331
Kahraman.	72.9	41,658	81,336	180,133	3,532,912	74,561	65
Karabük	26.98	9,100	301,000	49,473	847,768	15,089	45
Karaman	79.31	16,175	24,656	71,876	553,063	5,706	16
Kars	44.73	1,265	1,000	32,353	198,859	16,117	18
Kastamonu	31.65	9,964	8,904	103,210	696,460	9,699	17
Kayseri	64.23	67,754	10,683	303,688	3,024,836	87,310	67
Kırıkkale	26.48	1,001	1,000	31,267	140,202	762,000	79
Kırklareli	30.32	6,485	3,000	54,009	512,675	10,526	49
Kırşehir	45.12	27,273	2,176	100,834	1,983,044	10,840	44
Kilis	33.07	4,347	2,830	48,871	369,217	14,830	24
Kocaeli	66.06	161,549	40,368	306,577	12,251,841	144,761	466
Konya	102.81	65,545	12,938	606,972	5,662,199	117,088	43
Kütahya	57.06	24,865	32,852	175,821	1,283,386	30,942	37
Malatya	40.81	21,716	3,102	129,578	1,422,768	35,923	54
Manisa	88.73	90,629	69,015	496,771	3,751,934	69,660	93
Mardin	54.9	4,884	810,059	61,979	667,505	64,901	79
Mersin (Çel)	48.4	32,884	8,975	505,741	3,918,994	120,743	101
Muğla	78.4	14,839	67,418	399,479	2,514,533	104,919	59
Muş	102.32	1,923	14,900	21,487	260,456	21,487	40
Nevşehir	42.31	6,237	11,504	91,921	550,992	13,351	42
Niğde	65.9	7,237	5,000	78,682	902,357	13,080	36
Ordu	45.15	110,544	23,609	101,795	1,008,926	48,889	111
Osmaniye	65.73	12,325	2,904	128,791	2,980,851	20,045	151
Rize	27.15	14,185	3,000	55,421	584,839	10,113	73
Sakarya	62.87	51,323	5,378	220,941	2,713,517	89,899	182
Samsun	62.15	18,216	4,719	279,885	2,583,837	83,021	129
Siirt	45.17	14,063	48,754	236,273	2,030,490	105,087	87
Sinop	111.06	1,062	23,502	10,555	301,613	11,024	47
Sivas	32.74	4,903	451,000	43,356	245,985	9,196	24
Şanlıurfa	27.9	1,819	10,902	22,388	236,522	12,741	57
Şırnak	27.78	11,772	5,126	124,738	1,166,785	35,637	11
Tekirdağ	46.73	117,105	3,662	210,371	6,283,979	42,043	133
Tokat	46.4	8,553	7,612	141,505	611,850	29,724	49
Trabzon	48.31	12,179	5,006	140,734	1,224,408	59,819	153
Tunceli	15.73	693,555	2,254	1,000	28,181	1,723	1
Uşak	51.73	18,375	4,562	107,977	1,184,001	11,665	54
Van	45.25	5,034	34,469	67,673	725,162	90,319	45
Yalova	31.48	7,649	1,501	42,252	787,401	23,437	256
Yozgat	43.4	5,150	3,000	85,393	548,552	23,599	20

(Ek-6 devam ediyor)							
İller	Hava Kalitesi İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sektörü İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ /yıl)	Nüfus yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi sayısı)
Zonguldak	80.66	30,247	14,214	124,517	2,735,716	35,504	170

Ek-7: 2 Standart Sapma İçin Etkinlik Değerleri (BCC-O)

İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC -O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC-O)	İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC -O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC-O)	İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC -O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC-O)
Adana	0.71	0.67	Isparta	0.73	0.70	Uşak	0.52	0.46
Adıyaman	0.69	0.63	İstanbul	1.00	1.00	Van	0.93	0.92
Afyonkarahisar	0.87	0.86	İzmir	0.79	0.78	Yalova	0.58	0.53
Ağrı	1.00	1.00	Kahramanmaraş	0.79	0.75	Yozgat	0.46	0.40
Aksaray	0.93	0.91	Karabük	0.35	0.27	Zonguldak	0.77	0.75
Amasya	1.00	1.00	Karaman	0.74	0.72			
Ankara	1.00	1.00	Kars	0.53	0.42			
Antalya	0.59	0.54	Kastamonu	0.35	0.28			
Ardahan	0.75	0.73	Kayseri	0.74	0.71			
Artvin	0.28	0.19	Kilis	0.42	0.29			
Aydın	0.63	0.59	Kırkkale	0.40	0.28			
Balıkesir	0.48	0.42	Kırklareli	0.47	0.41			
Bartın	0.57	0.52	Kırşehir	0.48	0.35			
Batman	1.00	1.00	Kocaeli	0.80	0.77			
Bayburt	0.52	0.48	Konya	1.00	1.00			
Bilecik	0.46	0.40	Kütahya	0.58	0.53			
Bingöl	0.47	0.33	Malatya	0.48	0.39			
Bitlis	0.62	0.54	Manisa	0.87	0.86			
Bolu	0.69	0.65	Mardin	0.86	0.83			
Burdur	0.58	0.53	Mersin (İçel)	0.55	0.50			
Bursa	0.95	0.94	Muğla	0.77	0.74			
Çanakkale	0.31	0.24	Muş	1.00	1.00			
Çankırı	0.44	0.37	Nevşehir	0.80	0.75			
Çorum	0.51	0.44	Niğde	0.69	0.64			
Denizli	0.56	0.51	Ordu	0.55	0.47			
Diyarbakır	0.75	0.70	Osmaniye	0.69	0.64			
Düzce	0.97	0.97	Rize	0.31	0.24			
Edirne	0.52	0.47	Sakarya	0.63	0.59			
Elazığ	0.36	0.27	Samsun	0.62	0.58			
Erzincan	0.50	0.45	Şanlıurfa	1.00	1.00			
Erzurum	0.39	0.29	Siirt	1.00	1.00			
Eskişehir	0.34	0.27	Sinop	0.42	0.34			
Gaziantep	0.69	0.64	Şırnak	0.47	0.33			
Giresun	0.48	0.41	Sivas	0.40	0.28			
Gümüşhane	0.66	0.62	Tekirdağ	0.58	0.53			
Hakkari	1.00	1.00	Tokat	0.56	0.47			
Hatay	0.77	0.74	Trabzon	0.50	0.44			
İğdir	1.00	1.00	Tunceli	0.83	0.82			

Ek-8: 3 Standart Sapma İçin Etkinlik Değerleri (BCC-O)

İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC -O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC-O)	İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC - O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC-O)	İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC - O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (BCC-O)
Adana	0.72	0.67	İğdır	1.00	1.00	Trabzon	0.52	0.43
Adıyaman	0.71	0.63	Isparta	0.74	0.69	Tunceli	0.83	0.82
Afyonkarahisar	0.88	0.86	İstanbul	1.00	1.00	Uşak	0.53	0.45
Ağrı	1.00	1.00	İzmir	0.80	0.78	Van	0.94	0.92
Aksaray	0.93	0.91	Kahramanmaraş	0.80	0.75	Yalova	0.59	0.52
Amasya	1.00	1.00	Karabük	0.37	0.26	Yozgat	0.48	0.38
Ankara	1.00	1.00	Karaman	0.75	0.71	Zonguldak	0.78	0.74
Antalya	0.60	0.53	Kars	0.57	0.41			
Ardahan	0.76	0.73	Kastamonu	0.37	0.26			
Artvin	0.31	0.18	Kayseri	0.76	0.70			
Aydın	0.65	0.58	Kilis	0.46	0.28			
Balıkesir	0.49	0.40	Kırıkkale	0.43	0.26			
Bartın	0.59	0.51	Kırklareli	0.49	0.40			
Batman	1.00	1.00	Kırşehir	0.52	0.33			
Bayburt	0.53	0.48	Kocaeli	0.80	0.77			
Bilecik	0.48	0.39	Konya	1.00	1.00			
Bingöl	0.51	0.32	Kütahya	0.59	0.52			
Bitlis	0.65	0.53	Malatya	0.52	0.38			
Bolu	0.70	0.64	Manisa	0.87	0.85			
Burdur	0.59	0.52	Mardin	0.87	0.83			
Bursa	0.95	0.94	Mersin (İçel)	0.57	0.49			
Çanakkale	0.34	0.24	Muğla	0.78	0.74			
Çankırı	0.46	0.35	Muş	1.00	1.00			
Çorum	0.53	0.43	Nevşehir	0.82	0.74			
Denizli	0.57	0.49	Niğde	0.71	0.64			
Diyarbakır	0.77	0.69	Ordu	0.57	0.46			
Düzce	0.97	0.97	Osmaniye	0.71	0.64			
Edirne	0.53	0.45	Rize	0.33	0.22			
Elazığ	0.39	0.25	Sakarya	0.64	0.58			
Erzincan	0.51	0.44	Samsun	0.63	0.57			
Erzurum	0.43	0.29	Şanlıurfa	1.00	1.00			
Eskişehir	0.36	0.25	Siirt	1.00	1.00			
Gaziantep	0.70	0.64	Sinop	0.43	0.33			
Giresun	0.51	0.40	Şırnak	0.52	0.31			
Gümüşhane	0.66	0.61	Sivas	0.43	0.26			
Hakkâri	1.00	1.00	Tekirdağ	0.59	0.52			
Hatay	0.79	0.73	Tokat	0.59	0.46			

(Ek-9 devam ediyor)

İller	Kişi baş. GSYİH (TL)	Orm.Ala. (%)	Hava Kal. İnd.	San.Top. Çalş. Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sek.İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtlar ı Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top.Çek. Su Mik. (1000m ³ / yıl)	Nüf. yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi say.)
İzmir	14.31	13.94	-25.41	-62.2	-25.62	-0.01	0	0	-6.82
Kahraman.	35.36	62.2	-12.43	-42.1	-38.91	0	0	0	0
Karabük	8.2	21.14	0	-12.48	-1.59	0	0	0	0
Karaman	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kars	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KastamoN.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kayseri	25.69	25.63	-62.58	0	-54.88	0	0	-0.04	0
Kilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kırıkkale	13.29	13.29	-4.58	-37.23	-3.85	-0.01	0	-0.07	-15.03
Kırklareli	10.95	10.91	-21.15	-19.87	0	-0.01	0	-0.06	-24.56
Kırşehir	7.7	7.7	-13.5	-19.8	-4.03	0	0	-0.05	-18.13
Kocaeli	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Konya	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kütahya	41.97	85.77	-84.33	0	-12.01	0	0	-0.06	0
Malatya	90.09	90.07	0	-38.09	-25.64	-0.01	0	-0.06	0
Manisa	5.92	5.82	-17.58	-43.89	-6.05	0	0	-0.02	0
Mardin	49.98	55.98	-45.83	-10.72	-6.09	-0.04	0	-0.02	0
Mersin	27.62	27.53	-80.56	-55.23	-13.55	-0.01	-0.03	0	0
Muğla	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muş	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nevşehir	30.25	27.79	-94.92	-61.91	-94	-0.02	0	-0.09	0
Niğde	8.76	8.76	-3.58	-61.68	0	0	-0.07	-0.09	0
Ordu	74.81	74.12	0	-31.7	-37.14	-0.05	-0.22	0	0
Osmaniye	16.28	16.28	-21.78	-63.62	-6.2	-0.06	-0.19	0	0
Rize	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sakarya	22.57	22.49	-55.26	-71.91	-81.54	-0.05	0	0	0
Samsun	26.3	26.28	-32.62	-46.4	-10.48	-0.03	-0.11	0	0
Şanlıurfa	11.68	11.68	-33.66	-33.04	-76.94	-0.01	0	-0.04	0
Siirt	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sinop	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şırnak	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sivas	19.14	19.14	-28.97	-27.75	-31.56	0	0	-0.02	-30.91
Tekirdağ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tokat	35.38	35.38	-16.19	0	-23.67	0	-0.08	0	0
Trabzon	23.72	23.72	-14.55	-17.1	-70.47	-0.06	0	0	0
Tunceli	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uşak	41.06	41.06	-30.2	-21.91	0	-0.01	0	-0.01	0
Van	96.7	12.36	-71.62	-11.89	-79.46	-0.01	0	-0.03	0
Yalova	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yozgat	24.97	24.97	-65.34	-52.15	-12.82	0	0	0	0

(Ek-9 devam ediyor)

İller	Kişi baş. GSYİH (TL)	Orm.Ala. (%)	Hava Kal. İnd.	San.Top. Çalış. Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sek.İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtlar ı Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top.Çek. Su Mik. (1000m ³ / yıl)	Nüf. yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi say.)
Zonguldak	12.26	12.14	-72.58	-40.74	-2.,87	-0.07	-0.04	0	0

Ek-10: Alt Sınır BCC Hedef Değerleri

İller	Kişi baş. GSYİH (TL)	Orm.Alam (%)	Hava Kal. İnd.	San.To p.Çalış. Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sek.İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top.Çek. Su Mik. (1000 m ³ /yıl)	Nüf. yoğun. (km ² 'de yaşayan kişi say.)
Adana	25,455.00	54.10	-35.09	-30,309	-13,101	611,036	6,200,748	185,384	190
Adıyam.	12,763.26	26.71	68.23	28,910	66,100	136,361	1,731,345	37,807	119
Afyon	17,433.33	19.48	91.73	38,020	70,400	237,860	1,960,059	44,719	83
Ağrı	9,025.45	1.17	44.64	-13,881	-16,572	79,929	837,317	40,550	82
Aksaray	19,373.27	3.64	-38.57	-76,197	68,680	148,047	1,276,218	27,360	85
Amasya	24,578.23	49.45	-35.23	27,450	-18,426	144,526	1,093,676	33,713	78
Ankara	35,893.55	7.30	60.86	17,353	11,234	1,636,901	11,499,861	406,342	244
Antalya	30,600.34	67.18	-73.58	-48,028	-19,154	933,693	7,059,202	235,377	130
Ardahan	16,239.20	10.31	-41.52	41,013	-13,685	64,907	631,363	18,782	47
Artvin	21,212.68	64.48	18.07	22,020	40,130	79,887	864,906	22,645	57
Aydın	24,836.88	51.54	-20.86	-38,692	-58,510	414,168	2,643,227	101,155	167
Balıkesir	29,366.39	63.73	-22.38	-10,238	-50,729	445,929	3,209,518	100,134	106
Bartın	16,488.57	62.55	58.39	27,300	88,100	92,076	955,794	19,932	125
Batman	15,114.87	21.59	-37.82	-70,750	-33,261	90,988	1,129,497	61,873	154
Bayburt	15,067.74	37.48	50.40	42,913	66,100	61,160	605,313	17,146	56
Bilecik	31,815.89	55.48	43.56	39,190	16,810	105,104	1,894,475	25,111	83
Bingöl	12,024.91	28.10	27.59	20,770	38,370	63,084	740,804	26,036	66
Bitlis	11,279.36	19.54	50.90	20,570	68,110	68,363	825,974	45,820	82
Bolu	29,886.59	62.03	72.23	35,660	66,100	145,628	1,534,043	26,554	68
Burdur	25,443.12	87.55	-59.83	-12,490	10,181	165,885	1,392,022	24,264	72
Bursa	29,160.27	44.98	93.73	25,472	12,340	734,726	10,154,771	140,416	301
Çanakk.	29,981.44	22.58	-67.37	-26,902	-36,759	234,656	4,452,200	36,627	38
Çankırı	19,553.58	51.21	-96.94	25,700	73,810	92,252	835,899	25,491	59
Çorum	27,173.56	49.25	-66.05	35,470	-13,791	198,658	1,396,703	40,492	75
Denizli	30,288.30	61.13	-21.25	-16,365	-41,515	385,855	3,643,575	77,490	114
Diyarb.	19,898.34	33.46	-60.59	-79,420	-56,785	166,576	2,006,101	84,605	143
Düzce	23,246.02	55.46	10.41	45,920	27,010	138,747	1,434,236	29,308	173
Edirne	28,851.20	22.20	-44.90	-13,685	-64,596	184,073	1,579,335	33,658	96
Elazığ	24,932.93	37.40	-32.87	-72,596	-18,316	147,611	1,822,412	47,713	89
Erzincan	22,161.78	22.93	49.58	23,160	71,750	98,334	849,304	30,689	53
Erzurum	22,227	14.54	-54.72	-65,894	-52,845	151,92	1,521	83,369	37
Eskişehir.	30,629.17	27.71	-12.31	-11,069	-22,164	282,438	3,332,516	56,373	52
Gaziant.	26,711.57	40.64	-12.82	-23,747	-89,130	478,628	6,119,909	161,636	311
Giresun	15,789.37	40.49	-29.88	-83,379	-80,167	121,089	1,087,188	43,746	97
Gümüşh.	17,570.33	25.52	68.23	21,340	74,480	68,509	875,890	21,461	57
Hakkari	10,873.48	29.48	85.58	83,813	67,650	58,064	679,409	19,981	72

(Ek-10 devam ediyor)

İller	Kişi baş. GSYİH (TL)	Orm.Alanı (%)	Hava Kal. İnd.	San.To p.Çalış. Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sek.İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top.Çe k. Su Mik. (1000 m ³ /yıl)	Nüf. yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi say.)
Hatay	26,739.75	62.23	-18.48	-38,767	-88,927	462,679	6,449,153	154,388	295
Iğdır	12,947.71	10.20	10.59	86,413	55,610	73,640	677,399	18,571	88
Isparta	20,189.31	41.18	77.08	28,490	68,660	199,090	1,607,929	37,984	85
Istanbul	42,859.05	48.36	71.59	66,873	17,533	3,466,107	35,487,484	964,665	2801
İzmir	34,740.56	46.80	-97.15	-12,612	-20,611	1,199,606	18,417,216	282,857	351
Kahram.	20,274.41	57.76	-90.58	-25,780	-56,843	236,486	4,138,225	91,706	110
Karabük	21,941.00	20.51	26.98	-35,783	-54,587	105,821	1,453,081	32,234	90
Karam.	23,666.16	37.74	79.31	35,750	89,760	128,229	1,158,376	22,851	61
Kars	11,647.28	11.36	44.73	20,840	66,100	88,706	804,171	33,262	63
Kastam.	19,131.25	59.78	31.65	29,530	74,00	159,563	1,301,773	26,844	62
Kayseri	28,083.95	10.69	-40.13	87,320	-41,514	360,034	3,630,149	104,415	112
Kilis	12,862.07	12.78	26.48	20,570	66,100	87,620	745,514	17,907	124
Kırıkka.	21,307.22	11.27	-13.58	-96,992	-25,550	110,350	1,117,988	27,651	80
Kırklare.	30,047.93	45.65	-94.99	-93,098	67,280	157,171	2,588,357	27,969	67
Kırşehir	18,130.63	6.99	-44.33	-47,349	-26,732	105,224	974,529	31,958	57
Kocaeli	42,734.42	23.66	66.06	18,112	10,547	362,930	12,857,153	161,906	511
Konya	20,194.50	14.48	102.81	8,120	78,040	663,325	6,267,512	134,233	88
Kütahya	26,993.84	37.39	-48.06	44,320	-11,667	232,174	1,888,699	48,060	82
Malatya	27,412.39	24.71	40.81	-15,724	-17,419	185,904	2,028,081	53,038	99
Manisa	24,905.66	27.75	-15.59	-48,256	-79,837	553,124	4,357,247	86,790	138
Mardin	18,746.64	81.83	-25.11	-26,229	-52,455	118,282	1,272,818	82,029	124
Mersin	26,072.97	67.86	-38.99	-28,970	-10,033	562,032	4,522,955	137,888	146
Muğla	26,275.21	73.89	78.40	34,410	13,252	455,832	3,119,846	122,064	104
Muş	10,948.28	7.46	10.23	21,490	80,000	77,840	865,768	38,632	85
Nevşehir	23,695.66	8.96	-40.12	-15,975	-64,356	148,244	1,156,305	30,467	87
Niğde	18,168.64	9.19	-22.99	-16,533	70,100	135,032	1,506,566	30,198	81
Ordu	24,104.54	60.19	45.15	-41,119	-32,858	158,073	1,610,759	66,034	156
Osmani.	17,548.43	48.63	-14.25	-20,293	-41,507	185,025	3,579,512	37,190	196
Rize	21,543.00	80.12	27.15	33,760	68,100	111,774	1,190,152	27,258	118
Sakarya	28,893.02	53.33	-34.68	-50,977	-57,400	277,158	3,318,830	107,044	227
Samsun	23,287.31	58.28	-20.27	-17,534	-73,137	336,136	3,185,516	100,166	174
Şanlıurf.	19,491.99	2.88	-15.20	-11,114	-87,487	292,593	2,635,803	122,188	132
Siirt	11,446.16	38.58	11.10	20,630	88,600	66,908	906,925	28,169	92

(Ek-10 devam ediyor)

İller	Kişi baş. GSYİH (TL)	Orm.Al anı (%)	Hava Kal. İnd.	San.To p.Çalış. Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sek.İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşıtları Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top.Çe k. Su Mik. (1000 m ³ /yıl)	Nüf. yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi say.)
Sinop	16,348.23	69.62	32.74	24,470	51,610	99,709	851,297	26,341	69
Şırnak	11,399.78	38.06	27.90	21,390	76,000	78,741	841,834	29,886	102
Sivas	21,080.08	11.54	-80.47	-86,985	-22,093	181,091	1,772,098	52,769	39
Tekirdağ	32,472.71	18.16	46.73	13,668	68,760	266,724	6,889,292	59,188	178
Tokat	18,014.22	53.18	-75.11	28,000	-17,139	197,858	1,216,248	46,869	94
Trabzon	26,336.18	53.79	-70.25	-54,312	-49,335	196,961	1,829,721	76,964	198
Tunceli	21,515.32	27.19	15.73	71,313	67,350	56,354	633,493	18,868	46
Uşak	29,806.14	58.84	-15.57	-83,117	69,660	164,307	1,789,314	28,807	99
Van	17,953.34	23.12	-32.36	-29,275	-79,023	124,014	1,330,475	107,426	90
Yalova	27,730.89	55.48	31.48	27,220	15,661	98,605	1,392,714	40,582	301
Yozgat	18,623.40	24.34	-28.31	-12,889	-86,633	141,744	1,153,865	40,742	65
Zonguld.	19,827.59	51.69	-58.46	-20,300	-21,233	180,736	3,339,630	52,649	215

(Ek-11 devam ediyor)

İller	Kişi baş. GSYİH (TL)	Orm. Alanı (%)	Hava Kal. İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sek.İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşı. Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ /yıl)	Nüfus yoğ. (km ² de yaşayan kişi say.)
İzmir	13.61	13.26	-22.45	-68.81	-13.41	-0.01	0	0	-7.62
Kahram.	32.88	58.57	-10.49	-59.97	-68.14	0	0	0	0
Karabük	7.8	20.5	0	-39.26	-19.56	-0.01	0	0	0
Karam.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kars	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kastam.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kayseri	23.90	23.84	-57.01	0	-38.86	0	0	-0.04	0
Kilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kırıkka.	12.26	12.26	-39.27	-14.96	-87.43	-0.02	0	-0.19	-28.27
Kırklare.	10.34	10.31	-19.03	-34.13	0	-0.02	0	-0.15	-49.23
Kırşehir	7.04	7.04	-11.72	-10.89	-96.86	0	0	-0.11	-51.71
Kocaeli	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Konya	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kütahya	38.65	79.24	-77.51	0	-35.75	0	0	-0.09	0
Malatya	80.5	80.48	0	-75.02	-56.48	-0.02	0	-0.08	0
Manisa	5.57	5.48	-16.68	-56.93	-11.87	0	0	-0.02	0
Mardin	44.91	50.18	-41.70	-54.02	-65.80	-0.08	0	-0.02	0
Mersin	26.29	26.21	-72.85	-87.92	-11.18	-0.01	-0.03	0	0
Muğla	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muş	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nevşehir	27.65	17.14	-85.03	-25.48	-63.87	-0.03	0	-0.21	0
Niğde	8.14	8.14	-33.34	-22.85	0	0	-0.12	-0.2	0
Ordu	69.58	68.96	0	-43.69	-13.60	-0.07	-0.25	0	0
Osmani.	15.18	15.18	-18.76	-16.42	-14.05	-0.09	-0.22	0	0
Rize	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sakarya	21.05	20.98	-48.41	-93.82	-10.57	-0.06	0	0	0
Samsun	24.66	24.66	-30.36	-96.77	-15.54	-0.04	-0.13	0	0
Şanlıur.	10.34	10.34	-30.65	-80.37	-18.11	-0.01	0	-0.04	0
Siirt	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sinop	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şırnak	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sivas	17.57	17.57	-24.52	-73.89	-43.23	0	0	-0.04	-15.39
Tekirdağ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tokat	33.32	33.32	-14.71	-4.79	-21.93	0	-0.1	0	0
Trabzon	22.36	22.36	-13.13	-44.39	-98.73	-0.09	0	0	0
Tunceli	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uşak	37.78	37.78	-28.83	-45.44	0	-0.02	0	-0.02	0
Van	84.28	67.51	-63.54	-58.97	-22.93	-0.02	0	-0.04	0
Yalova	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yozgat	22.50	22.50	-57.99	-24.73	-29	0	0	-0.01	0

(Ek-11 devam ediyor)

İller	Kişi baş. GSYİH (TL)	Orm. Alanı (%)	Hava Kal. İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sek.İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşı. Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ /yıl)	Nüfus yoğ. (km ² ' de yaşayan kişi say.)
Zonguld.	11.66	11.55	-68.94	-67.22	-15.05	-0.11	-0.05	0	0

Ek-12: Üst Sınır BCC Hedef Değerleri

İller	Kişi baş. GSYİH (TL)	Orm. Alanı (%)	Hava Kal. İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sek.İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşı. Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ /yıl)	Nüfus yoğ. (km ² 'de yaşayan kişi say.)
Adana	27,084.89	55.31	-36.19	-30,922	-134,380	554,682	559,543,500	168,239	145
Adıyaman	14,335.49	28.37	73.27	9,400	1,000	80,008	112,603,200	20,662	74
Afyonkarah.	19,005.56	21.14	96.77	18,450	5,300	181,507	135,474,600	27,574	38
Ağrı	10,707.09	3.08	49.68	-13,900	-17,223	23,576	232,113,710	23,406	37
Aksaray	20,954.11	5.45	-38.57	-76,217	3,580	91,694	670,912,700	10,216	40
Amasya	26,163.95	49.5	-35.00	7,880	-18,174	88,173	488,363,000	16,568	34
Ankara	37,465.78	8.96	65.90	153,960	47,240	1,580,548	108,945,490	389,197	199
Antalya	32,185.45	67.99	-73.63	-48,015	-19,166	877,339	645,388,900	218,232	85
Ardahan	17,811.58	12.15	-41.02	39,056	-20,195	8,553	260,510,000	1,637	2
Artvin	22,784.91	66.14	23.11	2.45	33,620	23,534	259,594,000	5,500	12
Aydın	26,447.03	52.76	-20.2	-34,231	-57,359	357,814	203,791,400	84,010	122
Balıkesir	31,080.72	65.09	-22.22	100,779	-50,520	389,576	260,420,500	82,989	61
Bartın	18,060.79	64.21	63.43	7,730	23,010	35,723	350,482,000	2,787	80
Batman	16,893.77	22.02	-31.24	-65,087	-33,367	34,633	524,184,000	44,728	109
Bayburt	16,639.96	39.14	55.44	40,956	1,000	4,807	1,000,000	1	11
Bilecik	33,388.12	57.14	48.6	19,620	103,000	48,751	128,916,200	7,966	38
Bingöl	13,597.14	29.76	32.63	1,200	318,600	6,731	135,492,000	8,891	21
Bitlis	12,851.59	21.20	55.94	1,000	3,010	12,010	220,662,000	28,675	37
Bolu	31,458.82	63.69	77.27	1,090	1,000	89,275	928,730,000	9,409	23
Burdur	27,006.68	87.83	-59.78	-12,502	953,000	109,531	786,709,000	7,120	27
Bursa	30,732.50	46.64	98.77	23,515	58,300	678,373	954,945,900	123,271	256
Çanakkale	31,596.50	22.72	-68.69	-26,661	-38,100	178,303	384,688,700	19,482	7
Çankırı	21,115.50	51.46	-97.14	6,130	673,000	35,899	230,587,000	8,347	14
Çorum	28,806.72	49.60	-64.76	15,900	-13,992	142,305	791,390,000	23,347	30
Denizli	31,921.35	62.54	-21.99	-16,433	-43,100	329,498	303,826,200	60,345	69
Diyarbakır	21,662.81	37.10	-59.98	-78,896	-56,889	110,222	140,078,800	67,460	98
Düzce	24,818.25	57.12	10.91	26,350	205,000	82,394	828,923,000	12,163	128
Edirne	30,422.73	23.98	-44.89	-13,687	-65,247	127,719	974,022,000	16,514	51
Elazığ	26,512.91	38.73	-32.78	-72,605	-18,292	91,257	121,709,900	30,568	45
Erzincan	23,734.00	24.59	54.62	3,590	6,650	41,981	243,992,000	13,544	8
Erzurum	23,800.11	16.50	-54.71	-65,896	-52,910	95,567	916,142,000	66,225	6
Eskişehir	32,200.01	29.39	-12.31	-11,069	-22,229	226,085	272,720,300	39,229	7
Gaziantep	28,274.68	41.96	-12.79	-23,739	-89,155	422,274	551,459,600	144,491	266
Giresun	17,421.74	42.06	-29.4	-80,740	-82,100	64,735	481,875,000	26,601	52
Gümüşhane	19,142.55	27.18	73.27	1,770	9,380	12,156	270,578,000	4,316	12
Hakkari	12,445.71	31.14	90.62	81,856	2,560	1,711	740,970,000	2,836	27
Hatay	28,381.00	62.81	-20.26	-39,367	-94,721	406,327	584,384,000	137,243	250
İğdır	14,519.94	11.86	110.94	84,456	49,100	17,287	720,870,000	1,426	43

(Ek-12 devam ediyor)

İller	Kişi baş. GSYİH (TL)	Orm. Alanı (%)	Hava Kal. İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sek. İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşı. Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ / yıl)	Nüfus yoğ. (km ² ' de yaşayan kişi say.)
Isparta	21,761.53	42.84	82.12	8,920	3,560	142,737	100,261,600	20,839	40
Istanbul	44,431.28	50.02	76.63	64,916	110,300	3,409,754	348,821,720	947,520	2756
İzmir	36,314.46	48.40	-97.14	-12,606	-20,614	1,143,253	178,119,040	265,712	306
Kahramanm.	21,991.78	59.10	-81.7	-24,984	-55,346	180,133	353,291,200	74,561	65
Karabük	23,554.75	20.60	32.02	-35,728	-55,886	49,467	847,768,000	15,089	45
Karaman	25,238.39	39.40	84.35	16,180	24,660	71,876	553,063,000	5,706	16
Kars	13,219.51	13.02	49.77	1,270	1,000	32,353	198,859,000	16,117	18
Kastamonu	20,703.48	61.44	36.69	9,960	8,900	103,210	696,460,000	9,699	17
Kayseri	29,631.04	12.60	-39.42	67,750	-41,503	303,681	302,483,600	87,271	67
Kilis	14,434.29	14.44	31.52	1,000	1,000	31,267	140,202,000	762	79
Kırıkkale	22,878.48	13.04	-13.53	-97,011	-26,201	53,996	512,675,000	10,506	35
Kırklareli	31,619.75	47.24	-94.94	-93,100	2,180	100,817	198,304,400	10,824	22
Kırşehir	19,702.43	8.73	-44.28	-47,369	-27,383	48,871	369,217,000	14,814	12
Kocaeli	44,306.65	25.32	71.1	16,155	40,370	306,577	122,518,410	144,761	466
Konya	21,766.73	16.14	10.78	65,550	12,940	606,972	566,219,900	117,088	43
Kütahya	28,542.20	39.06	-48.07	24,870	-11,712	175,821	128,338,600	30,915	37
Malatya	28,867.07	26.46	45.85	-16,291	-17,519	129,550	142,276,800	35,894	54
Manisa	26,484.13	29.41	-15.63	-51,510	-81,266	496,771	375,193,400	69,645	93
Mardin	20,391.23	82.01	-24.93	-26,386	-52,493	61,928	667,505,000	64,885	79
Mersin(Çel)	27,787.56	69.26	-38.92	-28,912	-100,363	505,678	391,766,110	120,743	101
Muğla	27,847.43	75.55	83.44	14,840	67,420	399,479	251,453,300	104,919	59
Muş	12,520.51	9.12	107.36	1,920	14,900	21,487	260,456,000	21,487	40
Nevşehir	25,229.61	10.95	-40.21	-15,891	-72,327	91,890	550,992,000	13,323	42
Niğde	19,765.28	10.94	-22.94	-16,535	5,000	78,678	901,277,100	13,054	36
Ordu	26,050.04	61.22	50.19	-48,194	-32,095	101,720	100,641,850	48,889	111
Osmaniye	19,193.31	50.08	-13.20	-20,248	-40,778	128,672	297,435,090	20,045	151
Rize	23,115.23	81.78	32.19	14,190	3,000	55,421	584,839,000	10,113	73
Sakarya	30,439.14	54.69	-32.80	-48,147	-56,861	220,805	271,351,700	89,899	182
Samsun	24,944.02	59.60	-20.39	-17,628	-73,362	279,782	258,048,030	83,021	129
Şanlıurfa	21,477.55	6.09	-15.38	-11,303	-88,285	236,239	203,049,000	105,044	87
Siirt	13,018.39	40.24	116.10	1,060	23,500	10,555	301,613,000	11,024	47
Sinop	17,920.46	71.28	37.78	4,900	45,100	43,356	245,985,000	9,196	24
Şırnak	12,972.01	39.72	32.94	1,820	10,900	22,388	236,522,000	12,741	57
Sivas	22,650.76	13.35	-80.46	-86,987	-22,158	124,738	116,678,500	35,624	6
Tekirdağ	34,044.93	19.82	51.77	117,110	3,660	210,371	628,397,900	42,043	133
Tokat	19,836.20	54.59	-75.62	8,140	-16,685	141,505	611,246,520	29,724	49
Trabzon	27,970.45	55.24	-69.99	-54,071	-49,420	140,607	122,440,800	59,819	153
Tunceli	23,087.54	28.85	20.77	69,356	2,250	1,000	281,810,000	1,723	1

(Ek-12 devam ediyor)

İller	Kişi baş. GSYİH (TL)	Orm. Alanı (%)	Hava Kal. İnd.	Sanayide Top. Çalışan Say. (kişi)	Kamu Yat. İllere Göre Enerji Sek.İçin Dağ. (Bin TL)	Motorlu Kara Taşı. Top. Say. (adet)	Elektrik Top. Tük. (MWh)	Top. Çekilen Su Mik. (1000m ³ / yıl)	Nüfus yoğ. (km ² ' de yaşayan kişi say.)
Uşak	31,279.28	59.76	-16.31	-83,487	4,560	107,954	118,400,100	11,662	54
Van	19,717.04	26.30	-31.90	-29,686	-79,018	67,660	725,162,000	90,284	45
Yalova	29,303.11	57.14	36.52	7,650	15,010	42,252	787,401,000	23,437	256
Yozgat	20,181.29	25.90	-28.04	-12,738	-86,987	85,391	548,552,000	23,597	20
Zonguldak	21,477.25	53.27	-58.99	-23,339	-21.387	124,382	273,444,480	35,504	170

Ek-13: 2 Standart Sapma İçin Etkinlik Değerleri (CCR-O)

İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (CCR -O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)	İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (CCR -O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)	İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (CCR -O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)
Adana	0.71	0.67	Isparta	0.52	0.45	Uşak	0.37	0.29
Adıyaman	0.69	0.63	İstanbul	1.00	1.00	Van	0.93	0.92
Afyonkarahisar	0.70	0.64	İzmir	0.74	0.73	Yalova	0.44	0.38
Ağrı	1.00	1.00	Kahramanmaraş	0.78	0.74	Yozgat	0.45	0.35
Aksaray	0.87	0.55	Karabük	0.30	0.21	Zonguldak	0.66	0.61
Amasya	1.00	1.00	Karaman	0.44	0.37			
Ankara	1.00	1.00	Kars	0.52	0.42			
Antalya	0.53	0.49	Kastamonu	0.31	0.21			
Ardahan	0.69	0.69	Kayseri	0.61	0.51			
Artvin	0.23	0.13	Kilis	0.39	0.28			
Aydın	0.60	0.55	Kırkkale	0.34	0.21			
Balıkesir	0.45	0.39	Kırklareli	0.30	0.23			
Bartın	0.48	0.40	Kırşehir	0.40	0.26			
Batman	0.93	0.93	Kocaeli	0.65	0.59			
Bayburt	0.48	0.40	Konya	0.91	0.87			
Bilecik	0.25	0.18	Kütahya	0.48	0.40			
Bingöl	0.44	0.32	Malatya	0.48	0.38			
Bitlis	0.62	0.53	Manisa	0.65	0.61			
Bolu	0.33	0.27	Mardin	0.85	0.83			
Burdur	0.43	0.36	Mersin (İçel)	0.55	0.49			
Bursa	0.69	0.66	Muğla	0.51	0.46			
Çanakkale	0.31	0.24	Muş	1.00	1.00			
Çankırı	0.38	0.29	Nevşehir	0.76	0.45			
Çorum	0.51	0.43	Niğde	0.60	0.49			
Denizli	0.42	0.36	Ordu	0.54	0.47			
Diyarbakır	0.74	0.69	Osmaniye	0.68	0.63			
Düzce	0.58	0.52	Rize	0.24	0.16			
Edirne	0.37	0.28	Sakarya	0.46	0.40			
Elazığ	0.36	0.25	Samsun	0.56	0.49			
Erzincan	0.32	0.24	Şanlıurfa	1.00	1.00			
Erzurum	0.39	0.28	Siirt	1.00	1.00			
Eskişehir	0.27	0.20	Sinop	0.39	0.30			
Gaziantep	0.67	0.63	Şırnak	0.41	0.29			
Giresun	0.48	0.38	Sivas	0.36	0.24			
Gümüşhane	0.48	0.40	Tekirdağ	0.49	0.41			
Hakkari	1.00	1.00	Tokat	0.54	0.46			
Hatay	0.72	0.68	Trabzon	0.39	0.32			
İğdır	1.00	1.00	Tunceli	0.52	0.46			

Ek-14: 3 Standart Sapma İçin Etkinlik Değerleri (CCR-O)

İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)	İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)	İller	Üst Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)	Alt Sınır İçin Saf Teknik Etkinlik Skorları (CCR-O)
Adana	0.72	0.67	İstanbul	1.00	1.00	Yalova	0.45	0.38
Adıyaman	0.71	0.62	İzmir	0.75	0.73	Yozgat	0.47	0.34
Afyonkarahisar	0.71	0.63	Kahramanmaraş	0.79	0.74	Zonguldak	0.67	0.60
Ağrı	1.00	1.00	Karabük	0.33	0.20			
Aksaray	0.93	0.52	Karaman	0.45	0.35			
Amasya	1.00	1.00	Kars	0.56	0.41			
Ankara	1.00	1.00	Kastamonu	0.34	0.20			
Antalya	0.55	0.49	Kayseri	0.68	0.49			
Ardahan	0.69	0.69	Kilis	0.42	0.26			
Artvin	0.26	0.12	Kırkkale	0.39	0.20			
Aydın	0.62	0.54	Kırklareli	0.33	0.22			
Balıkesir	0.47	0.38	Kırşehir	0.46	0.24			
Bartın	0.50	0.38	Kocaeli	0.67	0.58			
Batman	0.94	0.93	Konya	0.92	0.86			
Bayburt	0.50	0.38	Kütahya	0.50	0.39			
Bilecik	0.27	0.17	Malatya	0.51	0.37			
Bingöl	0.48	0.31	Manisa	0.66	0.60			
Bitlis	0.64	0.53	Mardin	0.86	0.82			
Bolu	0.35	0.25	Mersin (İçel)	0.57	0.49			
Burdur	0.45	0.35	Muğla	0.52	0.44			
Bursa	0.70	0.65	Muş	1.00	1.00			
Çanakkale	0.33	0.24	Nevşehir	0.81	0.44			
Çankırı	0.41	0.28	Niğde	0.65	0.48			
Çorum	0.53	0.42	Ordu	0.57	0.46			
Denizli	0.44	0.35	Osmaniye	0.70	0.63			
Diyarbakır	0.76	0.69	Rize	0.27	0.14			
Düzce	0.59	0.51	Sakarya	0.48	0.38			
Edirne	0.40	0.27	Samsun	0.58	0.48			
Elazığ	0.39	0.24	Şanlıurfa	1.00	1.00			
Erzincan	0.35	0.22	Siirt	1.00	1.00			
Erzurum	0.43	0.28	Sinop	0.42	0.29			
Eskişehir	0.30	0.19	Şırnak	0.45	0.28			
Gaziantep	0.69	0.63	Sivas	0.40	0.23			
Giresun	0.51	0.37	Tekirdağ	0.52	0.41			
Gümüşhane	0.51	0.38	Tokat	0.57	0.45			
Hakkari	1.00	1.00	Trabzon	0.42	0.31			
Hatay	0.73	0.68	Tunceli	0.54	0.45			
İğdır	1.00	1.00	Uşak	0.40	0.28			
Isparta	0.54	0.44	Van	0.94	0.91			

Ek-15: CCR-O Modeli İçin Etkinliklerin Sıralaması

1. Adım	
R(Adana) = $1.00 - 0.63 = 0.37$	R(Kahramanmaraş) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R(Adıyaman) = $1.00 - 0.83 = 0.07$	R(Karabük) = $1.00 - 0.85 = 0.15$
R(Afyonkarahisar) = $1.00 - 1.00 = 0$	R(Kars) = $1.00 - 0.71 = 0.29$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(Kayseri) = $1.00 - 0.74 = 0.26$
R(Aksaray) = $1.00 - 0.79 = 0.21$	R(Kırıkkale) = $1.00 - 0.80 = 0.20$
R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kırklareli) = $1.00 - 0.89 = 0.11$
R(Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kırşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Antalya) = $1.00 - 0.70 = 0.30$	R(Kilis) = $1.00 - 0.78 = 0.22$
R(Ardahan) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Kocaeli) = $1.00 - 0.87 = 0.13$
R(Aydın) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Konya) = $1.00 - 1.00 = 0$
R(Balıkesir) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Kütahya) = $1.00 - 0.59 = 0.41$
R(Batman) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Malatya) = $1.00 - 0.52 = 0.48$
R(Bilecik) = $1.00 - 1.00 = 0$	R(Manisa) = $1.00 - 0.57 = 0.43$
R(Bingöl) = $1.00 - 0.73 = 0.27$	R(Mardin) = $1.00 - 0.65 = 0.35$
R(Bitlis) = $1.00 - 0.74 = 0.26$	R(Mersin (İçel)) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Burdur) = $1.00 - 0.88 = 0.12$	R(Muğla) = $1.00 - 1.00 = 0$
R(Bursa) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Nevşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Çanakkale) = $1.00 - 0.72 = 0.28$	R(Niğde) = $1.00 - 0.82 = 0.18$
R(Çankırı) = $1.00 - 0.87 = 0.13$	R(Ordu) = $1.00 - 0.48 = 0.52$
R(Çorum) = $1.00 - 0.58 = 0.42$	R(Osmaniye) = $1.00 - 0.84 = 0.16$
R(Denizli) = $1.00 - 0.78 = 0.22$	R(Sakarya) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Diyarbakır) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Samsun) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Düzce) = $1.00 - 1.00 = 0$	R(Sivas) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Edirne) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Şanlıurfa) = $1.00 - 0.36 = 0.64$
R(Elazığ) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Şırnak) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Erzurum) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Tekirdağ) = $1.00 - 1.00 = 0$
R(Eskişehir) = $1.00 - 0.90 = 0.10$	R(Tokat) = $1.00 - 0.69 = 0.31$
R(Gaziantep) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Trabzon) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Giresun) = $1.00 - 0.76 = 0.24$	R(Uşak) = $1.00 - 0.68 = 0.32$
R(Hatay) = $1.00 - 0.45 = 0.55$	R(Van) = $1.00 - 0.49 = 0.51$
R(Iğdır) = $1.00 - 1.00 = 0$	R(Yalova) = $1.00 - 1.00 = 0$
R(Isparta) = $1.00 - 0.96 = 0.04$	R(Yozgat) = $1.00 - 0.70 = 0.30$
R(İstanbul) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Zonguldak) = $1.00 - 0.86 = 0.14$
R(İzmir) = $1.00 - 0.82 = 0.18$	
2. Adım	
R(Adana) = $1.00 - 0.63 = 0.37$	R(Kahramanmaraş) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R(Adıyaman) = $1.00 - 0.83 = 0.17$	R(Karabük) = $1.00 - 0.85 = 0.15$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(Kars) = $1.00 - 0.71 = 0.29$
R(Aksaray) = $1.00 - 0.79 = 0.21$	R(Kayseri) = $1.00 - 0.74 = 0.26$
R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kırıkkale) = $1.00 - 0.80 = 0.20$

(Ek-15 devam ediyor)

R(Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kırklareli) = $1.00 - 0.89 = 0.11$
R(Antalya) = $1.00 - 0.70 = 0.30$	R(Kırşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Ardahan) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Kilis) = $1.00 - 0.78 = 0.22$
R(Aydın) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kocaeli) = $1.00 - 0.87 = 0.13$
R(Balıkesir) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Kütahya) = $1.00 - 0.59 = 0.41$
R(Batman) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Malatya) = $1.00 - 0.52 = 0.48$
R(Bingöl) = $1.00 - 0.73 = 0.27$	R(Manisa) = $1.00 - 0.57 = 0.43$
R(Bitlis) = $1.00 - 0.74 = 0.26$	R(Mardin) = $1.00 - 0.65 = 0.35$
R(Burdur) = $1.00 - 0.88 = 0.12$	R(Mersin (İçel)) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Bursa) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Nevşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Çanakkale) = $1.00 - 0.72 = 0.28$	R(Niğde) = $1.00 - 0.82 = 0.22$
R(Çankırı) = $1.00 - 0.87 = 0.13$	R(Ordu) = $1.00 - 0.48 = 0.52$
R(Çorum) = $1.00 - 0.58 = 0.42$	R(Osmaniye) = $1.00 - 0.84 = 0.16$
R(Denizli) = $1.00 - 0.78 = 0.22$	R(Sakarya) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Diyarbakır) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Samsun) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Edirne) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Sivas) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Elazığ) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Şanlıurfa) = $1.00 - 0.36 = 0.64$
R(Erzurum) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Şırnak) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Eskişehir) = $1.00 - 0.90 = 0.10$	R(Tokat) = $1.00 - 0.69 = 0.31$
R(Gaziantep) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Trabzon) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Giresun) = $1.00 - 0.76 = 0.24$	R(Uşak) = $1.00 - 0.68 = 0.32$
R(Hatay) = $1.00 - 0.45 = 0.55$	R(Van) = $1.00 - 0.49 = 0.51$
R(İsparta) = $1.00 - 0.96 = 0.04$	R(Yozgat) = $1.00 - 0.70 = 0.30$
R(İstanbul) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Zonguldak) = $1.00 - 0.86 = 0.14$
R(İzmir) = $1.00 - 0.82 = 0.18$	
3. Adım	
R(Adana) = $1.00 - 0.63 = 0.37$	R(Kahramanmaraş) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R(Adıyaman) = $1.00 - 0.83 = 0.17$	R(Karabük) = $1.00 - 0.85 = 0.15$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(Kars) = $1.00 - 0.71 = 0.29$
R(Aksaray) = $1.00 - 0.79 = 0.21$	R(Kayseri) = $1.00 - 0.74 = 0.26$
R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kırıkkale) = $1.00 - 0.80 = 0.20$
R(Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kırklareli) = $1.00 - 0.89 = 0.11$
R(Antalya) = $1.00 - 0.70 = 0.30$	R(Kırşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Ardahan) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Kilis) = $1.00 - 0.78 = 0.22$
R(Aydın) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kocaeli) = $1.00 - 0.87 = 0.13$
R(Balıkesir) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Kütahya) = $1.00 - 0.59 = 0.41$
R(Batman) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Malatya) = $1.00 - 0.52 = 0.48$
R(Bingöl) = $1.00 - 0.73 = 0.27$	R(Manisa) = $1.00 - 0.57 = 0.43$
R(Bitlis) = $1.00 - 0.74 = 0.26$	R(Mardin) = $1.00 - 0.65 = 0.35$
R(Burdur) = $1.00 - 0.88 = 0.12$	R(Mersin (İçel)) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Bursa) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Nevşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Çanakkale) = $1.00 - 0.72 = 0.28$	R(Niğde) = $1.00 - 0.82 = 0.22$
R(Çankırı) = $1.00 - 0.87 = 0.13$	R(Ordu) = $1.00 - 0.48 = 0.52$

(Ek-15 devam ediyor)

$R(\text{Çorum}) = 1.00 - 0.58 = 0.42$	$R(\text{Osmaniye}) = 1.00 - 0.84 = 0.16$
$R(\text{Denizli}) = 1.00 - 0.78 = 0.22$	$R(\text{Sakarya}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Diyarbakır}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Samsun}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Edirne}) = 1.00 - 0.77 = 0.23$	$R(\text{Sivas}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Elazığ}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 1.00 - 0.36 = 0.64$
$R(\text{Erzurum}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Şırnak}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Eskişehir}) = 1.00 - 0.90 = 0.10$	$R(\text{Tokat}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$
$R(\text{Gaziantep}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Trabzon}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Giresun}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$	$R(\text{Uşak}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$
$R(\text{Hatay}) = 1.00 - 0.45 = 0.55$	$R(\text{Van}) = 1.00 - 0.49 = 0.51$
$R(\text{İstanbul}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Yozgat}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$
$R(\text{İzmir}) = 1.00 - 0.82 = 0.18$	$R(\text{Zonguldak}) = 1.00 - 0.86 = 0.14$
4. Adım	
$R(\text{Adana}) = 1.00 - 0.63 = 0.37$	$R(\text{Karabük}) = 1.00 - 0.85 = 0.15$
$R(\text{Adıyaman}) = 1.00 - 0.83 = 0.17$	$R(\text{Kars}) = 1.00 - 0.71 = 0.29$
$R(\text{Ağrı}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$	$R(\text{Kayseri}) = 1.00 - 0.74 = 0.26$
$R(\text{Aksaray}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$	$R(\text{Kırıkkale}) = 1.00 - 0.80 = 0.20$
$R(\text{Amasya}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$	$R(\text{Kırklareli}) = 1.00 - 0.89 = 0.11$
$R(\text{Ankara}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Kırşehir}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$
$R(\text{Antalya}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$	$R(\text{Kilis}) = 1.00 - 0.78 = 0.22$
$R(\text{Ardahan}) = 1.00 - 0.77 = 0.23$	$R(\text{Kocaeli}) = 1.00 - 0.87 = 0.13$
$R(\text{Aydın}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Kütahya}) = 1.00 - 0.59 = 0.41$
$R(\text{Balıkesir}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Malatya}) = 1.00 - 0.52 = 0.48$
$R(\text{Batman}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Manisa}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$
$R(\text{Bingöl}) = 1.00 - 0.73 = 0.27$	$R(\text{Mardin}) = 1.00 - 0.65 = 0.35$
$R(\text{Bitlis}) = 1.00 - 0.74 = 0.26$	$R(\text{Mersin (İçel)}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Burdur}) = 1.00 - 0.88 = 0.12$	$R(\text{Nevşehir}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$
$R(\text{Bursa}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Niğde}) = 1.00 - 0.82 = 0.22$
$R(\text{Çanakkale}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$	$R(\text{Ordu}) = 1.00 - 0.48 = 0.52$
$R(\text{Çankırı}) = 1.00 - 0.87 = 0.13$	$R(\text{Osmaniye}) = 1.00 - 0.84 = 0.16$
$R(\text{Çorum}) = 1.00 - 0.58 = 0.42$	$R(\text{Sakarya}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Denizli}) = 1.00 - 0.78 = 0.22$	$R(\text{Samsun}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Diyarbakır}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Sivas}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Edirne}) = 1.00 - 0.77 = 0.23$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 1.00 - 0.36 = 0.64$
$R(\text{Elazığ}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Şırnak}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Erzurum}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Tokat}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$
$R(\text{Gaziantep}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Trabzon}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Giresun}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$	$R(\text{Uşak}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$

(Ek-15 devam ediyor)

$R(\text{Hatay}) = 1.00 - 0.45 = 0.55$	$R(\text{Van}) = 1.00 - 0.49 = 0.51$
$R(\text{İstanbul}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Yozgat}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$
$R(\text{İzmir}) = 1.00 - 0.82 = 0.18$	$R(\text{Zonguldak}) = 1.00 - 0.86 = 0.14$
$R(\text{Kahramanmaraş}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	
5. Adım	
$R(\text{Adana}) = 1.00 - 0.63 = 0.37$	$R(\text{Kahramanmaraş}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$
$R(\text{Adıyaman}) = 1.00 - 0.83 = 0.17$	$R(\text{Karabük}) = 1.00 - 0.85 = 0.15$
$R(\text{Ağrı}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$	$R(\text{Kars}) = 1.00 - 0.71 = 0.29$
$R(\text{Aksaray}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$	$R(\text{Kayseri}) = 1.00 - 0.74 = 0.26$
$R(\text{Amasya}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$	$R(\text{Kırıkkale}) = 1.00 - 0.80 = 0.20$
$R(\text{Ankara}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Kırşehir}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$
$R(\text{Antalya}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$	$R(\text{Kilis}) = 1.00 - 0.78 = 0.22$
$R(\text{Ardahan}) = 1.00 - 0.77 = 0.23$	$R(\text{Kocaeli}) = 1.00 - 0.87 = 0.13$
$R(\text{Aydın}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Kütahya}) = 1.00 - 0.59 = 0.41$
$R(\text{Balıkesir}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Malatya}) = 1.00 - 0.52 = 0.48$
$R(\text{Batman}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Manisa}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$
$R(\text{Bingöl}) = 1.00 - 0.73 = 0.27$	$R(\text{Mardin}) = 1.00 - 0.65 = 0.35$
$R(\text{Bitlis}) = 1.00 - 0.74 = 0.26$	$R(\text{Mersin (İçel)}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Burdur}) = 1.00 - 0.88 = 0.12$	$R(\text{Nevşehir}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$
$R(\text{Bursa}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Niğde}) = 1.00 - 0.82 = 0.22$
$R(\text{Çanakkale}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$	$R(\text{Ordu}) = 1.00 - 0.48 = 0.52$
$R(\text{Çankırı}) = 1.00 - 0.87 = 0.13$	$R(\text{Osmaniye}) = 1.00 - 0.84 = 0.16$
$R(\text{Çorum}) = 1.00 - 0.58 = 0.42$	$R(\text{Sakarya}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Denizli}) = 1.00 - 0.78 = 0.22$	$R(\text{Samsun}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Diyarbakır}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Sivas}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Edirne}) = 1.00 - 0.77 = 0.23$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 1.00 - 0.36 = 0.64$
$R(\text{Elazığ}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Şırnak}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Erzurum}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Tokat}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$
$R(\text{Gaziantep}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Trabzon}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Giresun}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$	$R(\text{Uşak}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$
$R(\text{Hatay}) = 1.00 - 0.45 = 0.55$	$R(\text{Van}) = 1.00 - 0.49 = 0.51$
$R(\text{İstanbul}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Yozgat}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$
$R(\text{İzmir}) = 1.00 - 0.82 = 0.18$	$R(\text{Zonguldak}) = 1.00 - 0.86 = 0.14$
6. Adım	
$R(\text{Adana}) = 1.00 - 0.63 = 0.37$	$R(\text{Karabük}) = 1.00 - 0.85 = 0.15$
$R(\text{Adıyaman}) = 1.00 - 0.83 = 0.17$	$R(\text{Kars}) = 1.00 - 0.71 = 0.29$
$R(\text{Ağrı}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$	$R(\text{Kayseri}) = 1.00 - 0.74 = 0.26$
$R(\text{Aksaray}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$	$R(\text{Kırıkkale}) = 1.00 - 0.80 = 0.20$

(Ek-15 devam ediyor)

R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kırşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kilis) = $1.00 - 0.78 = 0.22$
R(Antalya) = $1.00 - 0.70 = 0.30$	R(Kocaeli) = $1.00 - 0.87 = 0.13$
R(Ardahan) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Kütahya) = $1.00 - 0.59 = 0.41$
R(Aydın) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Malatya) = $1.00 - 0.52 = 0.48$
R(Balıkesir) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Manisa) = $1.00 - 0.57 = 0.43$
R(Batman) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Mardin) = $1.00 - 0.65 = 0.35$
R(Bingöl) = $1.00 - 0.73 = 0.27$	R(Mersin (İçel)) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Bitlis) = $1.00 - 0.74 = 0.26$	R(Nevşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Bursa) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Niğde) = $1.00 - 0.82 = 0.22$
R(Çanakkale) = $1.00 - 0.72 = 0.28$	R(Ordu) = $1.00 - 0.48 = 0.52$
R(Çankırı) = $1.00 - 0.87 = 0.13$	R(Osmaniye) = $1.00 - 0.84 = 0.16$
R(Çorum) = $1.00 - 0.58 = 0.42$	R(Sakarya) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Denizli) = $1.00 - 0.78 = 0.22$	R(Samsun) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Diyarbakır) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Sivas) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Edirne) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Şanlıurfa) = $1.00 - 0.36 = 0.64$
R(Elazığ) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Şırnak) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Erzurum) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Tokat) = $1.00 - 0.69 = 0.31$
R(Gaziantep) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Trabzon) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Giresun) = $1.00 - 0.76 = 0.24$	R(Uşak) = $1.00 - 0.68 = 0.32$
R(Hatay) = $1.00 - 0.45 = 0.55$	R(Van) = $1.00 - 0.49 = 0.51$
R(İstanbul) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Yozgat) = $1.00 - 0.70 = 0.30$
R(İzmir) = $1.00 - 0.82 = 0.18$	R(Zonguldak) = $1.00 - 0.86 = 0.14$
R(Kahramanmaraş) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	
7. Adım	
R(Adana) = $1.00 - 0.63 = 0.37$	R(Karabük) = $1.00 - 0.85 = 0.15$
R(Adıyaman) = $1.00 - 0.83 = 0.17$	R(Kars) = $1.00 - 0.71 = 0.29$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(Kayseri) = $1.00 - 0.74 = 0.26$
R(Aksaray) = $1.00 - 0.79 = 0.21$	R(Kırıkkale) = $1.00 - 0.80 = 0.20$
R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kırşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kilis) = $1.00 - 0.78 = 0.22$
R(Antalya) = $1.00 - 0.70 = 0.30$	R(Kütahya) = $1.00 - 0.59 = 0.41$
R(Ardahan) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Malatya) = $1.00 - 0.52 = 0.48$
R(Aydın) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Manisa) = $1.00 - 0.57 = 0.43$
R(Balıkesir) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Mardin) = $1.00 - 0.65 = 0.35$
R(Batman) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Mersin (İçel)) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Bingöl) = $1.00 - 0.73 = 0.27$	R(Nevşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Bitlis) = $1.00 - 0.74 = 0.26$	R(Niğde) = $1.00 - 0.82 = 0.22$
R(Bursa) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Ordu) = $1.00 - 0.48 = 0.52$
R(Çanakkale) = $1.00 - 0.72 = 0.28$	R(Osmaniye) = $1.00 - 0.84 = 0.16$

(Ek-15 devam ediyor)

$R(\text{Çorum}) = 1.00 - 0.58 = 0.42$	$R(\text{Sakarya}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Denizli}) = 1.00 - 0.78 = 0.22$	$R(\text{Samsun}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Diyarbakır}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Sivas}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Edirne}) = 1.00 - 0.77 = 0.23$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 1.00 - 0.36 = 0.64$
$R(\text{Elazığ}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Şırnak}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Erzurum}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Tokat}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$
$R(\text{Gaziantep}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Trabzon}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Giresun}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$	$R(\text{Uşak}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$
$R(\text{Hatay}) = 1.00 - 0.45 = 0.55$	$R(\text{Van}) = 1.00 - 0.49 = 0.51$
$R(\text{İstanbul}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Yozgat}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$
$R(\text{İzmir}) = 1.00 - 0.82 = 0.18$	$R(\text{Zonguldak}) = 1.00 - 0.86 = 0.14$
$R(\text{Kahramanmaraş}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	
8. Adım	
$R(\text{Adana}) = 1.00 - 0.63 = 0.37$	$R(\text{Kahramanmaraş}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$
$R(\text{Adıyaman}) = 1.00 - 0.83 = 0.17$	$R(\text{Karabük}) = 1.00 - 0.85 = 0.15$
$R(\text{Ağrı}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$	$R(\text{Kars}) = 1.00 - 0.71 = 0.29$
$R(\text{Aksaray}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$	$R(\text{Kayseri}) = 1.00 - 0.74 = 0.26$
$R(\text{Amasya}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$	$R(\text{Kırıkkale}) = 1.00 - 0.80 = 0.20$
$R(\text{Ankara}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Kırşehir}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$
$R(\text{Antalya}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$	$R(\text{Kilis}) = 1.00 - 0.78 = 0.22$
$R(\text{Ardahan}) = 1.00 - 0.77 = 0.23$	$R(\text{Kütahya}) = 1.00 - 0.59 = 0.41$
$R(\text{Aydın}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Malatya}) = 1.00 - 0.52 = 0.48$
$R(\text{Balıkesir}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Manisa}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$
$R(\text{Batman}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Mardin}) = 1.00 - 0.65 = 0.35$
$R(\text{Bingöl}) = 1.00 - 0.73 = 0.27$	$R(\text{Mersin (İçel)}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Bitlis}) = 1.00 - 0.74 = 0.26$	$R(\text{Nevşehir}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$
$R(\text{Bursa}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Niğde}) = 1.00 - 0.82 = 0.22$
$R(\text{Çanakkale}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$	$R(\text{Ordu}) = 1.00 - 0.48 = 0.52$
$R(\text{Çorum}) = 1.00 - 0.58 = 0.42$	$R(\text{Osmaniye}) = 1.00 - 0.84 = 0.16$
$R(\text{Denizli}) = 1.00 - 0.78 = 0.22$	$R(\text{Sakarya}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Diyarbakır}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Samsun}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Edirne}) = 1.00 - 0.77 = 0.23$	$R(\text{Sivas}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Elazığ}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 1.00 - 0.36 = 0.64$
$R(\text{Erzurum}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Şırnak}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Gaziantep}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Tokat}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$
$R(\text{Giresun}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$	$R(\text{Trabzon}) = 1.00 - 0.79 = 0.21$
$R(\text{Hatay}) = 1.00 - 0.45 = 0.55$	$R(\text{Uşak}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$
$R(\text{İstanbul}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Van}) = 1.00 - 0.49 = 0.51$
$R(\text{İzmir}) = 1.00 - 0.82 = 0.18$	$R(\text{Yozgat}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$
9. Adım	
$R(\text{Adana}) = 1.00 - 0.63 = 0.37$	$R(\text{Kahramanmaraş}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$

(Ek-15 devam ediyor)

R(Adıyaman) = $1.00 - 0.83 = 0.17$	R(Kars) = $1.00 - 0.71 = 0.29$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(Kayseri) = $1.00 - 0.74 = 0.26$
R(Aksaray) = $1.00 - 0.79 = 0.21$	R(Kırkkale) = $1.00 - 0.80 = 0.20$
R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kırşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kilis) = $1.00 - 0.78 = 0.22$
R(Antalya) = $1.00 - 0.70 = 0.30$	R(Kütahya) = $1.00 - 0.59 = 0.41$
R(Ardahan) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Malatya) = $1.00 - 0.52 = 0.48$
R(Aydın) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Manisa) = $1.00 - 0.57 = 0.43$
R(Balıkesir) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Mardin) = $1.00 - 0.65 = 0.35$
R(Batman) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Mersin (İçel)) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Bingöl) = $1.00 - 0.73 = 0.27$	R(Nevşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Bitlis) = $1.00 - 0.74 = 0.26$	R(Niğde) = $1.00 - 0.82 = 0.22$
R(Bursa) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Ordu) = $1.00 - 0.48 = 0.52$
R(Çanakkale) = $1.00 - 0.72 = 0.28$	R(Osmaniye) = $1.00 - 0.84 = 0.16$
R(Çorum) = $1.00 - 0.58 = 0.42$	R(Sakarya) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Denizli) = $1.00 - 0.78 = 0.22$	R(Samsun) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Diyarbakır) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Sivas) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Edirne) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Şanlıurfa) = $1.00 - 0.36 = 0.64$
R(Elazığ) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Şırnak) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Erzurum) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Tokat) = $1.00 - 0.69 = 0.31$
R(Gaziantep) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Trabzon) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Giresun) = $1.00 - 0.76 = 0.24$	R(Uşak) = $1.00 - 0.68 = 0.32$
R(Hatay) = $1.00 - 0.45 = 0.55$	R(Van) = $1.00 - 0.49 = 0.51$
R(İstanbul) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Yozgat) = $1.00 - 0.70 = 0.30$
R(İzmir) = $1.00 - 0.82 = 0.18$	
10. Adım	
R(Adana) = $1.00 - 0.63 = 0.37$	R(İzmir) = $1.00 - 0.82 = 0.18$
R(Adıyaman) = $1.00 - 0.83 = 0.17$	R(Kahramanmaraş) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(Kars) = $1.00 - 0.71 = 0.29$
R(Aksaray) = $1.00 - 0.79 = 0.21$	R(Kayseri) = $1.00 - 0.74 = 0.26$
R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kırkkale) = $1.00 - 0.80 = 0.20$
R(Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kırşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Antalya) = $1.00 - 0.70 = 0.30$	R(Kilis) = $1.00 - 0.78 = 0.22$
R(Ardahan) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Kütahya) = $1.00 - 0.59 = 0.41$
R(Aydın) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Malatya) = $1.00 - 0.52 = 0.48$
R(Balıkesir) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Manisa) = $1.00 - 0.57 = 0.43$
R(Batman) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Mardin) = $1.00 - 0.65 = 0.35$
R(Bingöl) = $1.00 - 0.73 = 0.27$	R(Mersin (İçel)) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Bitlis) = $1.00 - 0.74 = 0.26$	R(Nevşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Bursa) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Niğde) = $1.00 - 0.82 = 0.22$
R(Çanakkale) = $1.00 - 0.72 = 0.28$	R(Ordu) = $1.00 - 0.48 = 0.52$
R(Çorum) = $1.00 - 0.58 = 0.42$	R(Sakarya) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Denizli) = $1.00 - 0.78 = 0.22$	R(Samsun) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Diyarbakır) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Sivas) = $1.00 - 0.72 = 0.28$

(Ek 15 devam ediyor)

R(Edirne) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Şanlıurfa) = $1.00 - 0.36 = 0.64$
R(Elazığ) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Şırnak) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Erzurum) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Tokat) = $1.00 - 0.69 = 0.31$
R(Gaziantep) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Trabzon) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Giresun) = $1.00 - 0.76 = 0.24$	R(Uşak) = $1.00 - 0.68 = 0.32$
R(Hatay) = $1.00 - 0.45 = 0.55$	R(Van) = $1.00 - 0.49 = 0.51$
R(İstanbul) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Yozgat) = $1.00 - 0.70 = 0.30$
11. Adım	
R(Adana) = $1.00 - 0.63 = 0.37$	R(Kahramanmaraş) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(Kars) = $1.00 - 0.71 = 0.29$
R(Aksaray) = $1.00 - 0.79 = 0.21$	R(Kayseri) = $1.00 - 0.74 = 0.26$
R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kırkkale) = $1.00 - 0.80 = 0.20$
R>Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kırşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Antalya) = $1.00 - 0.70 = 0.30$	R(Kilis) = $1.00 - 0.78 = 0.22$
R(Ardahan) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Kütahya) = $1.00 - 0.59 = 0.41$
R(Aydın) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Malatya) = $1.00 - 0.52 = 0.48$
R(Balıkesir) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Manisa) = $1.00 - 0.57 = 0.43$
R(Batman) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Mardin) = $1.00 - 0.65 = 0.35$
R(Bingöl) = $1.00 - 0.73 = 0.27$	R(Mersin (İçel)) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Bitlis) = $1.00 - 0.74 = 0.26$	R(Nevşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Bursa) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Niğde) = $1.00 - 0.82 = 0.22$
R(Çanakkale) = $1.00 - 0.72 = 0.28$	R(Ordu) = $1.00 - 0.48 = 0.52$
R(Çorum) = $1.00 - 0.58 = 0.42$	R(Sakarya) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Denizli) = $1.00 - 0.78 = 0.22$	R(Samsun) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Diyarbakır) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Sivas) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Edirne) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Şanlıurfa) = $1.00 - 0.36 = 0.64$
R(Elazığ) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Şırnak) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Erzurum) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Tokat) = $1.00 - 0.69 = 0.31$
R(Gaziantep) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Trabzon) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Giresun) = $1.00 - 0.76 = 0.24$	R(Uşak) = $1.00 - 0.68 = 0.32$
R(Hatay) = $1.00 - 0.45 = 0.55$	R(Van) = $1.00 - 0.49 = 0.51$
R(İstanbul) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Yozgat) = $1.00 - 0.70 = 0.30$
R(İzmir) = $1.00 - 0.82 = 0.18$	
12. Adım	
R(Adana) = $1.00 - 0.63 = 0.37$	R(Kahramanmaraş) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(Kars) = $1.00 - 0.71 = 0.29$
R(Aksaray) = $1.00 - 0.79 = 0.21$	R(Kayseri) = $1.00 - 0.74 = 0.26$
R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kırkkale) = $1.00 - 0.80 = 0.20$
R>Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kırşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Antalya) = $1.00 - 0.70 = 0.30$	R(Kilis) = $1.00 - 0.78 = 0.22$
R(Ardahan) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Kütahya) = $1.00 - 0.59 = 0.41$
R(Aydın) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Malatya) = $1.00 - 0.52 = 0.48$
R(Balıkesir) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Manisa) = $1.00 - 0.57 = 0.43$

(Ek-15 devam ediyor)

R(Batman) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Mardin) = $1.00 - 0.65 = 0.35$
R(Bingöl) = $1.00 - 0.73 = 0.27$	R(Mersin (İçel)) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Bitlis) = $1.00 - 0.74 = 0.26$	R(Nevşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Bursa) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Niğde) = $1.00 - 0.82 = 0.22$
R(Çanakkale) = $1.00 - 0.72 = 0.28$	R(Ordu) = $1.00 - 0.48 = 0.52$
R(Çorum) = $1.00 - 0.58 = 0.42$	R(Sakarya) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Denizli) = $1.00 - 0.78 = 0.22$	R(Samsun) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Diyarbakır) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Sivas) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Edirne) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Şanlıurfa) = $1.00 - 0.36 = 0.64$
R(Elazığ) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Şırnak) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Erzurum) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Tokat) = $1.00 - 0.69 = 0.31$
R(Gaziantep) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Trabzon) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Giresun) = $1.00 - 0.76 = 0.24$	R(Uşak) = $1.00 - 0.68 = 0.32$
R(Hatay) = $1.00 - 0.45 = 0.55$	R(Van) = $1.00 - 0.49 = 0.51$
R(İstanbul) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Yozgat) = $1.00 - 0.70 = 0.30$
13. Adım	
R(Adana) = $1.00 - 0.63 = 0.37$	R(Kahramanmaraş) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(Kars) = $1.00 - 0.71 = 0.29$
R(Aksaray) = $1.00 - 0.79 = 0.21$	R(Kayseri) = $1.00 - 0.74 = 0.26$
R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kırşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kilis) = $1.00 - 0.78 = 0.22$
R(Antalya) = $1.00 - 0.70 = 0.30$	R(Kütahya) = $1.00 - 0.59 = 0.41$
R(Ardahan) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Malatya) = $1.00 - 0.52 = 0.48$
R(Aydın) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Manisa) = $1.00 - 0.57 = 0.43$
R(Balıkesir) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Mardin) = $1.00 - 0.65 = 0.35$
R(Batman) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Mersin (İçel)) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Bingöl) = $1.00 - 0.73 = 0.27$	R(Nevşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Bitlis) = $1.00 - 0.74 = 0.26$	R(Niğde) = $1.00 - 0.82 = 0.22$
R(Bursa) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Ordu) = $1.00 - 0.48 = 0.52$
R(Çanakkale) = $1.00 - 0.72 = 0.28$	R(Sakarya) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Çorum) = $1.00 - 0.58 = 0.42$	R(Samsun) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Denizli) = $1.00 - 0.78 = 0.22$	R(Sivas) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Diyarbakır) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Şanlıurfa) = $1.00 - 0.36 = 0.64$
R(Edirne) = $1.00 - 0.77 = 0.23$	R(Şırnak) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Elazığ) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Tokat) = $1.00 - 0.69 = 0.31$
R(Erzurum) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Trabzon) = $1.00 - 0.79 = 0.21$
R(Gaziantep) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Uşak) = $1.00 - 0.68 = 0.32$
R(Giresun) = $1.00 - 0.76 = 0.24$	R(Van) = $1.00 - 0.49 = 0.51$
R(Hatay) = $1.00 - 0.45 = 0.55$	R(Yozgat) = $1.00 - 0.70 = 0.30$
R(İstanbul) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	
14. Adım	
R(Adana) = $1.00 - 0.63 = 0.37$	R(Hatay) = $1.00 - 0.45 = 0.55$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(İstanbul) = $1.00 - 0.53 = 0.47$

(Ek-15 devam ediyor)

$R(\text{Amasya}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$	$R(\text{Kahramanmaraş}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$
$R(\text{Ankara}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Kars}) = 1.00 - 0.71 = 0.29$
$R(\text{Antalya}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$	$R(\text{Kayseri}) = 1.00 - 0.74 = 0.26$
$R(\text{Ardahan}) = 1.00 - 0.77 = 0.23$	$R(\text{Kırşehir}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$
$R(\text{Aydın}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Kilis}) = 1.00 - 0.78 = 0.22$
$R(\text{Balıkesir}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Kütahya}) = 1.00 - 0.59 = 0.41$
$R(\text{Batman}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Malatya}) = 1.00 - 0.52 = 0.48$
$R(\text{Bingöl}) = 1.00 - 0.73 = 0.27$	$R(\text{Manisa}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$
$R(\text{Bitlis}) = 1.00 - 0.74 = 0.26$	$R(\text{Mardin}) = 1.00 - 0.65 = 0.35$
$R(\text{Bursa}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Mersin (İçel)}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Çanakkale}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$	$R(\text{Nevşehir}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$
$R(\text{Çorum}) = 1.00 - 0.58 = 0.42$	$R(\text{Niğde}) = 1.00 - 0.82 = 0.22$
$R(\text{Denizli}) = 1.00 - 0.78 = 0.22$	$R(\text{Ordu}) = 1.00 - 0.48 = 0.52$
$R(\text{Diyarbakır}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Sivas}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Edirne}) = 1.00 - 0.77 = 0.23$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 1.00 - 0.36 = 0.64$
$R(\text{Elazığ}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Tokat}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$
$R(\text{Erzurum}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Uşak}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$
$R(\text{Gaziantep}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Van}) = 1.00 - 0.49 = 0.51$
$R(\text{Giresun}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$	$R(\text{Yozgat}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$
15. Adım	
$R(\text{Adana}) = 1.00 - 0.63 = 0.37$	$R(\text{İstanbul}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$
$R(\text{Ağrı}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$	$R(\text{Kahramanmaraş}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$
$R(\text{Amasya}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$	$R(\text{Kars}) = 1.00 - 0.71 = 0.29$
$R(\text{Ankara}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Kayseri}) = 1.00 - 0.74 = 0.26$
$R(\text{Antalya}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$	$R(\text{Kırşehir}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$
$R(\text{Ardahan}) = 1.00 - 0.77 = 0.23$	$R(\text{Kütahya}) = 1.00 - 0.59 = 0.41$
$R(\text{Aydın}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Malatya}) = 1.00 - 0.52 = 0.48$
$R(\text{Balıkesir}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Manisa}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$
$R(\text{Batman}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Mardin}) = 1.00 - 0.65 = 0.35$
$R(\text{Bingöl}) = 1.00 - 0.73 = 0.27$	$R(\text{Mersin (İçel)}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Bitlis}) = 1.00 - 0.74 = 0.26$	$R(\text{Nevşehir}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$
$R(\text{Bursa}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Ordu}) = 1.00 - 0.48 = 0.52$
$R(\text{Çanakkale}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$	$R(\text{Sivas}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Çorum}) = 1.00 - 0.58 = 0.42$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 1.00 - 0.36 = 0.64$
$R(\text{Diyarbakır}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Tokat}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$
$R(\text{Edirne}) = 1.00 - 0.77 = 0.23$	$R(\text{Uşak}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$
$R(\text{Elazığ}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Van}) = 1.00 - 0.49 = 0.51$
$R(\text{Erzurum}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Yozgat}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$
$R(\text{Gaziantep}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	
$R(\text{Giresun}) = 1.00 - 0.76 = 0.24$	
$R(\text{Hatay}) = 1.00 - 0.45 = 0.55$	

(Ek-15 devam ediyor)

16. Adım	
R(Adana) = $1.00 - 0.63 = 0.37$	R(İstanbul) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(Kahramanmaraş) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kars) = $1.00 - 0.71 = 0.29$
R>Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kayseri) = $1.00 - 0.74 = 0.26$
R(Antalya) = $1.00 - 0.70 = 0.30$	R(Kırşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Aydın) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kütahya) = $1.00 - 0.59 = 0.41$
R(Balıkesir) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Malatya) = $1.00 - 0.52 = 0.48$
R(Batman) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Manisa) = $1.00 - 0.57 = 0.43$
R(Bingöl) = $1.00 - 0.73 = 0.27$	R(Mardin) = $1.00 - 0.65 = 0.35$
R(Bitlis) = $1.00 - 0.74 = 0.26$	R(Mersin (İçel)) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Bursa) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Nevşehir) = $1.00 - 0.76 = 0.24$
R(Çanakkale) = $1.00 - 0.72 = 0.28$	R(Ordu) = $1.00 - 0.48 = 0.52$
R(Çorum) = $1.00 - 0.58 = 0.42$	R(Sivas) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Diyarbakır) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Şanlıurfa) = $1.00 - 0.36 = 0.64$
R(Elazığ) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Tokat) = $1.00 - 0.69 = 0.31$
R(Erzurum) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Uşak) = $1.00 - 0.68 = 0.32$
R(Gaziantep) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Van) = $1.00 - 0.49 = 0.51$
R(Giresun) = $1.00 - 0.76 = 0.24$	R(Yozgat) = $1.00 - 0.70 = 0.30$
R(Hatay) = $1.00 - 0.45 = 0.55$	
17. Adım	
R(Adana) = $1.00 - 0.63 = 0.37$	R(Hatay) = $1.00 - 0.45 = 0.55$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(İstanbul) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kahramanmaraş) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R>Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kars) = $1.00 - 0.71 = 0.29$
R(Antalya) = $1.00 - 0.70 = 0.30$	R(Kayseri) = $1.00 - 0.74 = 0.26$
R(Aydın) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kütahya) = $1.00 - 0.59 = 0.41$
R(Balıkesir) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Malatya) = $1.00 - 0.52 = 0.48$
R(Batman) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Manisa) = $1.00 - 0.57 = 0.43$
R(Bingöl) = $1.00 - 0.73 = 0.27$	R(Mardin) = $1.00 - 0.65 = 0.35$
R(Bitlis) = $1.00 - 0.74 = 0.26$	R(Mersin (İçel)) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Bursa) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Ordu) = $1.00 - 0.48 = 0.52$
R(Çanakkale) = $1.00 - 0.72 = 0.28$	R(Sivas) = $1.00 - 0.72 = 0.28$
R(Çorum) = $1.00 - 0.58 = 0.42$	R(Şanlıurfa) = $1.00 - 0.36 = 0.64$
R(Diyarbakır) = $1.00 - 0.53 = 0.47$	R(Tokat) = $1.00 - 0.69 = 0.31$
R(Elazığ) = $1.00 - 0.64 = 0.36$	R(Uşak) = $1.00 - 0.68 = 0.32$
R(Erzurum) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Van) = $1.00 - 0.49 = 0.51$
R(Gaziantep) = $1.00 - 0.66 = 0.34$	R(Yozgat) = $1.00 - 0.70 = 0.30$
18. Adım	
R(Adana) = $1.00 - 0.63 = 0.37$	R(Hatay) = $1.00 - 0.45 = 0.55$
R(Ağrı) = $1.00 - 0.57 = 0.43$	R(İstanbul) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R(Amasya) = $1.00 - 0.68 = 0.32$	R(Kahramanmaraş) = $1.00 - 0.53 = 0.47$
R>Ankara) = $1.00 - 0.69 = 0.31$	R(Kars) = $1.00 - 0.71 = 0.29$

(Ek-15 devam ediyor)

$R(\text{Antalya}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$	$R(\text{Kütahya}) = 1.00 - 0.59 = 0.41$
$R(\text{Aydın}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Malatya}) = 1.00 - 0.52 = 0.48$
$R(\text{Balıkesir}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Manisa}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$
$R(\text{Batman}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Mardin}) = 1.00 - 0.65 = 0.35$
$R(\text{Bingöl}) = 1.00 - 0.73 = 0.27$	$R(\text{Mersin (İçel)}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Bursa}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Ordu}) = 1.00 - 0.48 = 0.52$
$R(\text{Çanakkale}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$	$R(\text{Sivas}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Çorum}) = 1.00 - 0.58 = 0.42$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 1.00 - 0.36 = 0.64$
$R(\text{Diyarbakır}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Tokat}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$
$R(\text{Elazığ}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Uşak}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$
$R(\text{Erzurum}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Van}) = 1.00 - 0.49 = 0.51$
$R(\text{Gaziantep}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Yozgat}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$
19. Adım	
$R(\text{Adana}) = 1.00 - 0.63 = 0.37$	$R(\text{İstanbul}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$
$R(\text{Ağrı}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$	$R(\text{Kahramanmaraş}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$
$R(\text{Amasya}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$	$R(\text{Kars}) = 1.00 - 0.71 = 0.29$
$R(\text{Ankara}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Kütahya}) = 1.00 - 0.59 = 0.41$
$R(\text{Antalya}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$	$R(\text{Malatya}) = 1.00 - 0.52 = 0.48$
$R(\text{Aydın}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Manisa}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$
$R(\text{Balıkesir}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Mardin}) = 1.00 - 0.65 = 0.35$
$R(\text{Batman}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Mersin (İçel)}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Bursa}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Ordu}) = 1.00 - 0.48 = 0.52$
$R(\text{Çanakkale}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$	$R(\text{Sivas}) = 1.00 - 0.72 = 0.28$
$R(\text{Çorum}) = 1.00 - 0.58 = 0.42$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 1.00 - 0.36 = 0.64$
$R(\text{Diyarbakır}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Tokat}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$
$R(\text{Elazığ}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Uşak}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$
$R(\text{Erzurum}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Van}) = 1.00 - 0.49 = 0.51$
$R(\text{Gaziantep}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Yozgat}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$
$R(\text{Hatay}) = 1.00 - 0.45 = 0.55$	
20. Adım	
$R(\text{Adana}) = 1.00 - 0.63 = 0.37$	$R(\text{Hatay}) = 1.00 - 0.45 = 0.55$
$R(\text{Ağrı}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$	$R(\text{İstanbul}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$
$R(\text{Amasya}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$	$R(\text{Kahramanmaraş}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$
$R(\text{Ankara}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Kars}) = 1.00 - 0.71 = 0.29$
$R(\text{Antalya}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$	$R(\text{Kütahya}) = 1.00 - 0.59 = 0.41$
$R(\text{Aydın}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$	$R(\text{Malatya}) = 1.00 - 0.52 = 0.48$
$R(\text{Balıkesir}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Manisa}) = 1.00 - 0.57 = 0.43$
$R(\text{Batman}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Mardin}) = 1.00 - 0.65 = 0.35$
$R(\text{Bursa}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Ordu}) = 1.00 - 0.48 = 0.52$
$R(\text{Çorum}) = 1.00 - 0.58 = 0.42$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 1.00 - 0.36 = 0.64$
$R(\text{Diyarbakır}) = 1.00 - 0.53 = 0.47$	$R(\text{Tokat}) = 1.00 - 0.69 = 0.31$

(Ek-15 devam ediyor)

$R(\text{Elazığ}) = 1.00 - 0.64 = 0.36$	$R(\text{Uşak}) = 1.00 - 0.68 = 0.32$
$R(\text{Erzurum}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Van}) = 1.00 - 0.49 = 0.51$
$R(\text{Gaziantep}) = 1.00 - 0.66 = 0.34$	$R(\text{Yozgat}) = 1.00 - 0.70 = 0.30$
21. Adım	
$R(\text{Adana}) = 0.82 - 0.63 = 0.19$	$R(\text{Hatay}) = 0.82 - 0.45 = 0.37$
$R(\text{Ağrı}) = 0.82 - 0.57 = 0.25$	$R(\text{İstanbul}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$
$R(\text{Amasya}) = 0.82 - 0.68 = 0.14$	$R(\text{Kahramanmaraş}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$
$R(\text{Ankara}) = 0.82 - 0.69 = 0.13$	$R(\text{Kütahya}) = 0.82 - 0.59 = 0.23$
$R(\text{Antalya}) = 0.82 - 0.70 = 0.12$	$R(\text{Malatya}) = 0.82 - 0.52 = 0.30$
$R(\text{Aydın}) = 0.82 - 0.69 = 0.13$	$R(\text{Manisa}) = 0.82 - 0.57 = 0.25$
$R(\text{Balıkesir}) = 0.82 - 0.66 = 0.16$	$R(\text{Mardin}) = 0.82 - 0.65 = 0.17$
$R(\text{Batman}) = 0.82 - 0.64 = 0.18$	$R(\text{Ordu}) = 0.82 - 0.48 = 0.34$
$R(\text{Bursa}) = 0.82 - 0.64 = 0.18$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.82 - 0.36 = 0.46$
$R(\text{Çorum}) = 0.82 - 0.58 = 0.24$	$R(\text{Tokat}) = 0.82 - 0.69 = 0.13$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$	$R(\text{Uşak}) = 0.82 - 0.68 = 0.14$
$R(\text{Elazığ}) = 0.82 - 0.64 = 0.18$	$R(\text{Van}) = 0.82 - 0.49 = 0.33$
$R(\text{Erzurum}) = 0.82 - 0.66 = 0.16$	$R(\text{Yozgat}) = 0.82 - 0.70 = 0.12$
$R(\text{Gaziantep}) = 0.82 - 0.66 = 0.16$	
22. Adım	
$R(\text{Adana}) = 0.82 - 0.63 = 0.19$	$R(\text{Hatay}) = 0.82 - 0.45 = 0.37$
$R(\text{Ağrı}) = 0.82 - 0.57 = 0.25$	$R(\text{İstanbul}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$
$R(\text{Amasya}) = 0.82 - 0.68 = 0.14$	$R(\text{Kahramanmaraş}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$
$R(\text{Ankara}) = 0.82 - 0.69 = 0.13$	$R(\text{Kütahya}) = 0.82 - 0.59 = 0.23$
$R(\text{Aydın}) = 0.82 - 0.69 = 0.13$	$R(\text{Malatya}) = 0.82 - 0.52 = 0.30$
$R(\text{Balıkesir}) = 0.82 - 0.66 = 0.16$	$R(\text{Manisa}) = 0.82 - 0.57 = 0.25$
$R(\text{Batman}) = 0.82 - 0.64 = 0.18$	$R(\text{Mardin}) = 0.82 - 0.65 = 0.17$
$R(\text{Bursa}) = 0.82 - 0.64 = 0.18$	$R(\text{Ordu}) = 0.82 - 0.48 = 0.34$
$R(\text{Çorum}) = 0.82 - 0.58 = 0.24$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.82 - 0.36 = 0.46$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$	$R(\text{Tokat}) = 0.82 - 0.69 = 0.13$
$R(\text{Elazığ}) = 0.82 - 0.64 = 0.18$	$R(\text{Uşak}) = 0.82 - 0.68 = 0.14$
$R(\text{Erzurum}) = 0.82 - 0.66 = 0.16$	$R(\text{Van}) = 0.82 - 0.49 = 0.33$
$R(\text{Gaziantep}) = 0.82 - 0.66 = 0.16$	
23. Adım	
$R(\text{Adana}) = 0.82 - 0.63 = 0.19$	$R(\text{Hatay}) = 0.82 - 0.45 = 0.37$
$R(\text{Ağrı}) = 0.82 - 0.57 = 0.25$	$R(\text{İstanbul}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$
$R(\text{Amasya}) = 0.82 - 0.68 = 0.14$	$R(\text{Kahramanmaraş}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$
$R(\text{Balıkesir}) = 0.82 - 0.66 = 0.16$	$R(\text{Kütahya}) = 0.82 - 0.59 = 0.23$
$R(\text{Batman}) = 0.82 - 0.64 = 0.18$	$R(\text{Malatya}) = 0.82 - 0.52 = 0.30$
$R(\text{Bursa}) = 0.82 - 0.64 = 0.18$	$R(\text{Manisa}) = 0.82 - 0.57 = 0.25$
$R(\text{Çorum}) = 0.82 - 0.58 = 0.24$	$R(\text{Mardin}) = 0.82 - 0.65 = 0.17$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$	$R(\text{Ordu}) = 0.82 - 0.48 = 0.34$
$R(\text{Elazığ}) = 0.82 - 0.64 = 0.18$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.82 - 0.36 = 0.46$
$R(\text{Erzurum}) = 0.82 - 0.66 = 0.16$	$R(\text{Uşak}) = 0.82 - 0.68 = 0.14$
$R(\text{Gaziantep}) = 0.82 - 0.66 = 0.16$	$R(\text{Van}) = 0.82 - 0.49 = 0.33$

(Ek-15 devam ediyor)

24. Adım	
R(Adana) = $0.82 - 0.63 = 0.19$	R(Hatay) = $0.82 - 0.45 = 0.37$
R(Ağrı) = $0.82 - 0.57 = 0.25$	R(İstanbul) = $0.82 - 0.53 = 0.29$
R(Balıkesir) = $0.82 - 0.66 = 0.16$	R(Kahramanmaraş) = $0.82 - 0.53 = 0.29$
R(Batman) = $0.82 - 0.64 = 0.18$	R(Kütahya) = $0.82 - 0.59 = 0.23$
R(Bursa) = $0.82 - 0.64 = 0.18$	R(Malatya) = $0.82 - 0.52 = 0.30$
R(Çorum) = $0.82 - 0.58 = 0.24$	R(Manisa) = $0.82 - 0.57 = 0.25$
R(Diyarbakır) = $0.82 - 0.53 = 0.29$	R(Mardin) = $0.82 - 0.65 = 0.17$
R(Elazığ) = $0.82 - 0.64 = 0.18$	R(Ordu) = $0.82 - 0.48 = 0.34$
R(Erzurum) = $0.82 - 0.66 = 0.16$	R(Şanlıurfa) = $0.82 - 0.36 = 0.46$
R(Gaziantep) = $0.82 - 0.66 = 0.16$	R(Van) = $0.82 - 0.49 = 0.33$
25. Adım	
R(Adana) = $0.82 - 0.63 = 0.19$	R(Kahramanmaraş) = $0.82 - 0.53 = 0.29$
R(Ağrı) = $0.82 - 0.57 = 0.25$	R(Kütahya) = $0.82 - 0.59 = 0.23$
R(Batman) = $0.82 - 0.64 = 0.18$	R(Malatya) = $0.82 - 0.52 = 0.30$
R(Bursa) = $0.82 - 0.64 = 0.18$	R(Manisa) = $0.82 - 0.57 = 0.25$
R(Çorum) = $0.82 - 0.58 = 0.24$	R(Mardin) = $0.82 - 0.65 = 0.17$
R(Diyarbakır) = $0.82 - 0.53 = 0.29$	R(Ordu) = $0.82 - 0.48 = 0.34$
R(Elazığ) = $0.82 - 0.64 = 0.18$	R(Şanlıurfa) = $0.82 - 0.36 = 0.46$
R(Hatay) = $0.82 - 0.45 = 0.37$	R(Van) = $0.82 - 0.49 = 0.33$
R(İstanbul) = $0.82 - 0.53 = 0.29$	
26. Adım	
R(Adana) = $0.82 - 0.63 = 0.19$	R(İstanbul) = $0.82 - 0.53 = 0.29$
R(Ağrı) = $0.82 - 0.57 = 0.25$	R(Kahramanmaraş) = $0.82 - 0.53 = 0.29$
R(Batman) = $0.82 - 0.64 = 0.18$	R(Kütahya) = $0.82 - 0.59 = 0.23$
R(Bursa) = $0.82 - 0.64 = 0.18$	R(Malatya) = $0.82 - 0.52 = 0.30$
R(Çorum) = $0.82 - 0.58 = 0.24$	R(Manisa) = $0.82 - 0.57 = 0.25$
R(Diyarbakır) = $0.82 - 0.53 = 0.29$	R(Ordu) = $0.82 - 0.48 = 0.34$
R(Elazığ) = $0.82 - 0.64 = 0.18$	R(Şanlıurfa) = $0.82 - 0.36 = 0.46$
R(Hatay) = $0.82 - 0.45 = 0.37$	R(Van) = $0.82 - 0.49 = 0.33$
27. Adım	
R(Adana) = $0.82 - 0.63 = 0.19$	R(Kütahya) = $0.82 - 0.59 = 0.23$
R(Ağrı) = $0.82 - 0.57 = 0.25$	R(Malatya) = $0.82 - 0.52 = 0.30$
R(Çorum) = $0.82 - 0.58 = 0.24$	R(Manisa) = $0.82 - 0.57 = 0.25$
R(Diyarbakır) = $0.82 - 0.53 = 0.29$	R(Ordu) = $0.82 - 0.48 = 0.34$
R(Hatay) = $0.82 - 0.45 = 0.37$	R(Şanlıurfa) = $0.82 - 0.36 = 0.46$
R(İstanbul) = $0.82 - 0.53 = 0.29$	R(Van) = $0.82 - 0.49 = 0.33$
R(Kahramanmaraş) = $0.82 - 0.53 = 0.29$	
28. Adım	
R(Ağrı) = $0.82 - 0.57 = 0.25$	R(Kütahya) = $0.82 - 0.59 = 0.23$
R(Çorum) = $0.82 - 0.58 = 0.24$	R(Malatya) = $0.82 - 0.52 = 0.30$

(Ek-15 devam ediyor)

$R(\text{Diyarbakır}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$	$R(\text{Manisa}) = 0.82 - 0.57 = 0.25$
$R(\text{Hatay}) = 0.82 - 0.45 = 0.37$	$R(\text{Ordu}) = 0.82 - 0.48 = 0.34$
$R(\text{İstanbul}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.82 - 0.36 = 0.46$
$R(\text{Kahramanmaraş}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$	$R(\text{Van}) = 0.82 - 0.49 = 0.33$
29. Adım	
$R(\text{Ağrı}) = 0.82 - 0.57 = 0.25$	$R(\text{Malatya}) = 0.82 - 0.52 = 0.30$
$R(\text{Çorum}) = 0.82 - 0.58 = 0.24$	$R(\text{Manisa}) = 0.82 - 0.57 = 0.25$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$	$R(\text{Ordu}) = 0.82 - 0.48 = 0.34$
$R(\text{Hatay}) = 0.82 - 0.45 = 0.37$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.82 - 0.36 = 0.46$
$R(\text{İstanbul}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$	$R(\text{Van}) = 0.82 - 0.49 = 0.33$
$R(\text{Kahramanmaraş}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$	
30. Adım	
$R(\text{Ağrı}) = 0.82 - 0.57 = 0.25$	$R(\text{Malatya}) = 0.82 - 0.52 = 0.30$
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$	$R(\text{Manisa}) = 0.82 - 0.57 = 0.25$
$R(\text{Hatay}) = 0.82 - 0.45 = 0.37$	$R(\text{Ordu}) = 0.82 - 0.48 = 0.34$
$R(\text{İstanbul}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.82 - 0.36 = 0.46$
$R(\text{Kahramanmaraş}) = 0.82 - 0.53 = 0.29$	$R(\text{Van}) = 0.82 - 0.49 = 0.33$
31. Adım	
$R(\text{Diyarbakır}) = 0.32 - 0.53 = -0.21$	$R(\text{Malatya}) = 0.32 - 0.52 = -0.20$
$R(\text{Hatay}) = 0.32 - 0.45 = -0.13$	$R(\text{Ordu}) = 0.32 - 0.48 = -0.16$
$R(\text{İstanbul}) = 0.32 - 0.53 = -0.21$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0.32 - 0.36 = -0.04$
$R(\text{Kahramanmaraş}) = 0.32 - 0.53 = -0.21$	$R(\text{Van}) = 0.32 - 0.49 = -0.17$
32. Adım	
$R(\text{Diyarbakır}) = 0$	$R(\text{Malatya}) = 0$
$R(\text{Hatay}) = 0$	$R(\text{Ordu}) = 0$
$R(\text{İstanbul}) = 0$	$R(\text{Şanlıurfa}) = 0$
$R(\text{Kahramanmaraş}) = 0$	$R(\text{Van}) = 0$

ÖZGEÇMİŞ

GÖZDE DENİZ

KİŞİSEL BİLGİLER

Doğum Tarihi: 12.02.1990

Doğum Yeri : Muğla

Adres : Bitlis Eren Üniversitesi, İktisadî ve İdarî Bilimler Fakültesi, 4. Kat, Oda
No: 33, Bitlis / Merkez

E-posta : gsari@beu.edu.tr

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans: Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim
Dalı, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı, GDP:
3.80, (2016-?)

Lisans : Anadolu Üniversitesi, İktisadî ve İdarî Bilimler Fakültesi, İngilizce
İşletme Bölümü, GDP: 3.34, (2008-2013)